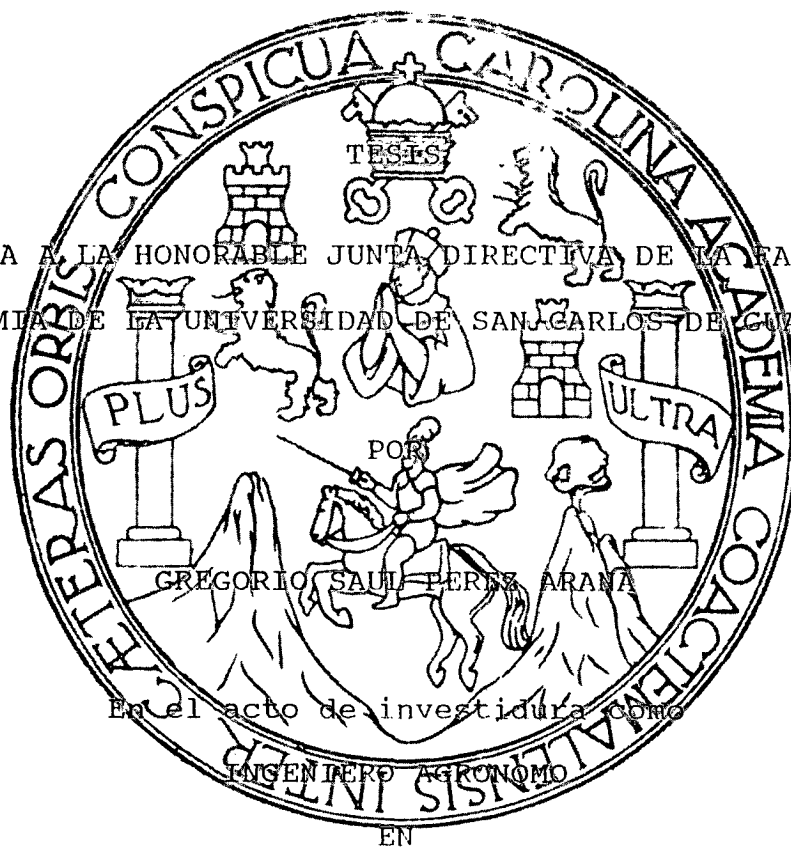


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

"ESTUDIO DEL EFECTO DE PRACTICAS AGRONOMICAS Y MECANICAS  
DE CONSERVACION DE HUMEDAD EN EL SUELO, SOBRE EL RENDIMIENTO  
DEL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays* L.), EN LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA.  
ESTUDIO DE CASO".

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



SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL, 1993

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
01  
7(1442)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. MYNOR ESTRADA ROSALES
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. CARLOS ROBERTO MOTTA DE PAZ
VOCAL CUARTO:	Br. ELIAS RAYMUNDO RAYMUNDO
VOCAL QUINTO:	Br. JUAN GERARDO DE LEON MONTENEGRO
SECRETARIO:	Ing. Agr. MARCO ROMILIO ESTRADA MUY

Guatemala, 19 de Abril de 1993.

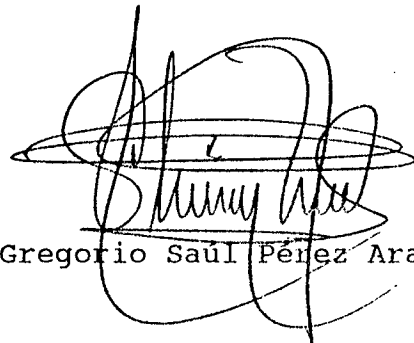
**Honorable Junta Directiva**  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"ESTUDIO DEL EFECTO DE PRACTICAS AGRONOMICAS Y MECANICAS  
DE CONSERVACION DE HUMEDAD EN EL SUELO, SOBRE EL RENDIMIENTO  
DEL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays L.*), EN LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA.  
ESTUDIO DE CASO".

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

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Gregorio Saúl Pérez Arana', written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat illegible due to the cursive nature of the handwriting.

Gregorio Saúl Pérez Arana.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES: TERESO PEREZ RODAS  
SUSANA ARANA DE PEREZ

A MI ESPOSA: NOHEMY ZELADA LOPEZ

A MIS HIJOS: SAUL NOE  
SANDRA MARIA

A MIS HERMANOS: AVILIO, AMADO, AMALINDA Y ROLANDO

A MIS SOBRINOS: HERNAN, GILMA, LILIAN, GABRIEL,  
MARISOL, MARIO, ANA CECILIA,  
FRANCISCO y ANDREA.

**TESIS QUE DEDICO**

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LOS AGRICULTORES DE LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA.

A TODO EL PERSONAL DE LA DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO.

## RECONOCIMIENTOS

Al Ing. Agr. Jorge Raúl Escobar Salazar, por su valiosa colaboración en la asesoría del presente trabajo.

Al Ing. Agr. Axel García y García, por su amistad, apoyo y colaboración en el transcurso de mi carrera y durante la realización de este trabajo.

Al Ing. Agr. Marco Antonio Nájera Caal, por su incondicional apoyo para la finalización de la presente investigación.

Al Ing. Agr. Edward Amed Noriega, por su colaboración durante el desarrollo de la fase de campo.

Al Ing. Agr. Maximiliano Vidaurre Obregón, por su amistad y asesoría durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado.

Al personal de la División de Suelos de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento.

A don Daniel Morales, por ceder su tierra para el montaje de este trabajo.

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron para la realización de la presente investigación.

## CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS . . . . .	i
INDICE DE CUADROS . . . . .	ii
RESUMEN . . . . .	1
1. INTRODUCCION . . . . .	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA . . . . .	4
3. MARCO TEORICO . . . . .	6
3.1 MARCO CONCEPTUAL . . . . .	6
3.1.1 IMPORTANCIA DEL AGUA PARA LAS PLANTAS . . . . .	6
3.1.2 DEFICIT HIDRICO EN CULTIVOS Y PERIODO CRITICO PARA EL MAIZ . . . . .	6
3.1.3 RELACION AGUA - RENDIMIENTO . . . . .	7
3.1.4 AGUA EN EL SUELO . . . . .	8
3.1.4.1. CAPACIDAD DE CAMPO . . . . .	8
3.1.4.2 PUNTO DE MARCHITEZ . . . . .	9
3.1.5 PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELO - AGUA . . . . .	10
3.1.5.1 CONSERVACION DE SUELO Y AGUA . . . . .	10
3.1.5.2 LOS PROBLEMAS DE CONSERVACION DE SUELO Y AGUA . . . . .	10
3.1.6 RETENCION DEL AGUA EN EL SUELO . . . . .	14
3.2 MARCO REFERENCIAL . . . . .	16
4. OBJETIVOS . . . . .	17
4.1 GENERAL . . . . .	17
4.2 ESPECIFICOS . . . . .	17
3. HIPOTESIS . . . . .	18
5. METODOLOGIA . . . . .	19
5.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO . . . . .	19
5.2 MATERIAL EXPERIMENTAL . . . . .	23
5.2.1 DESCRIPCION DE LOS MATERIALES . . . . .	23
5.2.1.1 ESTRUCTURAS DE CONSERVACION DE SUELO Y AGUA . . . . .	23
5.2.1.2 VARIEDADES DE MAIZ . . . . .	24
5.2.2 MANEJO DEL ENSAYO . . . . .	25
5.2.3 DETERMINACION DE LA DEMANDA CLIMATICA (ETP) Y NECESIDADES EN AGUA DEL CULTIVO (ETM) . . . . .	26
5.3 ANALISIS ESTADISTICO . . . . .	26
5.3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL . . . . .	26
5.3.2 MODELO ESTADISTICO . . . . .	27
5.3.3 VARIABLE MEDIDA . . . . .	28
6. RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .	29
6.1 VARIACION DE LA HUMEDAD EN EL SUELO . . . . .	29
6.2 BALANCE HIDRICO DE LAS VARIEDADES EVALUADAS . . . . .	31
6.3 RENDIMIENTO . . . . .	37
6.4 ANALISIS DE VARIANZA . . . . .	37
6.5 ANALISIS ECONOMICO . . . . .	39

7.	CONCLUSIONES . . . . .	41
8.	RECOMENDACIONES . . . . .	42
9.	BIBLIOGRAFIA . . . . .	43
10.	APENDICE . . . . .	45



## INDICE DE FIGURAS

## En el texto:

FIGURA 1.	Climadiagrama Aldea San Juan, Zacapa. . . . .	21
FIGURA 2.	Balance Hídrico para Maíz Arriquin . . . . .	34
FIGURA 3.	Balance Hídrico para Maíz ICTA B-5 . . . . .	35
FIGURA 4.	Balance Hídrico para Maíz ICTA B-1 . . . . .	36

## En el apéndice:

FIGURA 5A.	Mapa de localización de la Aldea San Juan, Zacapa. .	52
FIGURA 6A.	Croquis de muestreo de suelos en el área del ensayo.	53
FIGURA 7A.	Croquis de campo del ensayo realizado en la aldea San Juan, Zacapa . . . . .	54

## INDICE DE CUADROS

## En el texto:

CUADRO 1.	Características físicas e hídricas del suelo en el área experimental. Aldea San Juan, Zacapa . . . . .	22
CUADRO 2.	Variación de la humedad en el suelo para las diferentes prácticas de conservación evaluadas en la Aldea San Juan, Zacapa. . . . .	29
CUADRO 3.	Balance hídrico para la variedad de maíz Arriquín .	31
CUADRO 4.	Balance hídrico para la variedad de maíz ICTA B-5 .	32
CUADRO 5.	Balance hídrico para la variedad de maíz ICTA B-1 .	32
CUADRO 6.	Rendimientos de maíz en kg/ha por variedad y práctica de conservación evaluadas en la Aldea San Juan, Zacapa. 1992. . . . .	37
CUADRO 7.	Análisis de varianza para el rendimiento de maíz (Kg/ha). Aldea San Juan, Zacapa. 1992 . . . . .	38
CUADRO 8.	Prueba de medias Tukey y DMS para la interacción práctica-variedad, en relación al rendimiento de maíz en la Aldea San Juan, Zacapa. 1992. . . . .	39

## En el apéndice:

CUADRO 9A.	Parámetros climáticos promedio de 17 años de registro de la estación tipo A, "La Fragua", Estanzuela, Zacapa. . . . .	46
CUADRO 10A.	Análisis de Fertilidad del Suelo . . . . .	47
CUADRO 11A.	Costo de producción por Hectárea de Maíz Arriquín en Asocio con Testigo. . . . .	48
CUADRO 12A.	Costo de producción por Hectárea de Maíz Arriquín en Asocio con Acequias. . . . .	49
CUADRO 13A.	Costo de producción por Hectárea de Maíz Arriquín en Asocio con Barreras Muertas. . . . .	50
CUADRO 14A.	Costo de producción por Hectárea de Maíz ICTA B-5 en Asocio con Barreras Muertas. . . . .	51

**ESTUDIO DEL EFECTO DE PRACTICAS AGRONOMICAS Y MECANICAS  
DE CONSERVACION DE HUMEDAD EN EL SUELO, SOBRE EL RENDIMIENTO  
DEL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays L.*), EN LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA.  
ESTUDIO DE CASO.**

**STUDY ON THE EFFECT OF MECHANICAL AND AGRONOMICAL SOIL HUMIDITY  
CONSERVATION PRACTICES, OVER THE YIELD OF THE CORN CROP (*Zea mays L.*)  
IN THE TOWNSHIP SAN JUAN, ZACAPA.  
CASE STUDY.**

**RESUMEN**

El presente trabajo fue realizado en una de las áreas de mayor déficit hídrico del país, con el objetivo de determinar la efectividad de prácticas agronómicas y mecánicas para la retención del agua de lluvia. Siendo un trabajo orientado para pequeños agricultores, se tomó al cultivo de maíz (*Zea mays L.*) como indicador; utilizándose los materiales ICTA B-1, ICTA B-5 y ARRIQUIN (criollo del agricultor) para la realización del ensayo.

