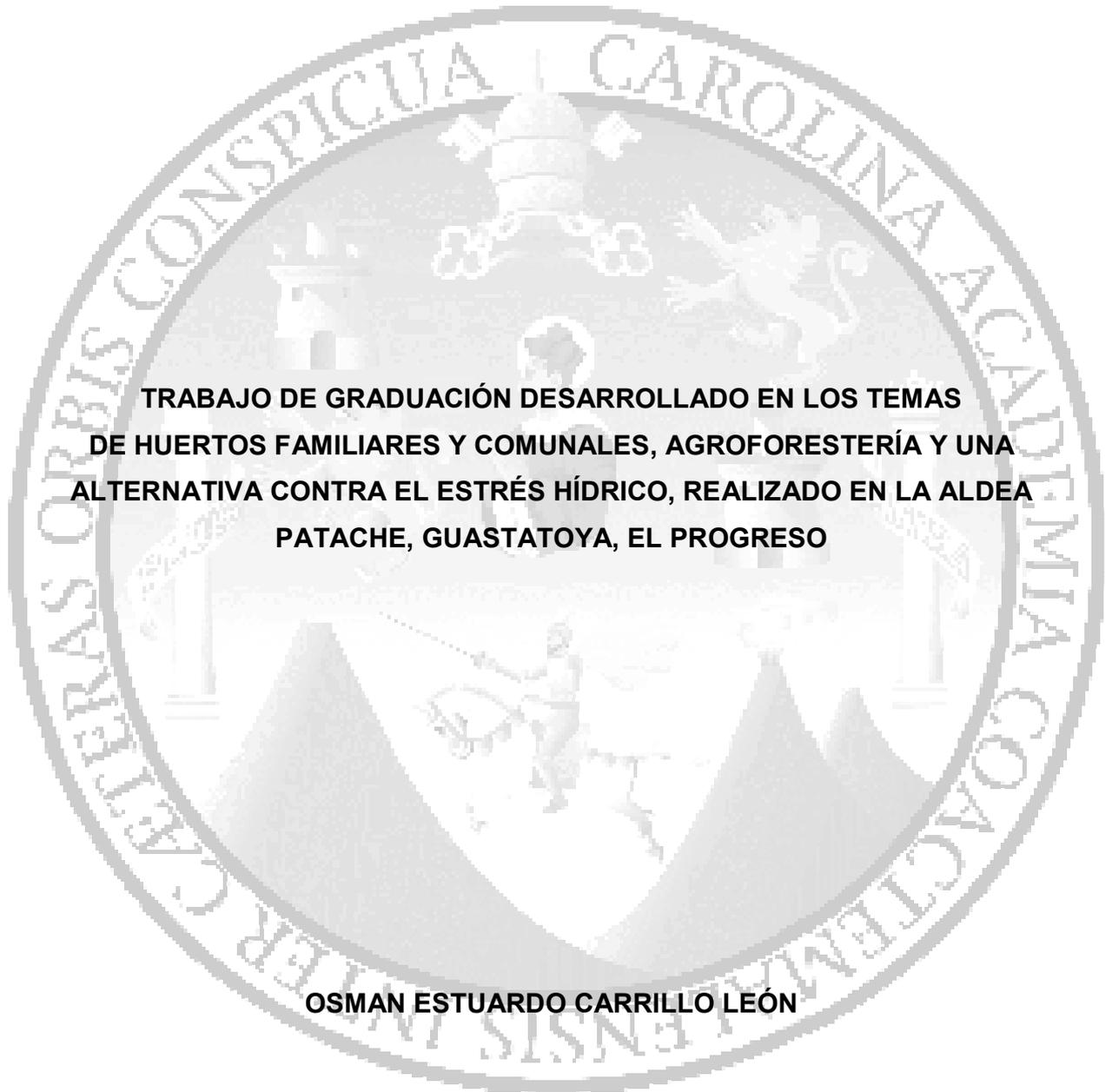


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
AREA INTEGRADA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN DESARROLLADO EN LOS TEMAS
DE HUERTOS FAMILIARES Y COMUNALES, AGROFORESTERÍA Y UNA
ALTERNATIVA CONTRA EL ESTRÉS HÍDRICO, REALIZADO EN LA ALDEA
PATACHE, GUASTATOYA, EL PROGRESO**

OSMAN ESTUARDO CARRILLO LEÓN

GUATEMALA, FEBRERO DEL 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
AREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN DESARROLLADO EN LOS TEMAS
DE HUERTOS FAMILIARES Y COMUNALES, AGROFORESTERÍA Y UNA
ALTERNATIVA CONTRA EL ESTRÉS HÍDRICO, REALIZADO EN LA ALDEA
PATACHE, GUASTATOYA, EL PROGRESO**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

OSMAN ESTUARDO CARRILLO LEÓN

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, febrero del 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

Ing. Agr. Francisco Javier Vásquez Vásquez

VOCAL PRIMERO

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes

VOCAL SEGUNDO

Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

VOCAL TERCERO

Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila

VOCAL CUARTO

P. For. Mirna Regina Valiente

VOCAL QUINTO

P. Agr. Nery Boanerges Guzmán Aquino

SECRETARIO

Ing. Agr. Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, febrero del 2008

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación:

**DESARROLLADO EN LOS TEMAS DE HUERTOS FAMILIARES Y COMUNALES,
AGROFORESTERÍA Y UNA ALTERNATIVA CONTRA EL ESTRÉS HÍDRICO,
REALIZADO EN LA ALDEA PATACHE, GUASTATOYA, EL PROGRESO**

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

Esperando el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

OSMAN ESTUARDO CARRILLO LEÓN

ACTO QUE DEDICO

A:

JESÚS

Fuente inagotable de amor y misericordia, gracias por ser siempre mi amigo fiel.

VÍRGEN MARÍA

Mi segunda madre e intercesora por excelencia, gracias por caminar junto a mí.

MIS PADRES

Osman Carrillo Molina e Hilda Marina León Orozco, por su amor, dedicación, sacrificio y paciencia, que hoy hacen posible ésta alegría y la culminación de mi carrera, sin ustedes no habría sido posible.

MI HERMANO

Luis Carlos Carrillo León, por tu ejemplo de calidad humana, apoyo incondicional y ser siempre mi amigo.

MIS ABUELITOS

Moisés Carrillo Monterroso (†) y María Albina Molina. Alfredo León Girón (†) y Josefina Orozco Escobar (†).

**MIS AMIGOS DEL GRUPO
JUAN PABLO II**

Hayner Valiente, Marlon Castillo, Jessica Sosa, Leo Rossi, Ana María, María del Carmen, Doña Malena, Doña Inés, Güichote, Pedro Julio, Josué "Joshi" (†), Allan, Willy, Anibal León, Andrea Chamorro, Carlos Martínez, Claudia Torres, Coky Arriola, Daniel, Enrique, Cindy, Gaby Contreras, Gaby Villatoro, Gris, Jhony, José, Hugo, Poncho, Ligia León, Holger, Edy, Luis Pedro, Emilio, Mariela, Katy, Andrea Villeda, Paola, Guillermo, Javier, Ana Lucía, Raúl, Edwin, Tony, Reynaldo, Vicky, Yanik, Ney, Yoselin, Stephani, Rosselin y Jimena. Gracias por ser mis mejores amigos.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

**FAMILIA MALDONADO
GURDÍAN**

Ing. Agr. Mynor Maldonado e Inga. Agr. Belén Gurdían, a sus hijos: Daniel y Ana Belén, gracias por su amistad y permitirme compartir con su familia.

FAMILIA AYALA MUÑOZ

Don David Ayala, Doña Auri Muñoz, a sus hijos: Zonia, Andrés y Benjamín, gracias por su amistad y permitirme compartir con su familia.

FAMILIA OCHOA MEJÍA

Amer Ochoa, Cecilia Mejía y a su hijita, la niña Fátima del Carmen.

**FAMILIA RODRÍGUEZ
BOECKMANN**

Juan José Rodríguez y Heidi Boeckmann.