La aldea San Juan se localiza dentro de la zona de vida catalogada como Monte Espinoso Subtropical, con una precipitación promedio anual de 600 mm y temperatura promedio mensual de 27°C.; presenta un relieve bastante accidentado, con pendientes que van del 5 al 100 %.

En Guatemala, el régimen de lluvia está caracterizado por dos épocas: la primera que va de mayo a finales de julio y una segunda y de mayor intensidad que va de mediados de agosto a octubre. Estas dos subépocas están definidas por un pequeño período de sequía que se conoce como canícula o veranillo. En consecuencia, la agricultura de secano se realiza también en dos períodos, los cuales lógicamente corresponden a las dos épocas de lluvia definidas durante el año. Para este trabajo, se sembró a mediados de septiembre (segunda época) para cosechar en los meses

de diciembre y enero.

Se utilizó un diseño estadístico de Bloques al azar en arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones: las parcelas grandes correspondieron a las prácticas de conservación evaluadas y las parcelas pequeñas a las variedades de maíz seleccionadas; determinándose, a través del análisis de varianza para el rendimiento, que hubo diferencias altamente significativas en la interacción entre prácticas de conservación y las variedades de maíz, comprobándose con los análisis comparativos de medias (Tukey y DMS) y el análisis económico respectivo, que la variedad Arriquín en asocio con la práctica de barreras muertas, presenta la mejor alternativa para el agricultor en cuanto a rendimiento y costo de producción.

La variedad Arriquín, tradicional en la zona, es precoz, adaptada a condiciones de cultivo en suelos marginales, con labranza mínima; en contraposición a las variedades mejoradas del ICTA, las cuales no han sido desarrolladas para condiciones marginales de cultivo y regímenes de temporal deficiente.

## 1. INTRODUCCION

La fuente hídrica en la agricultura de secano depende de la lluvia. Guatemala posee regiones agroecológicas adversas, donde la irregularidad espacio-temporal de las precipitaciones pluviales, hacen que en esta región, de condiciones climáticas semiáridas, la vulnerabilidad de la actividad agrícola de secano sea mas intensa y de alto riesgo. Es uno de los países de América Central con mayor extensión de tierras afectadas por el problema de la sequía; entre ellas se encuentran grandes zonas de los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso, Jutiapa, Jalapa y Huehuetenango.

El presente estudio se realizó en la aldea San Juan del municipio de Zacapa, en el departamento del mismo nombre. Se encuentra a una altitud de 360 msnm; la temperatura promedio anual es de 27°C, con una variación de 10 a 45°C; y, la precipitación promedio anual es de 600 mm. En esta localidad, se practica una agricultura de autoconsumo cuya actividad principal es el cultivo de maíz, teniendo el agricultor que enfrentarse a grandes problemas debido a la sequía y a condiciones marginales de suelo. En este sentido, se consideró evaluar prácticas agronómicas y mecánicas para conservar la humedad en el suelo, asociadas con tres variedades de maíz. Se pretende introducir tecnología apropiada para el aprovechamiento del agua de lluvia, tratando de aumentar la productividad y los ingresos de los pequeños agricultores que dependen de la agricultura de temporal en areas marginales para cultivos.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como se ha mencionado, la zona nor-oriental del país es caracterizada por la escasez de los recursos hídricos, la precipitación pluvial es insuficiente e irregular, lo que impide cubrir las necesidades de agua para la producción agrícola. Se agrega a lo anterior, la poca movilidad económica y social, la falta de conocimientos técnicos y educacionales en la utilización de nuevas prácticas agrícolas generadas por las instituciones estatales y privadas y, en el aprovechamiento de los recursos existentes.

En este marco de referencia, se define una agricultura con características de autoconsumo, tradicional y carente de innovaciones culturales; en suelos de clase agrológica III a V, los cuales presentan alta pedregosidad, tanto en superficie como en profundidad, mediana fertilidad, poca profundidad, susceptibles a la erosión y con pendientes que oscilan entre el 30 y 100 %.

Para generar el desarrollo tecnológico de la población rural dedicada a la agricultura de temporal, se deben crear tecnologías y conocimientos acordes a las condiciones sociales y económicas de los agricultores que aseguren la producción de granos básicos 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 nivel óptimo de fertilidad del suelo y, contar con especies adaptadas a este tipo de manejo, estudiando tanto sistemas de

captación del agua de lluvia con fines de producción agrícola en condiciones de temporal deficiente como prácticas de conservación de humedad en el suelo.

Sin lo anterior, es evidente que se tendrá un cultivo con un desarrollo precario y por consiguiente, también una reducción en la producción agrícola y los ingresos económicos; principalmente, en la época de segunda (septiembre a diciembre), la cual se inicia en los últimos dos meses de lluvias. Tomando en cuenta que muchos agricultores del área utilizan únicamente el agua de lluvia para su producción, se hace necesario un mejor aprovechamiento de este recurso; para lograrlo, se deben manejar adecuadamente los suelos, lo cual no es practicado por los agricultores.

En este estudio, se evaluaron dos prácticas agronómicas y una mecánica para determinar su efectividad para el aprovechamiento del agua de lluvia expresado en el rendimiento del cultivo de maíz. Esta evaluación se hizo utilizando tres materiales de maíz: ICTA B - 1, ICTA B - 5 y Arriquín; los que presentan ciclos vegetativos de 120, 90 y 75 días, respectivamente.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 IMPORTANCIA DEL AGUA PARA LAS PLANTAS

El agua es uno de los principales factores que determinan la fisonomía, estructura, riqueza florística y distribución de la vegetación. Es un ente formador del suelo y desempeña, como solvente universal, un papel imprescindible en la transferencia de sustancias. Afecta cada aspecto del crecimiento y desarrollo de las plantas por estar involucrada en numerosos procesos vitales como la fotosíntesis, respiración, división y alargamiento celular, metabolismo de ácidos nucleicos, síntesis de proteínas y transpiración; también es componente principal del protoplasma. Es esencial para el mantenimiento de la turgencia de todas las células y tejidos vivientes; fenómeno que controla la apertura y cierre de estomas y, con ello, el intercambio gaseoso con la atmósfera (2, 5).

##### 3.1.2 DEFICIT HIDRICO EN CULTIVOS Y PERIODO CRITICO PARA EL MAIZ

Los efectos de la escasez de agua sobre los rendimientos resultan muy importantes durante ciertos períodos de crecimiento de algunos cultivos. Para la mayoría de cultivos extensivos, las fases más críticas son la de establecimiento o germinación y los cambios del estado vegetativo al reproductivo, incluyendo la floración y formación de la cosecha. Para la



obtención de rendimientos altos, los cultivos tienen diferentes necesidades, en término del grado de agotamiento de la humedad del suelo que puedan tolerar (5).

El desarrollo radical de los cultivos también es un factor importante para la utilización del agua disponible en el suelo. Algunas plantas arraigan profundamente pero tienen sistemas radicales esparcidos durante la fase inicial de su período vegetativo. Esto ocurre en el maíz, por ejemplo, hasta el momento de la inflorescencia; el período de desarrollo mas crítico al déficit hídrico, se considera desde la polinización hasta el llenado del grano (5).

Fión (6), en un estudio sobre épocas de siembra de maíz en tres localidades de Jutiapa, menciona que en los primeros 32 días después de la germinación, 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 de agua afecta la producción hasta el 15%.

### 3.1.3 RELACION AGUA - RENDIMIENTO

La relación rendimiento - uso del agua por los cultivos, ha sido objeto de innumerables investigaciones. Varios autores, entre ellos Doorembos (5), tratan de la relación de déficit hídrico y reducción de rendimiento.

Estudiando la influencia del clima sobre la agricultura dependiente de lluvia en el cultivo del trigo, se encontró respuesta para fertilizantes,

solamente cuando la disponibilidad de agua para el trigo era igual o superior al 35% de la evapotranspiración potencial.

También se han establecido criterios sobre la potenciabilidad de la agricultura dependiente de lluvia de acuerdo con la disponibilidad de humedad. Para una producción satisfactoria, la disponibilidad de humedad debe ser superior al 33% de la evapotranspiración potencial durante todo el ciclo del cultivo.

#### **3.1.4 AGUA EN EL SUELO**

El suelo está constituido por tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida está compuesta de partículas minerales y de materia orgánica. El espacio no ocupado por la fase sólida constituye los poros del suelo, que están ocupados por las fases líquida y gaseosa, en proporciones variables según el estado de humedad. Cuando todos los poros están ocupados por agua, se dice que el suelo está saturado. Desde el punto de vista agronómico, existen otros estados de humedad con denominaciones particulares como "capacidad de campo" y "punto de marchitez" que se describirán a continuación.

**3.1.4.1. CAPACIDAD DE CAMPO:** puede definirse como la cantidad máxima de agua que un suelo puede retener o almacenar bajo condiciones de humedecimiento total, seguido de drenaje libre (gravitacional). En el campo, los suelos alcanzan esta condición solo momentáneamente debido a que mientras el exceso de agua está aún drenando lentamente en las capas mas profundas del suelo, parte del agua disponible de las capas

superficiales está siendo evaporada desde el suelo o transpirada por las plantas. La velocidad a la cual los suelos alcanzan una capacidad de campo promedio es mas baja en suelos arcillosos que arenosos (11).

**3.1.4.2 PUNTO DE MARCHITEZ:** se define como el límite inferior de humedad aprovechable para las plantas. Por debajo de este umbral, las fuerzas de succión de las células de las raíces son insuficientes para extraer el agua retenida por el suelo. El punto de marchitez (llamado también "punto de marchitez permanente"), es el indicador de la baja disponibilidad de humedad en cuyas condiciones, las plantas marchitas no se recuperarán (11).

Los conceptos anteriores tienen un gran significado agronómico, ya que representan los límites máximo y mínimo de la humedad del suelo que puede ser utilizada por los cultivos. A la cantidad de agua comprendida entre esos dos valores se le define como agua útil o reserva útil (R.U.), pudiéndose expresar en términos de humedad gravimétrica o volumétrica; en cualquier caso se cumple:

$$R.U. = C.c. - P.m.$$

donde:

C.c. = Capacidad de campo

P.m. = Punto de marchitez

R.U. = Reserva Util (11)

### **3.1.5 PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELO - AGUA**

Bajo condiciones marginales de suelo, existen prácticas que permiten un mejor aprovechamiento de la humedad utilizando los recursos propios del lugar y cuya aplicabilidad es factible para pequeños agricultores que practican una agricultura de secano.

#### **3.1.5.1 CONSERVACION DE SUELO Y AGUA**

Es toda acción orientada al uso adecuado del suelo y agua, evitando su degradación, inutilización y, en general, la pérdida irremediable de recursos naturales muy valiosos. Se considera que toda medida que sirva para conservar el suelo, es una medida para conservar el agua (2, 15).

En este sentido, puede resumirse un uso integrado de los recursos suelo - agua según su capacidad y con un manejo adecuado, mediante sistemas conservacionistas del suelo y un uso óptimo del agua de lluvia.

#### **3.1.5.2 LOS PROBLEMAS DE CONSERVACION DE SUELO Y AGUA**

ANAYA, citado por PEÑATE C.B. (9), manifiesta que para generar el desarrollo tecnológico de la población rural dedicada a la agricultura de temporal, se deben crear tecnologías y conocimientos acordes a las condiciones sociales y económicas de los agricultores que aseguren la producción de granos básicos 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 del

agua de lluvia, 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 deficiente (9, 16).

Los problemas de conservación de suelo y agua se presentan por la influencia de factores naturales y por factores que dependen del hombre.

- A. **Los factores naturales:** Fuertes precipitaciones en suelos sin vegetación y con pendientes muy pronunciadas; falta de capacidad del suelo para absorber o almacenar agua y con dificultad de drenaje.
- B. **Los factores culturales:** falta de tecnología, explosión demográfica, ausencia de extensión agrícola y otros (10).

La escasez del agua de lluvia y su mala distribución, provocan grandes áreas con temporales deficientes para la producción agrícola; aunado a esto, cada año aumentan las áreas con problemas de erosión en diferente grado que, entre otras causas, es debido al mal manejo del agua de lluvia (15).

Una alternativa que ha venido usándose últimamente para obtener cosechas aún en condiciones pluviales deficientes, es la captación "in situ" del agua de lluvia; ya que, a la vez de aumentar la cantidad de agua disponible para las plantas, se puede considerar como una práctica de conservación de suelos que reduce los escurrimientos superficiales, propiciando el desarrollo de la cubierta vegetal (2).

Son muy variadas las prácticas, medidas y obras; lo importante es conocer la utilidad de cada una de ellas y cómo se establecerán. De ahí que, es importante un proceso de selección que estará de acuerdo a criterios técnicos económicos y sociales. Estas se agrupan en:

Prácticas agronómicas - culturales

Prácticas forestales - agrostológicas

Prácticas mecánico - estructurales

Las prácticas agronómico - culturales son las que representan por lo general, mayor facilidad para establecerse; no así las mecánico - culturales que requieren mayor inversión de tiempo, dinero y aprendizaje. En cuanto a las prácticas forestales - agrostológicas también resulta difícil su establecimiento, ya que el agricultor define su interés en aspectos de producción y, en menor atención, a la protección; asimismo, al tiempo que le llevará para aprovechar la plantación de un árbol forestal; de ahí que, la implementación de prácticas agroforestales son una buena alternativa.

Algunas prácticas recomendadas para aumentar la capacidad de retención de humedad son:

- a. **Incorporación de materia orgánica:** consiste en incorporar materia orgánica al suelo en cantidades adecuadas, favoreciendo la agregación de las partículas minerales, contribuyendo en esta forma a aumentar la resistencia del suelo a la erosión. Contribuye también a sostener y mejorar el poder nutritivo del suelo. El aumento de su resistencia

a la erosión se manifiesta por el efecto sobre la estructura y la capacidad de retención de agua. A los suelos arcillosos y plásticos, les otorga una mejor consistencia; y, a los arenosos les otorga un mayor poder de retención de humedad.

- b. **Cobertura con residuos orgánicos:** esta práctica reduce la evaporación pues, según experimentos realizados, las pérdidas del agua de lluvia por evaporación exceden el 50% de la precipitación anual en tierras secas (15).
  
- c. **Siembra en contorno:** consiste en disponer las hileras de siembra, verificando todas las labores de cultivo en forma transversal a la pendiente, ya sea en curvas de nivel o líneas de contorno. Es utilizada en terrenos con diferentes grados de pendiente, de los que dependerá el distanciamiento entre líneas guías ( 15 ).
  
- d. **Acequias de ladera a nivel:** es otro método utilizado para la conservación de la humedad de los suelos. Consiste en zanjas que se construyen siguiendo una curva a nivel del terreno. Son útiles porque los suelos guardan mas humedad, el agua de lluvia se infiltra y no arrastra el suelo, favoreciendo la formación natural de terrazas de banco. Se recomiendan para terrenos con pendiente del 5 al 30%; deben protegerse con barreras, ya sea de materiales vegetativos (barreras vivas) o piedras (barreras muertas).
  
- e. **Barreras vivas:** son hileras de plantas de crecimiento denso, larga duración y de buena resistencia, sembradas a través de la pendiente

en curvas a nivel o en líneas de ligera pendiente. Su objetivo es disminuir la velocidad del agua de escorrentía e interceptar y retener el suelo que arrastra. Generalmente, este es un producto adicional para la finca, pero usa espacio y a veces necesita mantenimiento.

- f. **Barreras muertas:** son pequeños muros que se construyen en terrenos con abundancia de piedras, siguiendo el trazo de las curvas a nivel. Se recomiendan para terrenos con pendiente no mayor del 45%. Pueden construirse también con palos, troncos o rastrojos.
  
- g. **Zanjas de infiltración:** son pequeños canales de sección rectangular o trapezoidal y generalmente asimétricos. Se construyen transversalmente a la máxima pendiente del terreno y deben ser a nivel. El objetivo de esta práctica es interceptar el agua de escorrentía que proviene de la parte alta de la ladera, anulando su velocidad y permitiendo una mayor infiltración; aumenta la producción de los cultivos y reduce la erosión hídrica del suelo.

### 3.1.6 RETENCION DEL AGUA EN EL SUELO

Los suelos tienen diferente capacidad de retención de agua en función de sus características físicoquímicas. La textura, la estructura, la densidad aparente, el contenido de materia orgánica y la topografía entre otros, son los factores que más afectan (10).



La textura del suelo y el contenido de materia orgánica son importantes en la determinación de la cantidad de agua que estos pueden almacenar. Análogamente, el agotamiento del agua disponible o reserva útil para las plantas también está en función de la textura. En forma general, puede decirse que un suelo arcilloso retiene una mayor cantidad de agua que uno franco o arenoso (10).

### 3.2 MARCO REFERENCIAL

Numerosos trabajos han sido realizados para evaluar la eficiencia de prácticas agronómicas y mecánicas para el aprovechamiento del agua de lluvia en agricultura de secano, utilizando como planta indicadora el maíz (*Zea mays L.*).

Sendos trabajos realizados por VARGAS ALDANA, E.R. (17); ACEVEDO, J.R. (1) y DIAZ, C.E. (4) en diferentes localidades de Zacapa y Chiquimula, concluyen que las prácticas de acequias y cobertura vegetal son las más eficientes en la conservación de la humedad en el suelo.

FUENTES (7) en 1981, evaluó ocho genotipos de maíz (*Zea mays L.*) en dos condiciones topográficas de suelo (plano y ladera) utilizando paquetes tecnológicos similares en Petapilla, Chiquimula. En dicho trabajo se concluye que la tecnología recomendada para el cultivo del maíz en la región oriente del país es efectiva solo para tierras planas con pendientes menores al 12% y no así para tierras marginales o de laderas. Esto indica que no se ha generado tecnología adecuada para la producción de maíz en el oriente del país bajo condiciones de tierras marginales.

#### 4. OBJETIVOS

##### 4.1 GENERAL

Generar tecnología apropiada a las distintas condiciones agrosocioeconómicas de los productores del país, que contrarresten la dependencia tecnológica internacional y a la vez, protejan nuestro medio ambiente.

##### 4.2 ESPECIFICOS

4.2.1 Determinar, con base en el rendimiento, que práctica de conservación de suelo y agua es más adecuada para la retención y aprovechamiento del agua de lluvia.

4.2.2 Establecer cual de las variedades de maíz evaluadas presenta un mejor rendimiento de grano al asociarse con determinada práctica de conservación de suelo y agua.

4.2.3 Determinar la viabilidad económica de cada una de las prácticas de conservación de suelo y agua, en relación al ingreso neto del agricultor.

### 3. HIPOTESIS

Al menos una de las prácticas de conservación de suelo y agua presentará un rendimiento significativamente mayor, al asociarse con una variedad de maíz.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra localizada en la aldea San Juan del municipio de Zacapa, en el departamento de Zacapa. Está ubicada entre las coordenadas  $14^{\circ} 54' 47''$  latitud norte; y,  $89^{\circ} 37' 00''$  longitud oeste (Figura 5A); a una altura promedio de 360 msnm y a una distancia de 12 Km. de la cabecera departamental. Sus límites y colindancias son:

al norte con la aldea San Nicolás,  
al sur con la aldea Plan del Morro,  
al este con la aldea Barranco Colorado,  
al oeste con la aldea Tablones.

De La Cruz (3), basado en el sistema Holdridge sobre la Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala, define el área como un monte espinoso subtropical. La precipitación media anual es de 600 mm., la temperatura media mensual es de  $27^{\circ}\text{C}$  y la humedad relativa media mensual es del 75%.

De acuerdo a registros del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH, correspondientes a la estación tipo "A" denominada "LA FRAGUA", localizada en el municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa; se determinaron los parámetros mensuales, con base en 17 años de registro, que se presentan en el Cuadro 9A, los cuales se utilizaron para realizar un climadiagrama de la región en el cual, se

definen: la época de déficit de humedad, que comprende los meses de noviembre a abril (época seca) y la época de exceso de humedad (época lluviosa) los meses de mayo a octubre. Los meses de máxima precipitación son junio y septiembre.

La época lluviosa está dividida en dos subépocas: la primera que va de mayo a finales de julio y la segunda que va de mediados de agosto a octubre; esta última caracterizada por lluvias mas intensas y con tormentas eléctricas. Las dos subépocas están separadas por un período en el cual, las precipitaciones desaparecen y la temperatura se eleva, coincidiendo con la etapa de mayor demanda de agua del cultivo de maíz (etapa reproductiva). A este período de sequía se le conoce como canícula o veranillo, causante de cuantiosas pérdidas en la agricultura de secano (Figura 1).

El déficit hídrico real solo puede apreciarse confrontando información de lluvia y demanda climática (ETP), debido a que el fenómeno de evapotranspiración no se debe solamente a la temperatura sino a otros parámetros como la velocidad del viento, etc.

En la Figura 1, se observa que aunque no existen lluvias en el período de mayor demanda hídrica del cultivo, hay un exceso de humedad; pero, éste no puede considerarse suficiente para suplir los requerimientos del cultivo, puesto que es necesario efectuar una comparación entre ambos parámetros. Mas adelante, en las Figuras 2, 3 y 4, este fenómeno se explica con mayor detalle.