MIS PRIMOS Y PRIMAS

Por su ejemplo y apoyo, especialmente a Osman Rodríguez, Moisés Carrillo, José Luis Carrillo, Vilmar Noel Carrillo y Alfredo Agustín Ochoa.

MIS TÍOS Y TIAS

Con cariño y respeto. Especialmente a mi tía Lilliam Patricia y a su hijo Herber Alfredo, gracias por haberme hecho compañía cuando me enfermé.

MIS AMIGOS Y AMIGAS

Jorge Carballo, José Morán, José Coché, Víctor López, Mónica Aldana, Teresa Guerra, Brenda García, Deyssi Rodríguez, Elizabeth, David Mendieta, Jorge Arteaga, Felipe Valle, Alba, Lili Arévalo, Hugo Quiróa, Juan Carlos, Peter, Mario Gómez, Fernando Itzep, Licda, Erika Zuleta y Licda. Adela del Carmen, gracias por su amistad.

AGRADECIMIENTOS

A:

MIS ASESORES

Ing. Agr. Aníbal Sacbajá e Ing. Agr. Hermógenes Castillo, por su apoyo en la elaboración de la investigación.

A LOS PROFESIONALES

Ph. D. Edin Orozco Miranda e Ing. Agr. Francisco Vásquez, por su apoyo en la elaboración de la investigación.

FAO-PESA

Especialmente a quienes laboraron en el municipio de Guastatoya: Dámaris Eguizabal, Clara Martínez, Héctor, Erwin, Milton, Ing. Agr. Camilo Medina, Ing. Agr. Gustavo Corzántes, Licda. Patricia Domínguez, Jorge Ramírez y Edgar Escobar, por su apoyo durante mi EPSA.

ALDEA PATACHE

Especialmente a Don Jesús Estrada, por su colaboración y apoyo durante mi EPSA.

FAUSAC

Gracias por permitirme cruzar sus gloriosas aulas y por mi formación profesional.

Y a todas aquellas personas y entidades, que me apoyaron durante mi Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía, y en la realización de éste documento, muchas gracias.

CAPITULO I

DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD PATACHE, EN EL MUNICIPIO DE GUASTATOYA, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

CAPITULO II

INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ACRILAMIDA DE ÁCIDO ACRÍLICO SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) VARIEDAD ICTA B-7, CON ESTRÉS HÍDRICO EN LA ETAPA DE FLORACIÓN Y BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

RESEARCH

EVALUATION OF THE EFFECT OF ACRYLAMIDE ACRYLIC ACID ON THE YIELD OF THE CORN VARIETY ICTA B-7, WITH WATER STRESS AT FLOWERING STAGE AND UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

CAPITULO III

**SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROGRAMA ESPECIAL PARA LA SEGURIDAD
ALIMENTARIA (PESA), EN EL MUNICIPIO DE GUASTATOYA,
DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
RESUMEN	xii
CAPITULO I. Diagnóstico de la comunidad Patache, en el municipio de Guastatoya, departamento de El Progreso.	1
1.1 PRESENTACIÓN	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1 Localización y límites	3
1.2.2 Vías de acceso	3
1.2.3 Clima	3
1.2.4 Zona de vida	3
1.2.5 Suelos	3
1.2.6 Capacidad de uso de la tierra	4
1.2.7 El PESA	4
A. Comunidades de trabajo	4
B. Proyectos implementados	5
C. Proyectos pendientes	5
D. Comunidades pendientes	5
1.3 OBJETIVOS	6
1.3.1 General	6
1.3.2 Específicos	6
1.4 METODOLOGÍA	7
1.4.1 Primera Fase	7
1.4.2 Segunda Fase	7
1.5 RESULTADOS	9
1.5.1 Población	9
A. Vivienda	9
B. Acceso a servicios	9
C. Infraestructura	9
D. Tenencia de la tierra	9
1.5.2 Participación organizada	9
1.5.3 Actividades productivas	10
A. Trabajo asalariado	10
B. Producción pecuaria	10
C. Producción agrícola	10
a. Cultivos	10
b. Preparación del suelo	10
c. Siembra	10
d. Labores culturales	10
e. Plagas	11
f. Requerimiento de agua de los cultivos	11

g. Cosecha	11
h. Rendimientos	11
1.5.4 Alimentación	11
1.5.5 Estrategias de subsistencia	12
1.5.6 Precipitación pluvial.....	12
1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	17
1.6.1 Conclusiones.....	17
1.6.2 Recomendaciones.....	17
1.7 BIBLIOGRAFÍA	18
CAPITULO II. Evaluación del efecto de la acrilamida de ácido acrílico sobre el rendimiento de maíz (<i>Zea mays</i> L.) variedad ICTA B-7, con estrés hídrico en la etapa de floración y bajo condiciones de invernadero.....	22
2.1 PRESENTACIÓN	23
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	24
2.2.1 El cultivo de maíz	24
A. Origen e importancia.....	24
B. Clasificación botánica	24
C. Fenología del cultivo	25
a. Etapa vegetativa.....	25
b. Etapa reproductiva	25
c. Etapa de llenado de grano.....	25
D. Requerimientos del cultivo.....	26
a. Temperatura.....	26
b. Fotoperíodo.....	26
c. Suelo	26
d. Agua.....	26
2.2.2 Manejo del agua en el cultivo de maíz	27
A. Déficit permitido de manejo.....	27
B. Déficit hídrico	28
2.2.3 Evapotranspiración.....	28
2.2.4 Evapotranspiración potencial	28
A. Tanque de evaporación tipo “A”	29
B. Instalación.....	29
2.2.5 Variedad de maíz ICTA B-7.....	30
A. Siembra.....	30
B. Características agronómicas.....	30
C. Requerimiento de macro nutrientes	30
D. Plagas.....	30
2.2.6 Acrilamida de ácido acrílico con sal de potasio y sal de amonio	31
A. Información técnica.....	31
B. Formula estructural	31
C. Presentación.....	32
D. Funcionamiento	32
E. Aplicación.....	32
a. Durante la siembra	33
b. Después de la siembra.....	33
F. Dosificación.....	33

G. Riego	33
H. Almacenamiento	33
I. Incompatibilidad	34
J. Toxicidad	34
K. Persistencia, degradación y alteraciones	34
2.3 MARCO REFERENCIAL	35
A. Localización y límites	35
B. Zona de vida	35
C. Temperatura	35
D. Suelo	35
2.4 OBJETIVOS	37
2.4.1 General	37
2.4.2 Específicos	37
2.5 HIPÓTESIS	38
2.6 METODOLOGÍA	39
2.6.1 Primera fase	39
A. Ubicación	39
B. Materiales	39
a. Suelo	39
b. Muestras de suelo	39
c. Macetas	40
d. Prueba de capacidad de campo	40
e. Acrilamida de ácido acrílico	40
2.6.2 Segunda fase	41
A. Manejo del cultivo	41
a. Establecimiento	41
b. Riego	41
c. Fertilización	41
d. Control de plagas y malezas	42
2.6.3 Tercera fase	42
A. Manejo de la investigación	42
a. Información climatológica	42
b. Riego	43
B. Metodología experimental	44
a. Modelo estadístico	44
b. Tratamientos evaluados	44
c. Unidad experimental	45
C. Variables de respuesta	46
D. Análisis estadístico	46
E. Análisis económico	46
2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
2.7.1 Variable peso de granos de las plantas de maíz	48
2.7.2 Variable altura promedio de las plantas de maíz	50
2.7.3 Variable diámetro de tallo promedio de las plantas de maíz	50
2.7.4 Análisis económico	51
2.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
2.8.1 Conclusiones	52