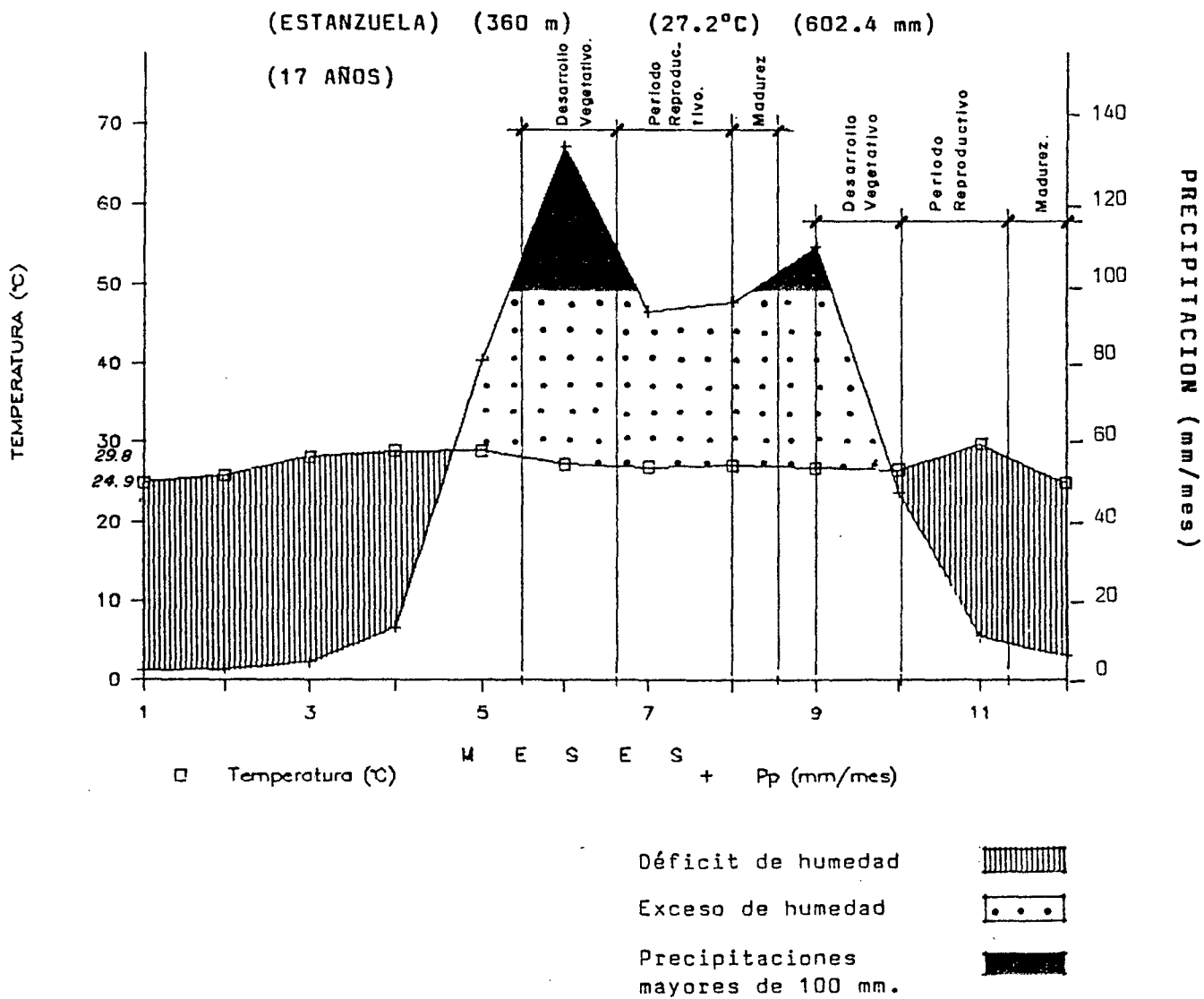


FIGURA 1. CLIMADIAGRAMA DE LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA

Según Simmons, Tárano y Pinto (13), los suelos del área se formaron sobre materiales sedimentarios y metamórficos, con pendiente escarpada y no son recomendables para cultivos limpios. Estos pertenecen a suelos poco profundos sobre esquisto arcilloso con numerosos afloramientos de roca y con fertilidad que va de natural a regular.

**CUADRO 1.** Características físicas e hídricas del suelo en el área experimental. Aldea San Juan, Zacapa.

LOCALIDAD *	TEXTURA	COMPOSICION TEXTURAL			H U M E D A D		D.ap.	R.U.	R.F.U.	pH
		Arcilla	Limo	Arena	C.c.	P.m.p.				
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)				
1	Arcilla	41.98	21.48	36.56	26.80	19.09	1.1490	88.6	59.06	7.1
2	Fr.Arc.	34.89	25.22	31.89	22.84	14.82	1.2813	103.0	68.67	6.3
3	Fr.Arc.	36.44	25.78	37.78	26.30	13.36	1.1629	150.5	100.32	6.4
4	Franca	23.12	31.47	45.40	18.20	8.31	1.2778	126.4	84.25	6.5
5	Franca	24.05	29.26	46.69	18.55	8.66	1.2684	125.4	83.63	6.3

FUENTE: Laboratorio de suelos, Dirección Técnica de Riego y Avenamiento, DIRYA/DIGESA, 1992.

\* NOTA: Debido a la alta pedregosidad del terreno, las muestras de suelo fueron tomadas en el estrato comprendido entre 0 y 30 cm. para cada localidad muestreada (Figura 6A).

A nivel puntual, entre las características generales del terreno donde se realizó el ensayo se puede mencionar que, cuenta con una pendiente promedio de 30% y alta pedregosidad.

Como puede observarse en el Cuadro 1, la textura del suelo va de arcillosa a franca y la reserva útil promedio del mismo es de 120 mm/m. Las diferencias en el contenido de humedad por localidad muestreada se deben principalmente a la textura del suelo cuyo comportamiento es el esperado a excepción de la reserva útil de la localidad 1 que por ser un suelo arcilloso debiera presentar un mayor valor: una leve disminución en su porcentaje de limo podría justificar esta diferencia pero, debido a su magnitud, es mas probable que se deba a errores en su determinación.



El análisis de suelo con fines de fertilización fue realizado en el laboratorio del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas - ICTA -, el cual reportó deficiencias de nitrógeno y potasio (Cuadro 10A).

## **5.2 MATERIAL EXPERIMENTAL**

### **5.2.1 DESCRIPCION DE LOS MATERIALES**

#### **5.2.1.1 ESTRUCTURAS DE CONSERVACION DE SUELO Y AGUA**

- A. **Acequias de infiltración:** Tienen por objeto captar el agua de la lluvia, permitiendo su infiltración en un espacio mayor de tiempo. Sus dimensiones fueron de 0.3 \* 0.3 m., con un distanciamiento de 5 m. entre sí. Para evitar el azolvamiento, se construyeron barreras muertas en la parte superior de las mismas.
- B. **Barreras muertas:** Se construyeron con un distanciamiento de 5 m. entre sí. Se pretende que, con el transcurso de tiempo, en cada época de cultivo se aumente el tamaño de la barrera, formando una terraza natural.
- C. **Cobertura vegetal:** Para disminuir la pérdida de agua por evaporación, se colocó sobre la superficie del suelo, entre surcos, una cubierta con los residuos vegetales de la cosecha anterior

- D. Testigo:** En las parcelas con este tratamiento se sembró en la forma tradicional de los agricultores del área, únicamente se hicieron las prácticas culturales y fertilizaciones recomendadas para los otros tratamientos.

#### 5.2.1.2 VARIEDADES DE MAIZ

- A. ICTA B-1:** Es una variedad de maíz desarrollada por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas - ICTA -. Mide aproximadamente, 2.15 m de altura y tiene muy buen desarrollo radicular; características que la hacen resistente al acame. Su ciclo vegetativo es de 120 días y su rendimiento comercial oscila alrededor de los 3943 Kg/ha. Es resistente a variables condiciones de lluvia y adaptable a regiones de Guatemala inferiores a los 1000 msnm. (8)
- B. ICTA B-5:** También desarrollada por el ICTA, es una variedad recomendable para áreas con limitantes de humedad en la época seca; precoz, con ciclo vegetativo que oscila entre los 90 y 100 días; su poca altura (2 m) y poco follaje, le permiten sembrarse en asocio con otros cultivos como el frijol y sorgo. Su rendimiento se encuentra alrededor de los 3614 Kg/ha y es adaptable a la zona tropical de 0 a 1000 msnm. (8)
- C. ARRIQUIN:** Esta variedad, utilizada por los agricultores de la región, es precoz. Su período vegetativo oscila entre los 75 y 90 días; su altura es de 2.10 m. y su rendimiento puede alcanzar los 3680 Kg/ha con labranza mínima.

### 5.2.2 MANEJO DEL ENSAYO

Se hizo la primera limpia del terreno para proceder a trazar las curvas a nivel sobre las cuales se establecieron las prácticas agronómicas y mecánicas de conservación de suelo y agua (acequias a nivel y barreras muertas), utilizando para el efecto, el nivel en "A".

El marco de siembra fue de 0.8 m entre surcos y 0.5 m entre plantas, a razón de tres granos por postura, utilizando 15 Kg/ha de semilla.

Dos aplicaciones de fertilizante fueron realizadas: una al momento de la siembra aplicando una mezcla de 35 Kg/ha de triple super fosfato (0-0-60) y 45 Kg/ha de urea (0-0-46) y otra a los 45 días después de la siembra aplicando 45 Kg/ha de urea.

Una segunda limpia se efectuó manualmente 28 días después de la primera.

Se hizo una desinfección del suelo con Volatón granulado al 2.5% antes de la siembra; y otra, para el control del gusano cogollero, en el ápice de la planta.

### 5.2.3 DETERMINACION DE LA DEMANDA CLIMATICA (ETP) Y NECESIDADES EN AGUA DEL CULTIVO (ETM)

La evapotranspiración potencial (ETP) o de referencia (ETo) fue calculada por el método de Penman con la ayuda del programa para computadora AGROCLIM (CATIE/IRAT-CIRAD-ORSTOM) a una escala de tiempo decadalario.

Para determinar las necesidades de agua del cultivo ( $ETM = ETP \cdot Kc$ ), se consideraron los coeficientes culturales ( $Kc$ ) propuestos por FAO, lo cual ha permitido realizar un balance hídrico cada 10 días durante el período de realización del ensayo.

### 5.3 ANALISIS ESTADISTICO

#### 5.3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la realización de este estudio se utilizó un diseño experimental de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones.

El tamaño de las parcelas grandes fue de  $96 \text{ m}^2$  ( $12\text{m} \times 8\text{m}$ ) y las parcelas pequeñas de  $32 \text{ m}^2$  ( $8\text{m} \times 4\text{m}$ ). El área total del ensayo fue de  $1850 \text{ m}^2$  ( $37\text{m} \times 50\text{m}$ ) con una área neta de cada parcela experimental grande de  $48 \text{ m}^2$  y cada parcela pequeña de  $9.6 \text{ m}^2$ . En la Figura 7A, se presenta un croquis de campo.

#### 5.3.2 MODELO ESTADISTICO

El modelo estadístico utilizado se presenta a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \epsilon_{ij} + \delta_k + \alpha\delta_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

donde:

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

$\mu$  = Efecto de la media general

$\beta_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo bloque

$\alpha_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la parcela grande;

$\delta_k$  = Efecto de la variable  $k$ ;

$\alpha\delta_{jk}$  = Efecto debido a interacción del tratamiento  $j$  y las variables  $k$ ;

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental asociado a la parcela neta (12)

La fuente de variación es:

A1, A2, A3, A4 = Parcelas grandes (prácticas agronómicas)

A1 = acequias

A2 = barreras muertas

A3 = cobertura vegetal

A4 = testigo

B1, B2, B3 = Parcelas pequeñas (variedades de maíz)

B1 = arriquín

B2 = ICTA B-5

B3 = ICTA B-1

### 5.3.3 VARIABLE MEDIDA

La variable medida fué el rendimiento determinándose el volúmen total de la cosecha obtenida en cada uno de los tratamientos y variedades. Los resultados obtenidos se presentan en Kg/ha. Luego, se realizó un análisis de varianza y las pruebas de comparación múltiple de medias Tukey y DMS.

(14)

#### 5.4 ANALISIS ECONOMICO

El análisis económico se hizo con base en los costos de producción del cultivo de maíz para cada una de las interacciones significativas con el fin de determinar cuál de éstas permitiría al agricultor obtener un mayor ingreso neto.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1 VARIACION DE LA HUMEDAD EN EL SUELO

Se hizo un seguimiento de la humedad en el suelo por el método gravimétrico, realizando en su totalidad cinco muestreos durante el período de conducción del ensayo. El criterio asumido para determinar el momento del muestreo estuvo en función de la pluviometría reportada por la estación meteorológica, de tal forma, que no se contó con una frecuencia regular para la toma de muestras. En el Cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos.

**CUADRO 2.** Variación de la humedad en el suelo para las diferentes prácticas de conservación evaluadas, en la aldea San Juan, Zacapa.

FECHA DE MUESTREO	RU (mm/m)				OBSERVACIONES
	PARCELAS CONSERVACION				
	ACEQUIAS	COB. VEG.	BARRERAS	TESTIGO	
25/09/92	120	120	120	120	MUESTRA GENERAL
07/10/92	80	75	90	62	6 DD-pp
06/11/92	85	60	70	50	2 DD-pp
18/11/92	75	65	78	50	2 DD-pp
08/12/92	70	65	75	44	1 DD pp
09/01/93	71	68	65	42	MADUREZ

FUENTE: Laboratorio de suelos, Dirección Técnica de Riego y Avenamiento, DIRYA/DIGESA, 1992.

Puede observarse, que la variación de humedad en el suelo es diferente en relación a la práctica de conservación. Lógicamente, existe una tendencia a conservar de mejor manera el agua en el suelo dependiendo del manejo que se le de a éste.

También el mismo Cuadro 2, indica que el mayor contenido de humedad se tiene en los tratamientos de acequias y barreras muertas. A la vez, se tiene que las prácticas de cobertura vegetal y el testigo son las que menos han conservado la humedad en el suelo: en el caso de la cobertura vegetal, debido a las bajas precipitaciones, es probable que la poca agua de lluvia haya sido absorbida por los restos vegetales en lugar de llegar hasta la superficie del suelo como se esperaba; el testigo ha perdido, lógicamente, la mayor parte del agua por evaporación directa del suelo desnudo.

Por último, se deduce que en el tratamiento con acequias, al final del ciclo se conserva una humedad equivalente al 60 % de la reserva útil del suelo, el 57 % para cobertura vegetal, el 55 % para barreras muertas y el 35 % para el testigo. Teóricamente, se esperaría un total agotamiento de la reserva fácilmente utilizable del suelo en un período aproximado de 16 días ( $RFU/ETM = \text{frecuencia de aplicación de agua} = 80/5 = 16$ ), pero, es muy probable que el área explotada por las raíces sea alimentada hídricamente por ascensión capilar: la cuantificación de este fenómeno no corresponde al presente estudio.

A lo largo del período de realización del ensayo, se tuvo una mayor humedad en los tratamientos con barreras muertas que con cobertura vegetal, lo cual se confirma con un mayor rendimiento en grano en este tratamiento.



## 6.2 BALANCE HIDRICO DE LAS VARIEDADES EVALUADAS

En los Cuadros 3, 4 y 5, se presenta el balance hídrico para cada una de las variedades estudiadas a una escala de tiempo decadaria.

**CUADRO 3. BALANCE HIDRICO PARA LA VARIEDAD DE MAIZ ARRIQUIN  
CICLO VEGETATIVO 75 DIAS  
FECHA DE SIEMBRA 25/SEPTIEMBRE/92**

MES	DECADA	ETP (mm)	KC	ETM (mm)	pp (mm)	Pe (mm)	DEFICIT (mm/10 d)	EXCESO (mm/10 d)
SEPTIEMBRE	3	43.25	0.24	10.38	42.5	38.25	-----	27.87
OCTUBRE	1	44.22	0.44	19.46	19.8	18.81	0.65	-----
	2	45.50	0.80	36.40	0.0	0.00	36.40	-----
	3	45.41	0.80	36.33	6.0	5.70	30.63	-----
NOVIEMBRE	1	42.89	1.08	46.32	1.7	1.62	44.70	-----
	2	39.13	1.14	44.61	10.5	9.98	34.63	-----
	3	37.30	0.90	33.57	0.0	0.00	33.57	-----
DICIEMBRE	1	31.70	0.84	26.63	3.0	2.85	23.78	-----
	2	37.32	0.48	17.91	0.5	0.48	17.43	-----
<b>TOTAL</b>		<b>366.72</b>		<b>271.61</b>	<b>84.0</b>	<b>77.69</b>	<b>221.79</b>	<b>27.87</b>

FUENTE: Registros climatológicos del INSIVUMEH, 1992.

**CUADRO 4. BALANCE HIDRICO PARA LA VARIEDAD DE MAIZ ICTA B-5**  
**CICLO VEGETATIVO 90 DIAS**  
**FECHA DE SIEMBRA 25/SEPTIEMBRE/92**

MES	DECADA	ETP (mm)	KC	ETM (mm)	pp (mm)	Pe (mm)	DEFICIT (mm/10 d)	EXCESO (mm/10 d)
SEPTIEMBRE	3	43.25	0.24	10.38	42.5	38.25	-----	27.87
OCTUBRE	1	44.22	0.44	19.46	19.8	18.81	0.65	-----
	2	45.50	0.80	36.40	0.0	0.00	36.40	-----
	3	45.41	0.80	36.33	6.0	5.70	30.63	-----
NOVIEMBRE	1	42.89	1.08	46.32	1.7	1.62	44.70	-----
	2	39.13	1.20	46.96	10.5	9.98	36.98	-----
	3	37.30	1.00	37.30	0.0	0.00	37.30	-----
DICIEMBRE	1	31.70	0.90	28.53	3.0	2.85	25.68	-----
	2	37.32	0.69	25.75	0.5	0.48	25.27	-----
	3	38.02	0.18	6.84	1.8	1.71	5.13	-----
<b>TOTAL</b>		<b>404.74</b>		<b>294.27</b>	<b>85.8</b>	<b>79.40</b>	<b>242.74</b>	<b>27.87</b>

FUENTE: Registros climatológicos del INSIVUMEH, 1992.

**CUADRO 5. BALANCE HIDRICO PARA LA VARIEDAD DE MAIZ ICTA B-1**  
**CICLO VEGETATIVO 120 DIAS**  
**FECHA DE SIEMBRA 25/SEPTIEMBRE/92**

MES	DECADA	ETP (mm)	KC	ETM (mm)	pp (mm)	Pe (mm)	DEFICIT (mm/10 d)	EXCESO (mm/10 d)
SEPTIEMBRE	3	43.25	0.24	10.38	42.5	38.25	-----	27.87
OCTUBRE	1	44.22	0.40	17.68	19.8	18.81	-----	1.13
	2	45.50	0.64	29.12	0.0	0.00	29.12	-----
	3	45.41	0.80	36.33	6.0	5.70	30.63	-----
NOVIEMBRE	1	42.89	0.80	34.31	1.7	1.62	32.69	-----
	2	39.13	1.08	42.26	10.5	9.98	32.28	-----
	3	37.30	1.20	44.76	0.0	0.00	44.76	-----
DICIEMBRE	1	31.70	1.00	31.70	3.0	2.85	28.85	-----
	2	37.32	0.90	33.60	0.5	0.48	33.12	-----
	3	38.02	0.84	31.94	1.8	1.71	30.23	-----
ENERO/93	1	35.54	0.42	14.93	0.0	0.00	14.93	-----
<b>TOTAL</b>		<b>440.28</b>		<b>327.01</b>	<b>85.8</b>	<b>79.40</b>	<b>276.61</b>	<b>29.00</b>

FUENTE: Registros climatológicos del INSIVUMEH, 1992.

Puede observarse que a lo largo del ciclo del cultivo, el déficit hídrico fué severo y que la precipitación pluvial no satisfizo los requerimientos de agua para el cultivo.

Se determina la variedad ICTA B - 1, como la de mayor demanda de agua en todo su ciclo con un valor de 327.01 mm y la variedad Arriquín como la de menor demanda con un valor de 271.61 mm. Lógicamente, esto responde a que son materiales con ciclos vegetativos diferentes.

En las Figuras 2, 3 y 4, se puede observar la etapa fenológica del cultivo en relación al balance hídrico.

Para las tres variedades de maíz utilizadas en el estudio, el déficit hídrico se había establecido cuando iniciaron su etapa reproductiva (inicio de la floración). Siendo en esta etapa cuando el cultivo necesita mas agua, se deduce que las limitaciones hídricas a que estuvieron sometidos los materiales incidieron en el rendimiento final.

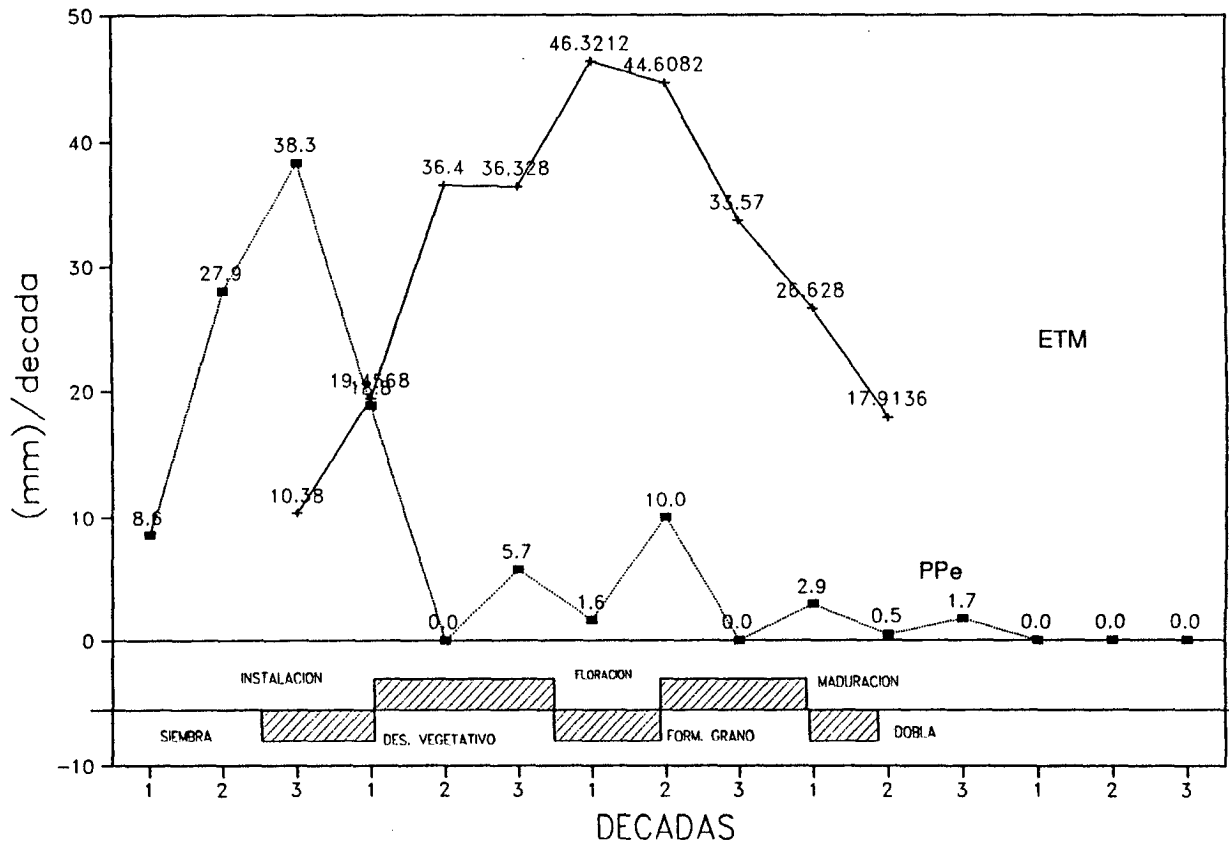


FIGURA 2 BALANCE HIDRICO, MAIZ ARRIQUIN  
SAN JUAN, ZACAPA (SEP-DIC 1992)