2.8.2 Recomendaciones.....	52
2.9 BIBLIOGRAFÍA	53
CAPITULO III. Servicios realizados en el Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA), en el municipio de Guastatoya, departamento de El Progreso.....	56
3.1 PRESENTACIÓN	57
3.2 SERVICIO 1. ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE MAIZ (<i>Zea mays L.</i>) Y MADRE CACAO (<i>Gliricidia sepium</i>), EN LAS ALDEAS: PATACHE, LAS MORALES Y EL BARRANQUILLO.	58
3.2.1 Objetivos	58
A. General	58
B. Específicos.....	58
3.2.2 Metodología.....	58
3.2.3 Resultados	61
3.2.4 Evaluación.....	64
3.3 SERVICIO 2. ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS DE TRASPATIO CON SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO, EN ALDEA LAS MORALES.	65
3.3.1 Objetivos	65
A. General	65
B. Específicos.....	65
3.3.2 Metodología.....	65
3.3.3 Resultados	69
3.3.4 Evaluación.....	70
3.4 SERVICIO 3. SEGUIMIENTO DEL PROYECTO: ESTABLECIMIENTO DE UN HUERTO COMUNAL CON SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN ALDEA PATACHE.....	71
3.4.1 Objetivos	71
A. General	71
B. Específicos.....	71
3.4.2 Metodología.....	71
3.4.3 Resultados	73
3.4.4 Evaluación.....	74
3.5 BIBLIOGRAFÍA	75
3.6 ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Fórmula estructural de acrilamida de ácido acrílico, con sal de potasio y sal de amonio.....	32
Figura 2. Ordenamiento de los tratamientos dentro del invernadero del CEDA, 2006.	45
Figura 3A. Precipitación media anual del departamento de El Progreso.	77
Figura 4A. Temperatura media anual del departamento de El Progreso.	77
Figura 5A. Zonas de vida de Holdridge del departamento de El Progreso.....	78
Figura 6A. Serie de suelos del departamento de El Progreso.....	78
Figura 7A. Capacidad de uso de la tierra del USDA del departamento de El Progreso.....	79
Figura 8A. Mapa de isolíneas comparativas, entre los registros de lluvias históricas y registros de la temporada de lluvias del año 2001, para el mes de Junio.....	81
Figura 9A. Mapa de isolíneas comparativas, entre los registros de lluvias históricas y registros de la temporada de lluvias del año 2001, para el mes Julio.....	82
Figura 10A. Mapa de isolíneas comparativas, entre los registros de lluvias históricas y registros de la temporada de lluvias del año 2001, para el mes de Agosto.	83
Figura 11A. Mapa de amenaza por sequía, para la república de Guatemala.	84
Figura 12A. Presentación de un kilogramo de acrilamida de ácido acrílico.	86
Figura 13A. Aplicación de 1.25 g de acrilamida hidratada, al centro de la maceta con suelo y a 15 cm de profundidad, 2006.	87
Figura 14A. Fertilización química con 15-15-15 de NPK, 15 días después de la siembra del cultivo de maíz variedad ICTA B-7, 2006.....	87
Figura 15A. Fertilización química con 46-0-0 de NPK, 45 días después de la siembra del cultivo de maíz variedad ICTA B-7, 2006.....	87

Figura 16A. Trazo de surcos con un nivel tipo “A”, para el proyecto “Establecimiento de parcelas agroforestales de maíz con madre cacao”, 2005.	103
Figura 17A. Establecimiento de un surco con estacas de madre cacao, para el proyecto “Establecimiento de parcelas agroforestales de maíz con madre cacao”, 2005.	103
Figura 18A. Instalación del sistema de riego por goteo, para el proyecto “Establecimiento de huerto de traspatio con sistemas de riego por goteo”, en aldea Las Morales, 2005.	104
Figura 19A. Sistema de riego por goteo instalado, para el proyecto “Establecimiento de huerto de traspatio con sistemas de riego por goteo”, en aldea Las Morales, 2005.	104
Figura 20A. Huerto de traspatio del proyecto “Establecimiento de huerto de traspatio con sistemas de riego por goteo”, en aldea Las Morales, 2005.	104
Figura 21A. Huerto de traspatio del proyecto “Establecimiento de huerto de traspatio con sistemas de riego por goteo”, en aldea Las Morales, 2005.	105
Figura 22A. Río “Patache”, que abastecerá al proyecto “Establecimiento de un huerto comunal con sistema de riego por goteo” en aldea Patache, 2005.	105
Figura 23A. Caja de captación, para el proyecto “Establecimiento de un huerto comunal con sistema de riego por goteo” en aldea Patache, 2005.	105
Figura 24A. Desinstalación del sistema de riego por goteo del proyecto “Establecimiento de un huerto comunal con sistema de riego por goteo” en aldea Patache, 2005.	106
Figura 25A. Nueva área de trabajo para el proyecto “Establecimiento de un huerto comunal con sistema de riego por goteo” en aldea Patache, 2005.	106

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Amenaza por sequía, para la república de Guatemala.....	13
Cuadro 2. Precipitación pluvial registrada en la estación “Morazán” (mm), en el municipio de Morazán, departamento de El Progreso.....	13
Cuadro 3. Precipitación pluvial registrada en la estación “Albores” (mm), en el municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso.....	14
Cuadro 4. Precipitación pluvial registrada en la estación “La Fragua” (mm), en el municipio de Zacapa, departamento de Zacapa.....	14
Cuadro 5. Fecha aproximada de la etapa de floración del cultivo de maíz, respecto de la siembra del cultivo, 2005.	15
Cuadro 6. Clasificación botánica del maíz.	24
Cuadro 7. Requerimiento hídrico del maíz por etapa fenológica (mm).	26
Cuadro 8. Información técnica de la acrilamida de ácido acrílico.....	31
Cuadro 9. Información toxicológica de la acrilamida de ácido acrílico.	34
Cuadro 10. Análisis químico de suelo del CEDA-FAUSAC, empleado para la investigación, 2006.....	35
Cuadro 11. Análisis físico de suelo del CEDA-FAUSAC, empleado para la investigación, 2006.....	35
Cuadro 12. Análisis físico de suelo del CEDA-FAUSAC, empleado para la investigación, 2006.....	36
Cuadro 13. Descripción de los tratamientos evaluados en el CEDA, 2006.....	45
Cuadro 14. Frecuencias y número de riegos por tratamiento, empleados durante la etapa de floración hasta la madurez fisiológica del cultivo, en el CEDA 2006.	48
Cuadro 15. Peso promedio de granos de maíz por tratamiento (g), en la evaluación de acrilamida, en el CEDA 2006.	49
Cuadro 16. Altura promedio de las plantas de maíz por tratamiento (m), en la evaluación de acrilamida, en el CEDA 2006.....	50

Cuadro 17. Diámetro de tallo promedio de las plantas de maíz por tratamiento (cm), en la evaluación de acrilamida, en el CEDA 2006.....	51
Cuadro 18. Rentabilidad de los tratamientos evaluados, para la variable peso de granos de maíz ICTA B-7, en la evaluación de acrilamida, en el CEDA 2006.	51
Cuadro 19. Presidente del Consejo Comunitario de Desarrollo de cada aldea participante del proyecto “Establecimiento de sistemas agroforestales de maíz con madrecaao” , 2005.	61
Cuadro 20. Participantes del proyecto “Establecimiento de sistemas agroforestales de maíz con madrecaao” de aldea Las Morales, municipio de Guastatoya, 2005.	61
Cuadro 21. Participantes del proyecto “Establecimiento de sistemas agroforestales de maíz con madrecaao” de aldea El Barranquillo, municipio de Sanarate, 2005.	62
Cuadro 22. Participantes del proyecto “Establecimiento de sistemas agroforestales de maíz con madrecaao” de aldea Patache, municipio de Guastatoya, 2005.	62
Cuadro 23. Área establecida con parcelas agroforestales por comunidad participante del proyecto “Establecimiento de sistemas agroforestales de maíz con madrecaao”, 2005.	63
Cuadro 24. Proyectos impulsados por el PESA en aldea El Callejón, municipio de Guastatoya, 2005.	68
Cuadro 25. Participantes del proyecto “Establecimiento de huertos de traspatio con sistemas de riego por goteo” de aldea Las Morales, municipio de Guastatoya, 2005.	69
Cuadro 26. Área establecida para huertas de traspatio con sistema de riego por goteo, del proyecto “Establecimiento de huertos de traspatio con sistemas de riego por goteo”, 2005.	69
Cuadro 27. Participantes del proyecto “Establecimiento de un huerto comunal con sistema de riego por goteo” de aldea Patache, municipio de Guastatoya, 2005.	73
Cuadro 28. Distribución de la huerta en relación al área bajo riego, para el proyecto “Establecimiento de un huerto comunal con sistema de riego por goteo”, 2005.	73
Cuadro 29A. Departamentos y familias directamente afectados por la sequía del 2001 (números absolutos).	79