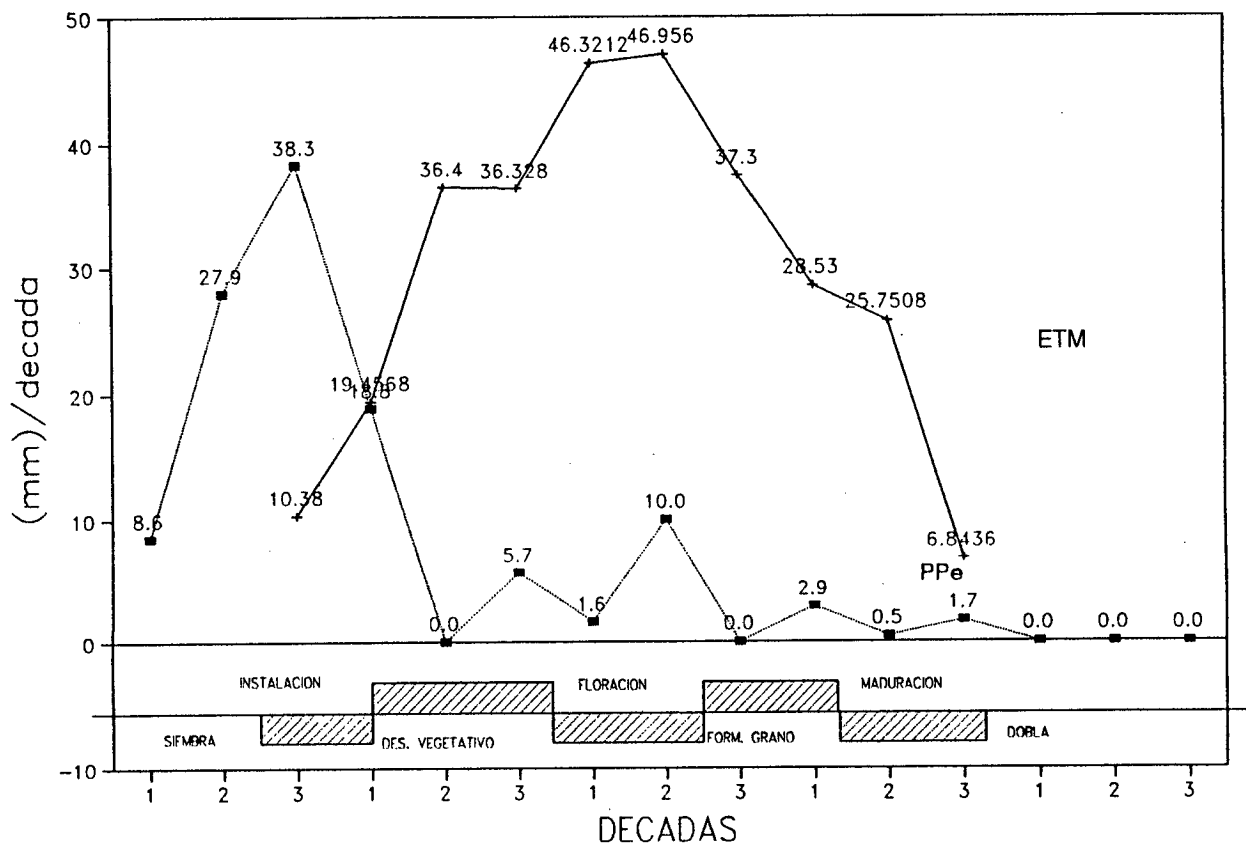


FIGURA 3 BALANCE HIDRICO, MAIZ ICTA B-5  
SAN JUAN, ZACAPA (SEP-DIC, 1992)

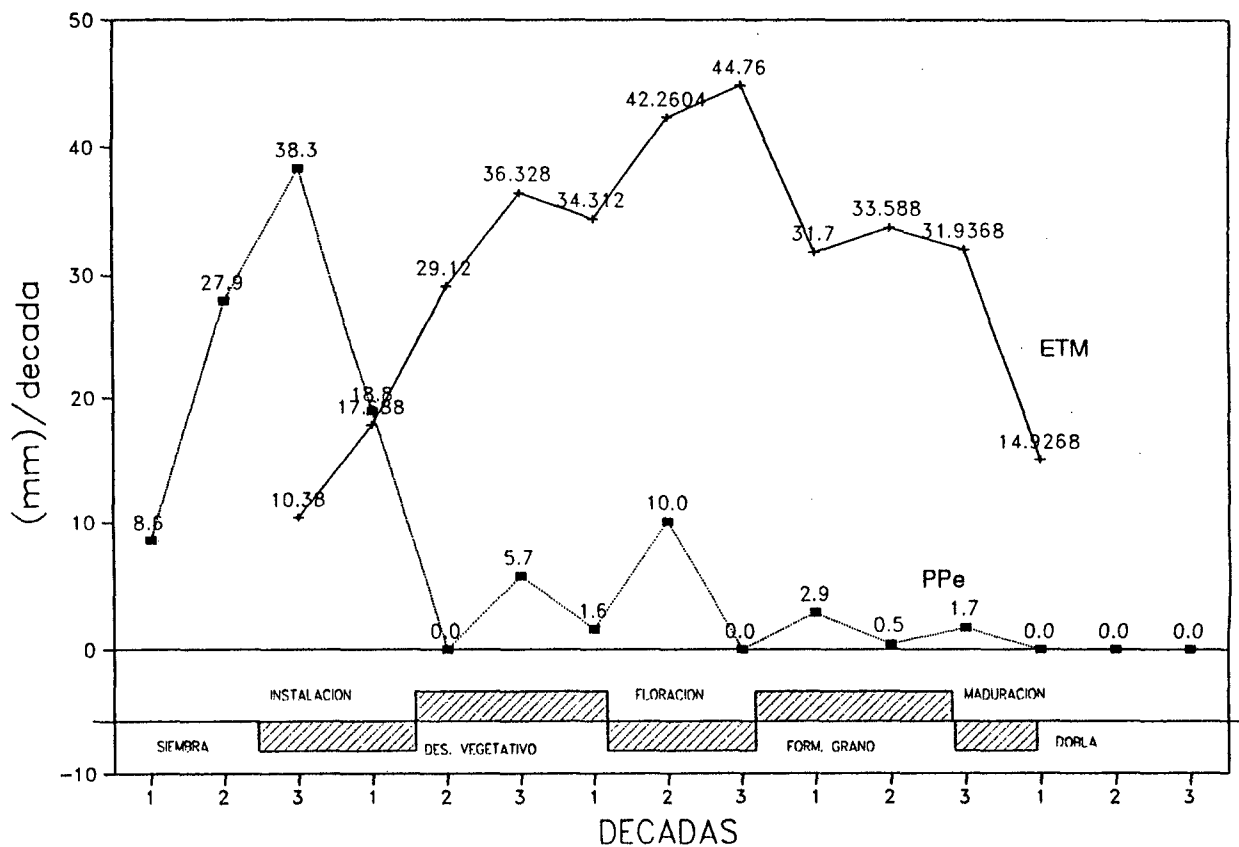


FIGURA 4 BALANCE HIDRICO, MAIZ ICTA B-1  
SAN JUAN, ZACAPA (SEP-92 ENE-93)

### 6.3 RENDIMIENTO

En el Cuadro 6, se presentan los resultados obtenidos en cuanto a rendimiento, por variedad y práctica de conservación evaluados.

**CUADRO 6.** Rendimientos de maíz en Kg/ha por variedad y práctica de conservación evaluadas en la aldea San Juan, Zacapa.

	Arriquín	B-5	B-1
Acequias	1483	685	782
Cobertura Vegetal	804	1149	1059
Barreras	1405	1281	1055
Testigo	824	698	610

FUENTE: Datos de campo e interpretación de gabinete.

Puede notarse que la variedad Arriquín en interacción con las prácticas de acequias de infiltración y barreras muertas, presenta los más altos rendimientos, seguida por la variedad ICTA B-5 en interacción con la práctica de barreras muertas; lo que puede indicar que esta práctica ha respondido en mejor forma para la conservación de la humedad en el suelo.

### 6.4 ANALISIS DE VARIANZA

En el Cuadro 7, se presenta el análisis de varianza para el rendimiento el cual muestra alta significancia para las prácticas de conservación, variedades y la interacción práctica - variedades.

CUADRO 7. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE MAIZ (Kg/ha) EN LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.t.		
					0.05	0.01	
BLOQUES	3	358017.00	119339.00				
PRACTICAS CONSERVACION	3	1803825.00	601275.00	14.52	3.86	6.99	**
ERROR (a)	9	372640.33	41404.48				
VARIETADES	2	536186.00	268093.00	7.72	3.40	5.61	**
INTERACCION (AB)	6	1086742.00	181123.67	5.21	2.51	3.67	**
ERROR (b)	24	833626.67	34734.44				
TOTAL	47	4991037.00					

\* Significativo al 0.05 %

\*\* Altamente significativo (al 0.01 %)

NS No significativo

C.V. 18.90%

El coeficiente de variación obtenido (18.9 %), nos permite deducir que la información obtenida en el presente trabajo se encuentra dentro de los rangos estadísticos permitidos. Considerando la dinámica de las relaciones suelo - planta - agua - atmósfera, el valor del coeficiente de variación es adecuado para los objetivos propuestos.

En el cuadro 8, se presentan los resultados de las pruebas de medias para la interacción práctica - variedad.



**CUADRO 8.** PRUEBA DE MEDIAS TUKEY Y DMS PARA LA INTERACCION PRACTICA-VARIEDAD, EN RELACION AL RENDIMIENTO DE MAIZ, EN LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA. 1992.

INTERACCION	PRESENTACION
A1B1	A
A3B1	A B
A3B2	A B C
A2B3	B C D
A3B3	B C D
A2B2	C D
A1B2	C D E
A4B1	D E
A2B1	D E
A1B3	D E
A4B2	D E
A4B3	E

Con los resultados del cuadro anterior, se establece que las interacciones de la variedad Arriquín (tradicional del agricultor) en asocio con las prácticas de acequias o barreras muertas, son estadísticamente iguales, reportando los más altos rendimientos, confirmando los resultados de los Cuadros 2 y 6.

### 6.5 ANALISIS ECONOMICO

En los Cuadros 11A, 12A, 13A y 14A, se puede observar que los sistemas Arriquín - Testigo e ICTA B-5 - Barreras muertas, son los que generan una mayor pérdida al agricultor. Por otro lado, se tiene que la interacción Arriquín - Barreras muertas, se perfila como la solución más económica para la conservación de la humedad en el suelo, proveniente del agua de lluvia, puesto que es el asocio que no genera pérdida al agricultor.

También, es importante mencionar que la interacción Arriquín - Acequias

genera una pérdida reducida, por lo que podría considerarse como una segunda opción tecnológica si se tomara en cuenta que el agricultor no considera la mano de obra familiar dentro de los costos de su cultivo.

Es importante mencionar que el rendimiento obtenido con la variedad Arriquín, también está influenciado por la adaptabilidad de este material a condiciones marginales de cultivo. Por otro lado, se tiene que los bajos rendimientos observados en los materiales mejorados de ICTA, se debe a que los mismos no fueron generados para expresar su potencial de rendimiento bajo condiciones de baja tecnología.

Considerando los argumentos anteriormente expuestos, es evidente que la interacción Arriquín - Barreras muertas puede considerarse en una primera aproximación como la opción más viable para la sostenibilidad de la agricultura de la comunidad de San Juan, Zacapa.

## 7. CONCLUSIONES

- 7.1 Cada una de las prácticas de conservación de suelo y agua evaluadas, conservan la humedad en diferentes niveles manifestándose cierta influencia debido a la variabilidad espacial de la textura del suelo.
- 7.2 Estadística y económicamente, la práctica de barreras muertas se presenta como la opción tecnológica más asequible para las condiciones de agricultura de secano, practicada por los agricultores de la Aldea San Juan, Zacapa.
- 7.3 La adaptabilidad de la variedad Arriquín, tradicional del agricultor, a condiciones marginales de suelo y clima y, la capacidad de conservación de la humedad en el suelo por parte de la práctica de barreras muertas, permitió obtener un mayor ingreso neto en relación a las otras practicas y variedades evaluadas.
- 7.4 El déficit hídrico manifiesto en la etapa de mayor necesidad de agua del cultivo, limitó a cada una de las variedades utilizadas, expresar su potencial de rendimiento.