Cuadro 30A. Características agronómicas de algunos híbridos de maíz blanco, de la empresa Cristiani Burkard.....	85
Cuadro 31A. Características agronómicas de algunos híbridos de maíz blanco, de la empresa Cristiani Burkard e ICTA.....	85
Cuadro 32A. Características agronómicas de algunas variedades de maíz blanco, del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas.	85
Cuadro 33A. Composición de los ingresos de los hogares rurales según ramas de actividad y regiones, 2000.....	86
Cuadro 34A. Temperatura registrada dentro del invernadero, durante agosto y septiembre del 2006 (°C).	88
Cuadro 35A. Temperatura registrada dentro del invernadero, durante octubre a diciembre del 2006 (°C).	89
Cuadro 36A. Evaporación en el tanque tipo “A” y generación de la frecuencia de riego, para los tratamientos T1 y T2 (DPM al 40%), durante noviembre y diciembre del 2006.....	90
Cuadro 37A. Evaporación en el tanque tipo “A” y generación de la frecuencia de riego, para los tratamientos T3 y T4 (DPM al 60%), durante noviembre y diciembre del 2006.....	91
Cuadro 38A. Evaporación en el tanque tipo “A” y generación de la frecuencia de riego, para los tratamientos T5 y T6 (DPM al 80%), durante noviembre y diciembre del 2006.....	92
Cuadro 39A. Normalidad de las variables investigadas, en el CEDA, 2006.....	93
Cuadro 40A. Producción promedio de granos de dos plantas de maíz por unidad experimental (g), con acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluado en el CEDA, 2006.	93
Cuadro 41A. Producción promedio de granos de dos plantas de maíz por unidad experimental (g), sin acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluado en el CEDA, 2006.	93
Cuadro 42A. Análisis de varianza para la variable peso de granos de maíz (g), evaluada en el CEDA, 2006.....	94
Cuadro 43A. Prueba de medias a través del método de Tukey, para la variable peso de granos de maíz (g), evaluada en el CEDA, 2006.....	94
Cuadro 44A. Grupo Tukey, para la variable peso de granos de maíz (g), evaluada en el CEDA, 2006.....	95

Cuadro 45A. Costo de producción por hectárea, para el cultivo de maíz variedad ICTA B-7, 2006.....	95
Cuadro 46A. Costo de producción por hectárea del cultivo de maíz variedad ICTA B-7, agregando la utilización de la acrilamida de ácido acrílico, 2006.	96
Cuadro 47A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T1 (sin acrilamida y DPM 40%), para la variable peso de granos de maíz, 2006.	96
Cuadro 48A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T2 (con acrilamida y DPM 40%), para la variable peso de granos de maíz, 2006.	97
Cuadro 49A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T3 (sin acrilamida y DPM 60%), para la variable peso de granos de maíz, 2006.	97
Cuadro 50A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T4 (con acrilamida y DPM 60%), para la variable peso de granos de maíz, 2006.	97
Cuadro 51A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T5 (sin acrilamida y DPM 80%), para la variable peso de granos de maíz, 2006.	98
Cuadro 52A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T6 (con acrilamida y DPM 80%), para la variable peso de granos de maíz, 2006.	98
Cuadro 53A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T7 (sin acrilamida y sin riego en la etapa de floración), para la variable peso de granos de maíz, 2006.....	99
Cuadro 54A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T8 (con acrilamida y sin riego en la etapa de floración), 2006.	99
Cuadro 55A. Altura de las dos plantas de maíz por unidad experimental (m), con acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluada en el CEDA 2006.	100
Cuadro 56A. Altura de las dos plantas de maíz por unidad experimental (m), sin acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluada en el CEDA 2006.....	100
Cuadro 57A. Altura promedio de dos plantas de maíz por unidad experimental (m), con acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluada en el CEDA 2006.	100
Cuadro 58A. Altura promedio de dos plantas de maíz por unidad experimental (m), sin acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluada en el CEDA 2006.	101
Cuadro 59A. Análisis de varianza para la variable altura promedio de las plantas de maíz (m), evaluada en el CEDA 2006.....	101
Cuadro 60A. Diámetro de tallo de las dos plantas de maíz por unidad experimental (cm), con acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluado en el CEDA 2006.....	101

Cuadro 61A. Diámetro de tallo de las dos plantas de maíz por unidad experimental (cm), sin acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluado en el CEDA 2006..... 102

Cuadro 62A. Diámetro de tallo promedio de dos plantas de maíz por unidad experimental (cm), con acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluado en el CEDA 2006..... 102

Cuadro 63A. Diámetro de tallo promedio de dos plantas de maíz por unidad experimental (cm), sin acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluado en el CEDA 2006..... 102

Cuadro 64A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo promedio de las plantas de maíz (cm), evaluada en el CEDA, 2006. 103

TRABAJO DE GRADUACIÓN DESARROLLADO EN LOS TEMAS DE HUERTOS FAMILIARES Y COMUNALES, AGROFORESTERÍA Y UNA ALTERNATIVA CONTRA EL ESTRÉS HÍDRICO, REALIZADO EN LA ALDEA PATACHE, GUASTATOYA, EL PROGRESO

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado fue realizado en el Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA), cuya sede central se encuentra en el municipio de Guastatoya, departamento de El Progreso. Ésta entidad tiene el objetivo de reducir el número de familias vulnerables a la inseguridad alimentaria del país (PESA, 2004b).

El diagnóstico fue desarrollado en aldea Patache, del municipio de Guastatoya. La aldea está ubicada al sudeste de Guastatoya, en donde predomina el clima seco y caluroso. En la aldea existen 33 familias, quienes en su mayoría, son familias de escasos recursos económicos.

La principal actividad productiva de las familias, es la siembra de maíz y frijol, para la venta de granos. Los rendimientos de ambos cultivos, han sufrido mermas durante los últimos años, por la escasez de lluvias. Durante julio y agosto del año 2004, una canícula de casi 40 días, provocó pérdidas en los cultivos, reduciendo más del 50% de las cosechas. Estas familias dependen del autoconsumo de su producción, y generan menos del 50% de los alimentos que consumen.

Debido que en la etapa de floración del maíz, pueden provocarse pérdidas en el rendimiento de hasta el 50%, si el volumen de agua para la planta, se encuentra por debajo del nivel requerido (Fuentes, 2002). Se desarrollo una investigación bajo invernadero en el centro experimental docente de agronomía (CEDA), de la Facultad de Agronomía, durante agosto del 2006 a enero del 2007.

El objetivo de ésta investigación, era conocer el efecto que provoca un gel adsorbente de agua (acrilamida de ácido acrílico) aplicado al suelo, en el rendimiento de la variedad de maíz ICTA B-7, con 4 frecuencias de riego durante la floración del cultivo.

Ésta acrilamida tiene la propiedad de adsorber agua y dejarla disponible a las raíces de las plantas (SAGSA, 2004). Las plantas de maíz se cultivaron con suelo del CEDA y en macetas de plástico. Previo a la siembra del cultivo, se aplicó la acrilamida al centro de la maceta y, a 15 cm de profundidad de la superficie del suelo.

Se empleó un diseño bifactorial en bloques al azar y distribuido en parcelas divididas. Los tratamientos evaluados eran, factor A: aplicación y no aplicación de acrilamida al suelo, a razón de 1.25 g/maceta y, el factor B: riego con cuatro déficit permitidos de manejo (DPM's), 40%, 60%, 80% y sin riego. La unidad experimental, fueron dos plantas de maíz contenidas en una maceta, y por cada tratamiento existieron 5 repeticiones.

Se formaron 8 tratamientos: T1-T2, sin/con acrilamida y el riego con un DPM 40%; T3-T4, sin/con acrilamida y el riego con un DPM 60%; T5-T6, sin/con acrilamida y el riego con un DPM 80%, y T7-T8, sin/con acrilamida y sin riego; todas la frecuencias, a partir de la etapa de floración. Es decir, que dos unidades experimentales: una sin acrilamida y la otra con acrilamida, y ambas con la misma frecuencia de riego, revelarían el efecto de la acrilamida sobre el rendimiento.

El mejor tratamiento fue T1, sin aplicación de acrilamida y con DPM 40%, cuyo DPM, generó la frecuencia de riego menor; todos los tratamientos tuvieron un rendimiento similar, incluidos aquellos que contuvieron acrilamida.

El Programa Especial para la Seguridad Alimentaria, interviene comunidades con inseguridad alimentaria, a través de proyectos productivos, para generar alimentos en un corto plazo y mejorar la dieta alimenticia de las familias. Parte del Ejercicio Profesional Supervisado, fue establecer algunos proyectos productivos en algunas aldeas cercanas al municipio de Guastatoya.

En aldea Patache se desarrollo el proyecto “Establecimiento de un huerto comunal con riego por goteo”. En aldea Las Morales “Establecimiento de huertos de traspatio con riego por goteo”. Y por último, en las aldeas El Barranquillo, Las Morales y Patache “Establecimiento de parcelas agroforestales de maíz con madrecaao”.

CAPITULO I. Diagnóstico de la comunidad Patache, en el municipio de Guastatoya, departamento de El Progreso.

1.1 PRESENTACIÓN

La aldea Patache, se encuentra arriba de los 750 msnm y al Sudeste del municipio de Guastatoya, departamento El Progreso. Predomina el clima seco y caluroso, los suelos en su mayoría, ocupan pendientes inclinadas. El objetivo del diagnóstico fue conocer las actividades que generan ingresos económicos e identificar los problemas que propician la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria.

Fueron consultadas fuentes secundarias de información, en instituciones como: PESA, la municipalidad de Guastatoya, la biblioteca de la Facultad de Agronomía de la USAC y otras instituciones presentes en el municipio. Luego de esto, se realizaron caminamientos y reuniones, con familias residentes, maestros de la escuela e integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo.

La aldea está integrada por 33 familias, no todas las casas son formales, cuentan con algunos servicios básicos, pocas familias poseen tierra y la comunidad está organizada alrededor de un Consejo Comunitario de Desarrollo.

La principal actividad productiva de la mayoría de familias, es la siembra de maíz y frijol, para la venta de granos. Los rendimientos de ambos cultivos, han sufrido mermas durante los últimos años, por la escasez de lluvias. Durante julio y agosto del año 2004, una canícula de casi 40 días, provocó pérdidas en los cultivos, reduciendo más del 50% de las cosechas.

Estas familias dependen del autoconsumo de su producción, y generan menos del 50% de los alimentos que consumen. Uno de los rubros que recortarían en caso de una crisis es la alimentación.

Bautista (2005), encargado del departamento de investigación y servicios climáticos del INSIVUMEH, expresa que la canícula es un efecto no predecible. Además, existen altas probabilidades de años secos por venir (PNUD, 2002).

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Localización y límites

La aldea Patache se encuentra al Sudeste del municipio de Guastatoya, geográficamente posicionada a 14°48'27" latitud Norte, 90°02'20" longitud Oeste y entre 760-850 msnm. La aldea tiene una extensión aproximada de 9.02 km². Esta comunidad colinda al noroeste con la aldea el Obraje, al noreste con la aldea Sta. Rita, al sudeste con la finca Corral Viejo y al este con el río Anshagua (IGN, 1980).

1.2.2 Vías de acceso

Al sur de la cabecera departamental existe una antigua carretera de terracería que conduce hasta la estación Cromo, donde esta el desvío que conduce a la aldea Patache, pasando por la aldea El Obraje, siendo un recorrido aproximado de 13 km, desde el municipio de Guastatoya.

1.2.3 Clima

Es uno de los más secos y calurosos de los departamentos del país, el período de tiempo más cálido son los meses de febrero a mayo (SEGEPLAN, 1999).

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación muestra a través de un mapa de precipitación media anual y otro de temperatura media anual, que en la aldea Patache llueven 500 mm (MAGA, 2001b) (Figura 3A) y tiene una temperatura de 19-24 °C (MAGA, 2001d) (Figura 4A).

1.2.4 Zona de vida

SEGEPLAN (1999) ubica a la comunidad de Patache dentro de la zona de vida bosque seco subtropical (bs-S), caracterizada por días claros y soleados en la época seca, especialmente de enero a abril; y la época lluviosa que va de junio a octubre (Figura 5A).

1.2.5 Suelos

Simmons et al. (1959), expone que ésta aldea posee suelos desarrollados sobre materiales sedimentarios o metamórficos. En su mayoría ocupan pendientes inclinadas

que no son adaptables a cultivos. En general son apropiados exclusivamente para pastos permanentes, cultivos ocasionales o bosques.

Los suelos de Patache se encuentran en el subgrupo C: suelos poco profundos sobre piedra caliza y esquisto arcilloso; específicamente en la serie Sansare (Ss) (Figura 6A), estos suelos tienen las características siguientes: el material madre es esquisto arcilloso, relieve escarpado, drenaje interno moderado (Simmons et al., 1959).

Las características importantes que influyen su uso son: declive dominante 20-40%, moderado drenaje a través del suelo, baja capacidad de abastecimiento de humedad, una capa de esquisto arcilloso que limita la penetración de las raíces y se encuentra a 40-60cm, existe alto peligro de erosión, regular fertilidad natural, los problemas especiales en el manejo del suelo son la inclinación y combate de erosión (Simmons et al., 1959).

1.2.6 Capacidad de uso de la tierra

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA, 2001c) ubica a la comunidad de Patache dentro de la clase VII: tierras no cultivables, aptas solamente para fines de producción forestal, relieve quebrado con pendientes muy inclinadas (Figura 7A).

1.2.7 El PESA

El Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA), tiene su sede en el municipio de Guastatoya, donde se encuentra un equipo de especialistas en áreas como: equidad de género, nutrición, agroforestería, empresarialidad, suelo y agua. Estos a su vez, encuentran apoyo en otro equipo que se encuentra en los departamentos de acción del PESA: los gestores departamentales, encargados de vincular los proyectos y búsqueda del apoyo económico con otras instituciones, para llevar a cabo los mismos.

Los departamentos de acción del PESA son: Zacapa, Chiquimula, El Progreso, Baja Verapaz, Jalapa, Jutiapa, Huehuetenango, San Marcos, Quetzaltenango y Sololá.

A. Comunidades de trabajo

Las comunidades intervenidas por el PESA en el municipio de Guastatoya son: El Callejón y Patache.

B. Proyectos implementados

En el municipio de Guastatoya, en aldea El Callejón se han implementado proyectos como: “Producción de huertas de traspatio en los hogares, con cosecha de agua”, fue necesaria la cosecha de agua porque la canícula provocaba la pérdida de los cultivos de la huerta. “Producción de conejos en el traspatio de los hogares” y “Producción de pollo de engorde”. Todos los proyectos tienen el objetivo de mejorar la dieta alimenticia de las familias.

Los primeros dos proyectos tienen el mayor número de familias participantes, aún se encuentra a nivel de consumo familiar. El último proyecto fue trabajado para consumo familiar y a nivel micro empresarial, pero la producción de pollo de engorde fue afectada por el alza de los insumos que ésta labor conlleva, actualmente una familia trabaja en éste proyecto.

C. Proyectos pendientes

En el municipio de Guastatoya, en aldea Patache existe un proyecto pendiente por desarrollar: “Producción de hortalizas con riego por goteo”. El objetivo del mismo, es mejorar la dieta alimenticia de los pobladores y capacitar a pequeña escala a las familias. Este proyecto debe realizarse a través del PESA y la comunidad, siendo la primera, quién aportará los insumos y la comunidad aportará la mano de obra.

D. Comunidades pendientes

Las comunidades pendientes de intervención del PESA son: El Naranjo, Anshagua, Las Morales, El Subinal, y Palo Amontonado; posiblemente trabajarán proyectos similares, aunque existe la necesidad de promover la agroforestería.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

- A. Conocer la situación actual de la aldea Patache.