## 8. RECOMENDACIONES

En primera aproximación y para las condiciones edafoclimáticas de la aldea San Juan, Zacapa, se recomienda el asocio de la variedad Arriquín con la práctica de barreras muertas, debido a que estadística y económicamente, es la opción más asequible para el agricultor; pero antes, es necesario efectuar un estudio de prueba-validación del mismo.

Es oportuno mencionar que para el efecto, se debe llevar un seguimiento mas riguroso de la humedad en el suelo: en este sentido, el uso de técnicas neutrónicas podría ser el mas recomendable porque no es destructivo del suelo y por las ventajas de repetitividad en el tiempo que este método permite.

Por último, se considera importante recomendar el uso de tensiómetros en estudios futuros, con los cuales se podrá conocer la dirección de los flujos de agua (capilaridad, drenaje), así como el potencial hídrico en el suelo.

## 9. 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. EPSA - Investigación Inferencial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 45 p.
2. COLEGIO DE POST-GRADUADOS DE CHAPINGO (Méx.). 1977. Manual de conservación del suelo y del agua. México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 248 p.
3. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
4. DIAZ, C.E. 1989. Evaluación preliminar de tres estructuras de conservación de suelos y dos variedades introducidas de maíz (*Zea mays* L.) en Nochán, Olopa, Chiquimula. EPSA - Investigación Inferencial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 53 p.
5. DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. 1986. Las necesidades de agua de los cultivos. Roma, FAO. 193 p.
6. FION, D.A. 1980. Análisis de precipitación pluvial en tres municipios de Jutiapa, para la determinación de épocas de siembra de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
7. 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.
8. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS. 1984. Maíces de Guatemala para el trópico. Guatemala, ICTA. Folleto Técnico no. 30. 24 p.
9. 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.

10. PERU. DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS, SUELOS E IRRIGACIONES 1985. Manual técnico de conservación de suelos. Programa nacional de conservación de suelos y aguas en cuencas hidrográficas; convenio Perú-AID. Perú. 129 p.
11. PIZARRO, F. 1990. Riegos localizados de alta frecuencia. España, Ed. Mundi-Prensa. 469 p.
12. REYES, C.P. 1978. Diseño de experimentos aplicados. México, Trillas. 344 p.
13. SIMMONS, C.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Traducido por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
14. STEEL, R.G.; TORRIE, J.H. 1989. Bioestadística: principios y procedimientos. México, McGraw-Hill. 622 p.
15. SUAREZ, F. 1982. Conservación de suelos. 2 ed. San José, Costa Rica, IICA. 315 p.
16. TROEH, F.R.; HOBBS, J.A.; DONAHUE, R.L. 1977. Soily and water conservation for productivity and environmental protection. New Jersey, EEUU, Prentice-Hall. p. 454-487
17. VARGAS, E.R. 1990. 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. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 51 p.

Vo.B. Rolando Barrios.



10. APENDICE

**CUADRO 9A.** Parámetros climáticos promedio de 17 años de registro de la estación tipo A, "La Fragua", Estanzuela, Zacapa.

MES	T°C	P (%)	VIENTO (Km/h)	HR (%)	pp (mm)
ENERO	25.0	8.06	9.8	67	2.5
FEBRERO	25.9	7.28	11.1	68	2.9
MARZO	28.2	8.37	11.0	65	4.6
ABRIL	28.9	8.40	9.6	73	13.3
MAYO	29.0	8.99	9.0	79	81.1
JUNIO	27.3	8.70	6.8	82	134.6
JULIO	26.9	8.09	7.8	80	93.4
AGOSTO	27.1	6.20	8.4	81	95.8
SEPTIEMBRE	26.8	6.00	6.8	78	109.5
OCTUBRE	26.6	8.57	7.5	78	47.7
NOVIEMBRE	29.8	7.80	8.3	77	11.0
DICIEMBRE	24.9	7.75	9.0	74	6.0

**FUENTE:** Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH. 1974-91



SECTOR PUBLICO AGROPECUARIO Y DE ALIMENTACION  
 INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS  
 DISCIPLINA DE MANEJO DE SUELOS  
 7a. Av. 3-67, Zona 13, La Aurora, Tel. 63942

CUADRO 10 "A"

Nombre de la Finca \_\_\_\_\_  
 E Aldea más cercana SAN JUAN  
 L Municipio ZACAPA  
 A Departamento ZACAPA  
 G Agricultor Daniel Hernández

DIRECCION A DONDE SE ENVIARAN LOS RESULTADOS	
Nombre	<u>Saúl Pérez A.</u>
Dirección	<u>DIRTA/DIGESA</u>

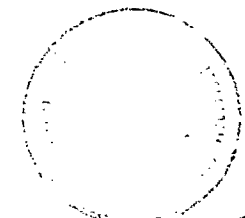
NOTA: USE UNA CASILLA PARA CADA MUESTRA LLENANDO ORIGINAL Y COPIA

A G R I C U L T O R A N O T A	Campo No.	<u>1</u>																
	Muestra No.	<u>1</u>																
	Area que representa cada muestra																	
	Cultivo Anterior																	
	Fertilizante usado (fórmula)																	
	Cuántos quintales usó por manzana																	
	Rendimiento que obtuvo																	
	Qué cultivo desea recomendación	<u>MAIZ</u>																
	Mes que sembrará	<u>SEPT/OCT</u>																
	Edad si son cultivos perennes																	

PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO.

Muestra No.	Laboratorio	pH	Microgramos/ml.			Meq/100 ml de Suelo		Recomendación Número
			P	K		Ca	Mg	
		<u>6.6</u>	<u>18.55</u>	<u>118</u>		<u>7.47</u>	<u>2.55</u>	<u>3</u>

OBSERVACIONES



*[Signature]*  
 Laboratorio de Suelos

Fecha: 2/SEPT/92

CUADRO 11A. COSTO DE PRODUCCION POR HECTAREA DE MAIZ, EN LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA  
PARA LA INTERACCION ARRIQUIN - TESTIGO

C O N C E P T O	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>I. COSTOS</b>					
<b>1. COSTOS DIRECTOS</b>					
1.1 Arrendamiento terreno/4 meses	Quetzales				300.00
1.2 Limpieza del terreno	Jornal	10	12.00	120.00	
1.3 Siembra	Jornal	5	12.00	60.00	
1.4 Labores culturales					
1.4.1 Fertilizacion	Jornal	5	12.00	60.00	
1.4.2 Limpias	Jornal	10	12.00	120.00	
1.4.3 Aplicacion pesticidas	Jornal	10	12.00	120.00	
1.5 Cosecha					
1.5.1 Dobra y tapisca	Jornal	5	12.00	60.00	
1.5.2 Desgrane	Jornal	5	12.00	60.00	
1.6 Insumos					
1.6.1 Semilla	Lb.	30	0.50	15.00	
1.6.2 Fertilizantes	qq.	2.75	70.00	192.50	
1.6.3 Pesticidas	Lb.	30	0.35	10.50	
SUB - TOTAL					818.00
<b>2. COSTOS INDIRECTOS</b>					
2.1 Administracion (5%)				40.90	
2.3 Imprevistos (5%)				40.90	
2.4 Intereses (8%)				65.44	
SUB - TOTAL					147.24
TOTAL COSTOS					1265.24
<b>II. INGRESO BRUTO (IB)</b>					
Venta del producto					895.00
<b>III. INGRESO NETO (IB - CT)</b>					
Ingreso bruto - Costo total					-370.24

CUADRO 12A. COSTO DE PRODUCCION POR HECTAREA DE MAIZ, EN LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA  
PARA LA INTERACCION ARRIQUIN - ACEQUIAS

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>I. COSTOS</b>					
1. COSTOS DIRECTOS					
1.1 Arrendamiento terreno/4 meses	Quetzales				300.00
1.2 Limpieza del terreno	Jornal	10	12.00	120.00	
1.3 Construccion de acequias	Jornal	20	12.00	240.00	
1.4 Siembra	Jornal	5	12.00	60.00	
1.5 Labores culturales					
1.5.1 Fertilizacion	Jornal	5	12.00	60.00	
1.5.2 Limpias	Jornal	10	12.00	120.00	
1.5.3 Aplicacion pesticidas	Jornal	10	12.00	120.00	
1.6 Cosecha					
1.6.1 Dobla y tapisca	Jornal	5	12.00	60.00	
1.6.2 Desgrane	Jornal	5	12.00	60.00	
1.7 Insumos					
1.7.1 Semilla	Lb.	30	0.50	15.00	
1.7.2 Fertilizantes	qq.	2.75	70.00	192.50	
1.7.3 Pesticidas	Lb.	30	0.35	10.50	
SUB - TOTAL					1058.00
2. COSTOS INDIRECTOS					
2.1 Administracion (5%)				52.90	
2.3 Imprevistos (5%)				52.90	
2.4 Intereses (8%)				84.64	
SUB - TOTAL					190.44
TOTAL COSTOS					1548.44
<b>II. INGRESO BRUTO (IB)</b>					
Venta del producto					1611.95
<b>III. INGRESO NETO (IB - CT)</b>					
Ingreso bruto - Costo total					63.51

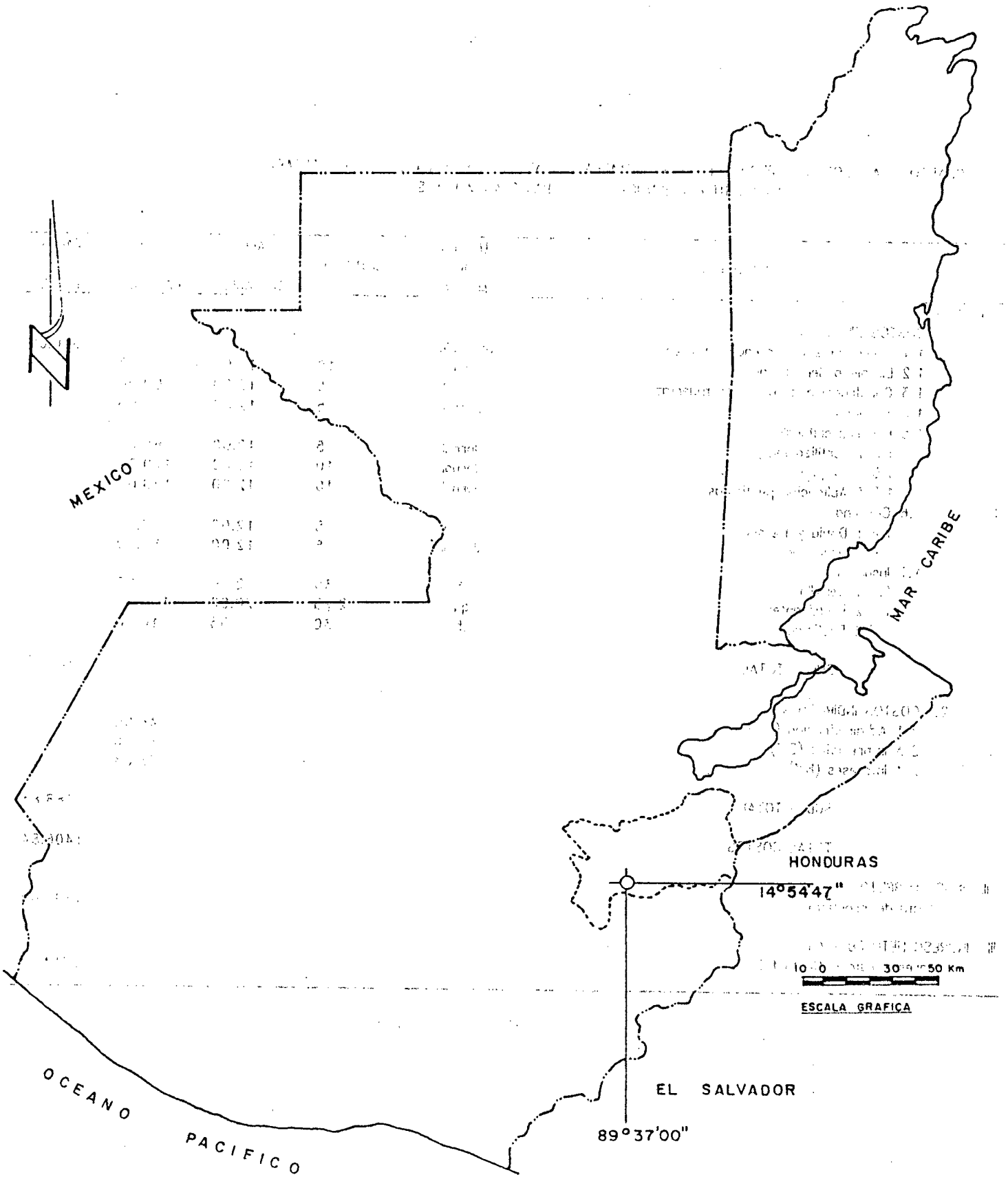
CUADRO 13A. COSTO DE PRODUCCION POR HECTAREA DE MAIZ, EN LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA  
PARA LA INTERACCION ARRIQUIN - BARRERAS MUERTAS