1.3.2 Específicos

- A. Determinar las actividades que generan ingresos económicos a las familias de aldea Patache.
- B. Identificar los problemas que propician la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria en la comunidad de Patache.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Primera Fase

Se consultaron fuentes secundarias de información como: proyectos, caracterizaciones y diagnósticos realizados a las comunidades de trabajo del PESA, así como también el documento de proyecto del PESA. El PESA cuenta con el servicio de internet, necesario para realizar algunas consultas a páginas web de instituciones vinculadas al ámbito de trabajo y que se encuentren dentro del país.

En la municipalidad de Guastatoya se recabó información acerca de las vías de acceso, investigaciones realizadas, proyectos encaminados o pendientes, u otra información de interés. También fue consultada la biblioteca de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para conocer acerca de diagnósticos o investigaciones realizados en la aldea.

También fueron visitadas instituciones como por ejemplo: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), Ministerio de Salud (MS), Ministerio de Educación (MINEDUC), Secretaria General de Planificación Económica (SEGEPLAN), Fondo de Inversión Social (FIS), Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP) e Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), para obtener información, la mayoría de éstas entidades se encuentran en el municipio de Guastatoya y otras ubicadas en la ciudad capital de Guatemala.

1.4.2 Segunda Fase

Con la información de las entidades en mención, se realizaron caminamientos para conocer la aldea y dialogar con las familias residentes, los maestros de la escuela y con los integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE).

Con los pobladores del lugar se efectuaron dos reuniones. La primera, fue para cerciorarse de las actividades productivas que realizan las familias para obtener sus ingresos económicos y, la segunda reunión, fue para preguntar directamente a las

familias, los principales problemas que enfrentan y que posiblemente provocan la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria.

Los aspectos problemáticos detectados por los pobladores y la información secundaria obtenida con las entidades del municipio, fue analizada con el apoyo de los gestores de El Progreso y del equipo de especialistas, para determinar las causas de los problemas y las posibles soluciones, para aquellas que fuesen de índole alimentaria, productiva y agropecuario. A través de la recopilación de ésta información, se determinó que existían proyectos a futuro con la aldea Patache, así como también con las demás aldeas que abarca la gestoría del departamento de El Progreso.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Población

La comunidad Patache esta integrada por 33 familias. En cuanto a inseguridad alimentaria: 20 familias son vulnerables y 7 más vulnerables (PESA, 2004a).

A. Vivienda

Existen 6 casas formales, 26 ranchos y 1 casa improvisada (INE, 2002). Solo 20 familias tienen habitación con techo y pisos adecuados, y 25 familias tienen cocina/estufa separada de dormitorios (PESA, 2004a).

B. Acceso a servicios

Las 33 familias tienen acceso a: escuela, carretera, vacunas, agua entubada, servicios de salud, energía eléctrica y letrinas. El servicio telefónico existe en 9 hogares (PESA, 2004a). El agua domiciliar entubada es escasa (Franco y Chavarría, 2004).

C. Infraestructura

En la comunidad existen: una escuela rural, una iglesia católica, una iglesia evangélica, una amplia carretera de terracería, energía eléctrica por domicilio, alumbrado eléctrico público y sistema de agua entubada.

D. Tenencia de la tierra

En la aldea, 15 familias no poseen tierra, 3 familias poseen menos de 0.175 ha, y 8 familias tienen menos de 0.70 ha (PESA, 2004a).

1.5.2 Participación organizada

La comunidad ésta organizada a través de un consejo comunitario de desarrollo (COCODE) que permite la participación femenina. El COCODE esta inscrito en la municipalidad y actualmente están vinculados a instituciones como: MAGA y PESA.

Las instituciones locales están organizadas en torno a la temática ambiental, agua, empleo, producción agrícola, salud, educación y alfabetización. Generalmente las mujeres y los ancianos, son marginados por algunas instituciones (Franco y Chavarría, 2004).

1.5.3 Actividades productivas

A. Trabajo asalariado

En la comunidad ninguna familia tiene trabajo asalariado (Franco y Chavarría, 2004).

B. Producción pecuaria

Algunas familias poseen colmenas para la producción de miel, otras engordan cerdos y otras ganado bovino.

C. Producción agrícola

a. Cultivos

La mayoría de las personas se dedican principalmente a producir maíz y frijol.

b. Preparación del suelo

Los terrenos ocupados para cultivar maíz y frijol son áreas de ladera y los suelos no son mecanizados. Los restos de cosechas anteriores, son quemados y en algunos casos, empleados como barrera muerta o para alimentar ganado bovino.

c. Siembra

La primera siembra de maíz, comienza generalmente la última semana de mayo o la primera semana de junio. La siembra de frijol, generalmente se efectúa dos semanas después de la siembra de maíz; normalmente, por segunda ocasión siembran maíz y frijol, en el mes de agosto. La mayoría de agricultores no utilizan semilla de maíz certificada y, para el cultivo de frijol algunos utilizan ICTA Ligerero por su resistencia a virosis.

d. Labores culturales

Los agricultores realizan la eliminación de malezas a los 20 y 90 días después de la siembra (dds) de maíz. Son pocos los agricultores que fertilizan, y aplican fertilizante químico, hasta los 40 dds de maíz y, generalmente emplean 15-15-15 ó 20-20-0 (N-P-K).

e. Plagas

Las principales plagas en maíz son: *Phyllophaga* sp (gallina ciega), *Agriotes* sp (gusano alambre) y *Laphygma frugiperda* (gusano cogollero). Las principales plagas en el cultivo del frijol son: *Diábrotica* sp (tortuguilla) y *Aleurodes* sp (mosca blanca).

f. Requerimiento de agua de los cultivos

El requerimiento de agua durante el ciclo del cultivo de frijol es de 300-500 mm (Doorembos y Kassam, 1979b) y para el cultivo de maíz es de 500-800 mm (Doorembos y Kassam, 1979a).

g. Cosecha

Generalmente, a los 90 dds doblan las plantas de maíz, con el fin de secar los granos del maíz en la planta. Transcurridos 30 días, cosechan las mazorcas para desgranarlas y almacenarlas en costales o toneles.

El cultivo de frijol se cosecha aproximadamente a los 80 dds, arrancando o cortando las plantas desde su base, para secarlas en el terreno de cultivo. La cosecha se efectúa de manera manual, colocando las plantas sobre una tarima para golpearlas con palos, el grano es recibido sobre nylon. Los granos cosechados se ventilan para separar la basura del grano, para luego ser almacenados en costales o toneles.

h. Rendimientos

Se estima que los rendimientos promedio son: 1,071.40 y 538 kg/ha, de maíz y frijol respectivamente. Los rendimientos de ambos cultivos han venido en descenso durante los últimos años, por la escasez de lluvias. Durante el año 2004, el promedio por agricultor fue de 162.30 y 151.30 kg/ha, sufriendo una reducción del 85% y 71% correspondientes a maíz y frijol. Esto debido a una canícula entre julio y agosto, de casi 40 días.

1.5.4 Alimentación

La mayoría de familias, dependen del autoconsumo de su producción agrícola y 4 familias, del autoconsumo de la actividad pecuaria. Producen alimentos por debajo al 50% de la dieta diaria que consumen y no existen casos de desnutrición (PESA, 2004a).

Los productos lácteos y la comida preparada, no son comprados por los pobladores (PESA, 2004a) (Franco y Chavarría, 2004).

1.5.5 Estrategias de subsistencia

Las fuentes de ingreso son: trabajo de jornal, venta de maíz y frijol, y pastoreo de ganado mayor. La venta de cosechas y el jornal, se han vuelto vulnerables por la escasez de la época lluviosa (Franco y Chavarría, 2004).

Existen menos ingresos económicos, entre febrero y octubre, y la disponibilidad de alimentos va de acuerdo al ciclo de los cultivos. Existe un período de carestía durante la preparación de las siembras; porque invierten más dinero y comen menos. Los ingresos económicos varían según la venta de productos locales y de las cosechas. En caso de una crisis, las familias recortarían la alimentación y el vestuario. Los más pobres de la comunidad, gastan exclusivamente en la alimentación (Franco y Chavarría, 2004).

1.5.6 Precipitación pluvial

Los agricultores del lugar, mencionaron que durante los últimos años, las lluvias en el municipio de Guastatoya han disminuido. El PNUD (2002), expresa que en junio del 2001 se reportó una canícula prolongada y una merma en la producción de granos básicos, afectaba a varios departamentos del país, incluyendo a El Progreso.

Esto llevó a la priorización de 15,898 familias (Cuadro 29A), caracterizadas por ser pobres, cuyas pérdidas habían sido de al menos el 50% de sus cosechas. El mismo año se demostró que 12% del país está amenazado por sequías recurrentes, en donde viven aproximadamente 1.4 millones de personas (PNUD, 2002).

Los departamentos de El Progreso y Zacapa, fueron afectados en un 82% y 61% de su territorio, respectivamente. Las condiciones de pobreza aunadas con la sequía, han tenido efectos mucho más devastadores en la zona chortí y su periferia (PNUD, 2002).

Esto coincide con los mapas de registros de lluvias históricas y registros de la temporada de lluvias 2001, y un mapa de amenaza por sequía del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, en donde, se observa que efectivamente existió una reducción en la precipitación pluvial ese año (Figuras 8A al 11A).

El cuadro 1, es un cuadro extraído del mapa de amenaza por sequía, para Guatemala. Éste cuadro expresa que al menos 17.50% del territorio nacional está amenazado por sequía, e incluye principalmente los municipios siguientes: Quiché, Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa, Chiquimula y Jalapa; en éstos municipios la amenaza por sequía afecta aproximadamente más del 50% de su territorio.

Cuadro 1. Amenaza por sequía, para la república de Guatemala.

Grado de amenaza	Área (km²)	Área (%)
Extremadamente alto	1669.46	1.53
Muy alto	3839.25	3.53
Alto	6523.75	5.99
Medio	7028.65	6.45
Total	19061.11	17.50

Fuente: MAGA/SIG (2003a)

En el cuadro 2 se presenta la precipitación pluvial registrada en tres estaciones meteorológicas del INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología) cercanas al municipio de Guastatoya, en las cuales se incluye el registro de lluvias a partir del año 1990 al 2000, comparadas con los años 2001 al 2004.

Cuadro 2. Precipitación pluvial registrada en la estación “Morazán” (mm), en el municipio de Morazán, departamento de El Progreso.

Año	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Acumulado
Promedio de 1990-2000	98.70	176.42	95.79	119.92	490.83
2001	111.20	58.00	80.80	81.40	331.40
2002	35.70	86.30	53.50	46.30	221.80
2003	71.30	12.70	55.70	80.90	220.60
2004	33.10	69.70	85.10	17.20	205.10

Fuente: INSIVUMEH (2005c).

La estación “Morazán”, demuestra que en los últimos cuatro años la precipitación pluvial ha disminuido entre un 30-65% para mayo, 52-93% para junio, 12-45% para julio y 33-86% para agosto.

Cuadro 3. Precipitación pluvial registrada en la estación “Albores” (mm), en el municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso.

Año	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Acumulado
Promedio de 1994-2000	164.70	339.22	263.85	344.77	1112.54
2001	180.90	101.90	213.60	164.00	660.40
2004	263.80	233.70	245.60	99.90	843.00

Fuente: INSIVUMEH (2005a).

En el cuadro 3, la estación “Albores”, permite observar que en los años 2001 y 2004 la precipitación pluvial ha disminuido, comparado con el promedio de 1994-2000, reduciendo entre un 31-70% para junio, 7-20% para julio y 52-71% en agosto, excepto el mes de mayo, que presenta un incremento en las lluvias de éstos años. En ésta estación no están presentes los registros de los años 1990-1993, 1995, 2002 y 2003, porque faltaban demasiados datos en las tarjetas de registro climatológico.

Cuadro 4. Precipitación pluvial registrada en la estación “La Fragua” (mm), en el municipio de Zacapa, departamento de Zacapa.

Año	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Acumulado
Promedio de 1990-2000	76.93	183.70	101.22	125.37	487.22
2001	185.90	86.10	89.60	134.90	496.50
2002	50.40	212.50	109.60	55.90	428.40
2003	32.70	158.00	58.10	59.10	307.90
2004	23.40	190.70	101.50	34.70	350.30

Fuente: INSIVUMEH (2005b).

En el cuadro 4, la estación “La Fragua” registra el mismo fenómeno, disminuyendo los últimos cuatro años en comparación con el promedio de 1990-2000, reduciéndose entre un 34-69% en mayo, 14-54% en junio, 11-42% en julio y 53-72% en agosto.

En los cuadros 2, 3 y 4, la columna de datos acumulados muestra la disminución de la precipitación pluvial, en los años 2001 al 2004 y para el promedio de 1990-2000. Esta reducción en la precipitación pluvial es gradual al menos para los últimos 4 años. La

precipitación pluvial acumulada en dos de éstas tres estaciones meteorológicas (durante mayo-agosto), es menor a la requerida por el cultivo de maíz que va de 500-800 mm por ciclo de cultivo (Doorembos y Kassam, 1979a). Pero no así, para el cultivo de frijol, cuyo requerimiento es de 300-500 mm (Doorembos y Kassam, 1979b).

La mayoría de familias en el municipio siembran cuando consideran el establecimiento de las lluvias, esto es, entre la última semana de mayo o segunda semana de junio. La mayoría de semillas (híbridos y variedades) de maíz blanco vendida en Guatemala, son plantas que alcanzan la etapa de floración a partir de los 54 dds (8 semanas, en promedio), y deben doblarse entre los 80 ó 90 dds (12 semanas) (Cuadros 30A al 32A). La etapa de floración y la dobla de las plantas quedarían de la manera siguiente.

Cuadro 5. Fecha aproximada de la etapa de floración del cultivo de maíz, respecto de la siembra del cultivo, 2005.

Etapa vegetativa	Semanas después de la siembra	Momento de siembra	
		25 de mayo	8 de Junio
Floración	8	13 de julio	27 de julio
Dobla	12	10 de agosto	24 de agosto

El cuadro 5, muestra que la etapa de floración se desempeña en algunos días del mes de agosto o casi durante todo el mes de agosto. Los cuadros 2, 3 y 4, revelan que éste mes tiene el porcentaje más alto de disminución de lluvias (50-80%), comparado con su respectivo promedio histórico de 10 años de registro.

Fuentes (2002), expresa que la demanda de mayor volumen de agua, ocurre durante la fase de floración y provoca pérdidas de 50%. Hernández y Palacios (1981), Palacios y Palacios (1981), García (1987), encontraron que la etapa crítica del cultivo es la etapa de floración, que es una etapa con un mayor consumo de agua y que niveles bajos de humedad durante ésta etapa, disminuyen el rendimiento. Doorembos y Kassam (1979a), dicen que la limitación de agua en maíz durante la floración, puede traducirse en una disminución de los rendimientos. El déficit de agua durante la formación de la cosecha, reduce la producción por la disminución del tamaño de grano.

Según el cuadro 5, las áreas productoras de frijol podrían escapar a la canícula, si utilizaran la variedad ICTA-Ligero. Éste comienza a florear a los 30 dds, la madurez fisiológica es alcanzada a los 64 dds y puede cosecharse a los 71 dds (ICTA, s.f.).

Iniciando la siembra de frijol durante el mes de junio, al mismo tiempo que el maíz, el período crítico del frijol se desarrollaría durante julio sin que la escasez del mes de agosto pudiese afectarle. Pero si la canícula se presentara durante los primeros quince días de julio, el cultivo de frijol habría desarrollado el 50% de la etapa de floración y, el cultivo de maíz se encontraría al inicio de la etapa de floración. Asumiendo que la canícula perdure 30 días, la etapa de floración del frijol sería afectada en un 50% y la floración de maíz, entre un 80 y 100%, por el mayor período de tiempo que requiere.