C O N C E P T O	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR	VALOR	VALOR
			UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>I. COSTOS</b>					
1. COSTOS DIRECTOS					
1.1 Arrendamiento terreno/4 meses	Quetzales				300.00
1.2 Limpieza del terreno	Jornal	10	12.00	120.00	
1.3 Construccion de barreras muertas	Jornal	5	12.00	60.00	
1.4 Siembra	Jornal	5	12.00	60.00	
1.5 Labores culturales					
1.5.1 Fertilizacion	Jornal	5	12.00	60.00	
1.5.2 Limpias	Jornal	10	12.00	120.00	
1.5.3 Aplicacion pesticidas	Jornal	10	12.00	120.00	
1.6 Cosecha					
1.6.1 Dobra y tapisca	Jornal	5	12.00	60.00	
1.6.2 Desgrane	Jornal	5	12.00	60.00	
1.7 Insumos					
1.7.1 Semilla	Lb.	30	0.50	15.00	
1.7.2 Fertilizantes	qq.	2.75	70.00	192.50	
1.7.3 Pesticidas	Lb.	30	0.35	10.50	
SUB - TOTAL					878.00
2. COSTOS INDIRECTOS					
2.1 Administracion (5%)				43.90	
2.3 Imprevistos (5%)				43.90	
2.4 Intereses (8%)				70.24	
SUB - TOTAL					158.04
TOTAL COSTOS					1336.04
<b>II. INGRESO BRUTO (IB)</b>					
Venta del producto					1527.00
<b>III. INGRESO NETO (IB - CT)</b>					
Ingreso bruto - Costo total					190.96

CUADRO 14A. COSTO DE PRODUCCION POR HECTAREA DE MAIZ, EN LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA  
PARA LA INTERACCION ICTA B-5 - BARRERAS MUERTAS

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>I. COSTOS</b>					
<b>1. COSTOS DIRECTOS</b>					
1.1 Arrendamiento terreno/4 meses	Quezales				300.00
1.2 Limpieza del terreno	Jornal	10	12.00	120.00	
1.3 Construccion de barreras muertas	Jornal	5	12.00	60.00	
1.4 Siembra	Jornal	5	12.00	60.00	
1.5 Labores culturales					
1.5.1 Fertilizacion	Jornal	5	12.00	60.00	
1.5.2 Limpias	Jornal	10	12.00	120.00	
1.5.3 Aplicacion pesticidas	Jornal	10	12.00	120.00	
1.6 Cosecha					
1.6.1 Dobra y tapisca	Jornal	5	12.00	60.00	
1.6.2 Desgrane	Jornal	5	12.00	60.00	
1.7 Insumos					
1.7.1 Semilla	Lb.	30	2.50	75.00	
1.7.2 Fertilizantes	qq.	2.75	70.00	192.50	
1.7.3 Pesticidas	Lb.	30	0.35	10.50	
SUB - TOTAL					938.00
<b>2. COSTOS INDIRECTOS</b>					
2.1 Administracion (5%)				46.90	
2.3 Imprevistos (5%)				46.90	
2.4 Intereses (8%)				75.04	
SUB - TOTAL					168.84
TOTAL COSTOS					1406.84
<b>II. INGRESO BRUTO (IB)</b>					
Venta del producto					1392.00
<b>III. INGRESO NETO (IB - CT)</b>					
Ingreso bruto - Costo total					-14.84

FIGURA 5A. Mapa de localización de la Aldea San Juan, Zacapa.



**FIGURA 6A.** Croquis de muestreo de suelos en el área del ensayo.  
Aldea San Juan, Zacapa.

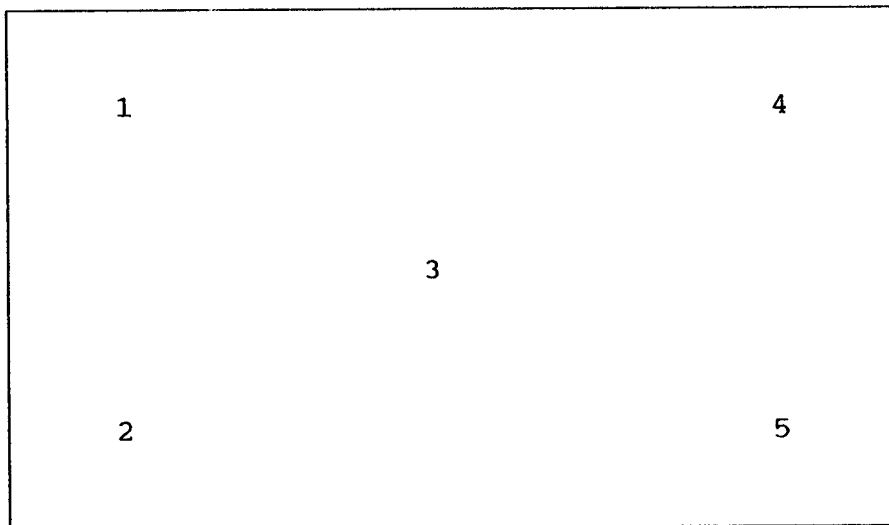
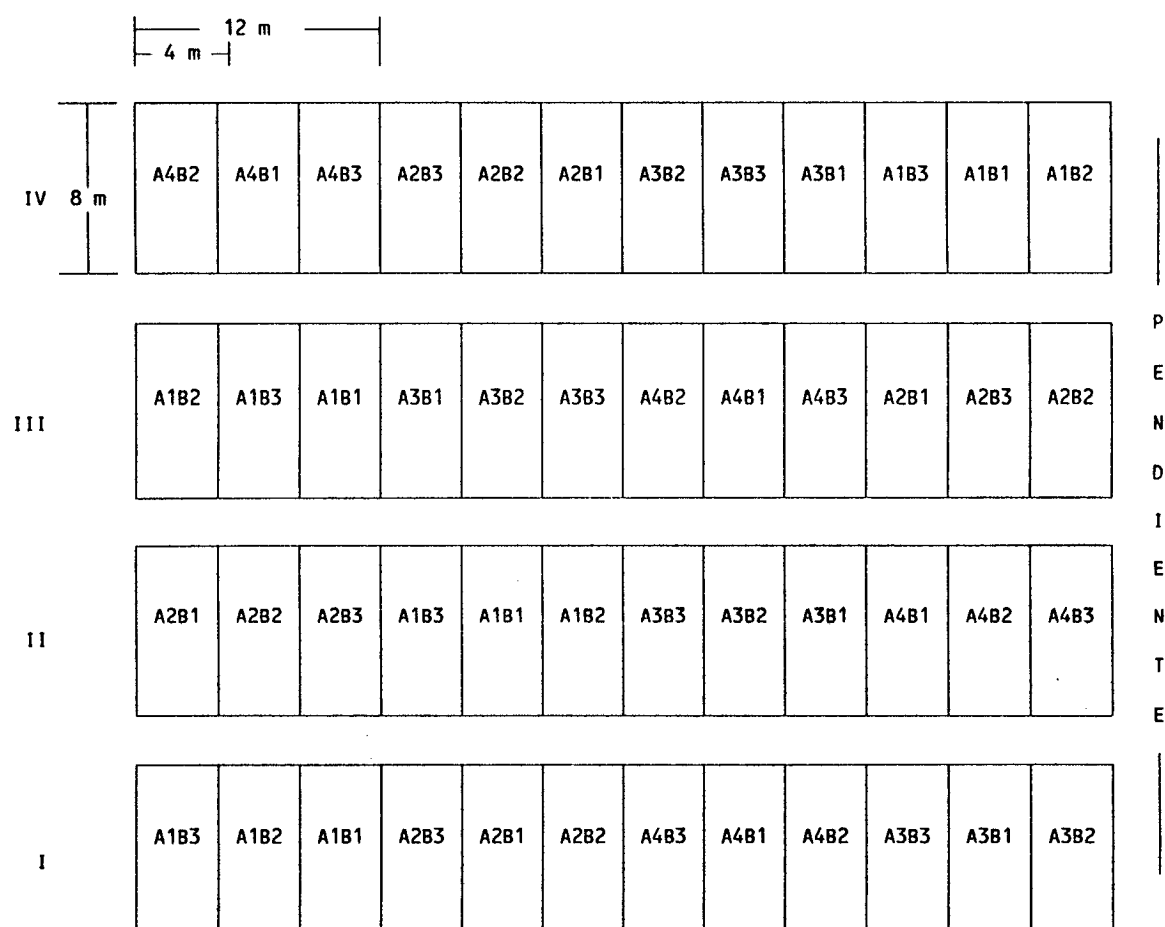


FIGURA 7A. CROQUIS DE CAMPO DEL ENSAYO REALIZADO EN LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA.



A1 = Arriquín  
 A2 = Cobertura vegetal  
 A3 = Barreras muertas  
 A4 = Testigo

B1 = Arriquín  
 B2 = ICTA B-5  
 B3 = ICTA B-1





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
 AGRONOMICAS

Ref. Sem.014-93

LA TESIS TITULADA: "ESTUDIO DEL EFECTO DE PRACTICAS AGRONOMICAS Y MECANICAS DE CONSERVACION DE HUMEDAD EN EL SUELO, SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAIZ (Zea mays L.), EN LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA. ESTUDIO DE CASO".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: GREGORIO SAUL PEREZ ARANA

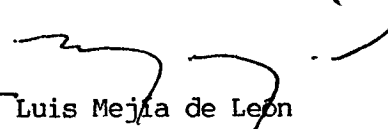
CARNET No: 57825

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno  
 Ing. Agr. Víctor Hugo Méndez


EL Asesor y las 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. Jorge Raúl Escobar  
 ASESOR



  
 Dr. Luis Mejía de León  
 DIRECTOR DEL IIA.

I M P R I M A S E

  
 Ing. Agr. Efraín Medina Guerra  
 DECANO