En Guatemala, la canícula se presenta entre los meses de julio y agosto, y es un efecto no predecible (Bautista, 2005). Además, existen altas probabilidades de años secos por venir (PNUD, 2002).

El INE (2000) muestra que en Guatemala 71.60% de la población es pobre y 82% de la pobreza, es de ámbito rural. Según el PNUD (2003) en promedio, el 41% de los hogares rurales obtienen sus ingresos de la agricultura (Cuadro 33A).

1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.6.1 Conclusiones

- A. La comunidad de Patache es una población de escasos recursos económicos y está conformada por familias vulnerables a la inseguridad alimentaria. Todas las familias dependen del autoconsumo de su producción y generan alimentos por debajo del 50% de la dieta diaria que consumen. Además, según Franco y Chavarría (2004) uno de los rubros que se recortaría en caso de una crisis, es la alimentación.
- B. Las actividades generadoras de ingresos económicos de la mayoría de familias son: venta de cosechas (maíz, frijol), jornales y pastoreo de ganado.
- C. Las actividades generadoras de ingresos dependen de la época lluviosa y según las tarjetas de registro climatológico, ésta ha sido irregular e incluso, ha disminuido en la mayoría de los últimos años. Además estos suelos no son aptos para la agricultura.

1.6.2 Recomendaciones

- A. Utilizar variedades de maíz y frijol, cuya madurez fisiológica sea precoz, para que el período crítico de la etapa de floración logre escapar al período en que se presenta la canícula.
- B. Incorporar restos de cosechas anteriores al suelo, promover e implementar la agroforestería para contribuir al incremento de la materia orgánica presente en el suelo, logrando almacenar mayor humedad y evitando perderle a través de la evaporación, apoyando así el trabajo que actualmente desempeñan las áreas de cultivo del lugar.
- C. Apoyar el proyecto pendiente de “Producción de hortalizas con riego por goteo”, para mejorar la dieta alimenticia de los pobladores, reducir los gastos de compra de alimentos y capacitar a las familias participantes del proyecto. Para que esto en un futuro cercano también pueda ser implementado en algunos hogares al menos durante la época lluviosa.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Bautista Godínez, MR. 2005. La canícula en Guatemala (entrevista). Guatemala. INSIVUMEH, Departamento de Investigación y Servicios Climáticos.
2. Cristiani Burkard. s.f.a. Híbrido de maíz HS-3G (en línea). US. Consultado 25 feb 2005. Disponible en http://www.semillascb.com/index.php?product_id=28&category_id=93
3. _____. s.f.b. Híbrido de maíz HS-5G (en línea). US. Consultado 25 feb 2005. Disponible en http://www.semillascb.com/index.php?product_id=23&category_id=93
4. _____. s.f.c. Híbrido de maíz HS-5G Ultra (en línea). US. Consultado 25 feb 2005. Disponible en http://www.semillascb.com/index.php?product_id=30&category_id=93
5. _____. s.f.d. Híbrido de maíz HS-9 (en línea). US. Consultado 25 feb 2005. Disponible en http://www.semillascb.com/index.php?product_id=22&category_id=93
6. _____. s.f.e. Híbrido de maíz HS-13 (en línea). US. Consultado 25 feb 2005. Disponible en http://www.semillascb.com/index.php?product_id=24&category_id=93
7. _____. s.f.f. Híbrido de maíz HS-15 (en línea). US. Consultado 25 feb 2005. Disponible en http://www.semillascb.com/index.php?product_id=29&category_id=93
8. _____. s.f.g. Híbrido de maíz HS-21 (en línea). US. Consultado 25 feb 2005. Disponible en http://www.semillascb.com/index.php?product_id=25&category_id=93
9. Doorembos, J.K.; Kassam, A.H. 1979a. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma, FAO. Serie Riego y Drenaje no. 33. 212p.
10. _____. 1979b. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma, FAO. Serie Riego y Drenaje no. 33. 212p. Citado por: López Soto, J.L.; Ruíz Corral, J.A.; Sánchez Gonzáles, J.J.; Lépiz Ildfonso, R. 2005. Adaptación climática de 25 especies de frijol silvestre (*Phaseolus* spp) en la república mexicana (en línea). Revista Fitotecnia Mexicana 28 (03): 221-230. Chapingo, México. Consultado 15 feb. 2005. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/610/61028306.pdf>
11. Franco, H; Chavarría, A. 2004. Diagnóstico rural rápido participativo con perspectiva de género de aldea Patache, en el municipio de Guastatoya. Guatemala, FAO. 61 p.
12. Fuentes López, MR. 2002. El cultivo del maíz en Guatemala: una guía para su manejo agronómico (en línea). Guatemala, ICTA. Consultado 8 mar. 2005. Disponible en <http://www.icta.gob.gt/pdfs/cultivomaíz.PDF>

13. Fuentes López, MR. 2003. Variedad de maíz ICTA B-7 (en línea). Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Consultado 8 mar 2005. Disponible en http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom_/g_básicos/ictab7.PDF
14. García Aldana, M.R. 1987. Efecto de seis 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, USAC. 58 p.
15. Hernández Toledano, JC; Palacios Vélez, E. 1981. Influencia de la humedad del suelo en diferentes etapas de crecimiento sobre el rendimiento de maíz (Zea mays L.), en el estado de Morelos. Chapingo no. 31-32:90-91.
16. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, GT). 1981. Maíces de Guatemala para el trópico. Guatemala. 24 p. (Folleto técnico no. 14).
17. _____. 1990. Recomendaciones técnicas agropecuarias para los departamentos de Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa. Guatemala. 37 p.
18. _____. Sf. ICTA LIGERO (en línea). Guatemala. Consultado 8 mar 2005. Disponible en http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom_/g_basicos/ICTALigero.pdf
19. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1980. Diccionario geográfico nacional. Guatemala. Tomo 3, 810 p.
20. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2000. Encuesta nacional sobre condiciones de vida -ENCOVI- (en línea). Guatemala. Consultado 8 mar 2005. Disponible en http://www.ine.gob.gt/encuestas_encovigraf.html
21. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. Censos integrados: Características de población y vivienda a nivel de lugar poblado. Guatemala. 1CD.
22. INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2005a. Tarjetas de registro de datos climatológicos de la estación "Albores", en el municipio de San Agustín Acasaguastlán y departamento de El Progreso. Guatemala. Sin publicar.
23. _____. 2005b. Tarjetas de registro de datos climatológicos de la estación "La Fragua", en el municipio de Zacapa y departamento de Zacapa. Guatemala. Sin publicar.
24. _____. 2005c. Tarjetas de registro de datos climatológicos de la estación "Morazán", en el municipio de Morazán y departamento de El Progreso. Guatemala. Sin publicar.

25. MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, GT), SIG (Sistema de Información Geográfica, GT). 2001a. Mapa de capacidad de uso de la tierra (USDA), del departamento de El Progreso. Esc. 1:250,000. Mapa 1/1. Programa de emergencia por desastres naturales. Guatemala. 1 CD.
26. _____. 2001b. Mapa de precipitación media anual, del departamento de El Progreso. Esc. 1:250,000. Mapa 1/1. Programa de emergencia por desastres naturales. Guatemala. 1 CD.
27. _____. 2001c. Mapa de serie de suelos, del departamento de El Progreso. Esc. 1:250,000. Mapa 1/1. Programa de emergencia por desastres naturales. Guatemala. 1 CD.
28. _____. 2001d. Mapa de temperatura media anual, del departamento de El Progreso. Esc. 1:250,000. Mapa 1/1. Programa de emergencia por desastres naturales. Guatemala. 1 CD.
29. _____. 2001e. Mapa de zonas de vida de Holdridge, del departamento de El Progreso. Esc. 1:250,000. Mapa 1/1. Programa de emergencia por desastres naturales. Guatemala. 1 CD.
30. _____. 2003a. Mapa de amenaza por sequía, para la república de Guatemala. Esc. 1:250,000. Mapa 1/7. Guatemala. 1 CD.
31. _____. 2003b. Mapa de isolíneas comparativas, entre registros de lluvias históricas y registros de la temporada de lluvias 2001 para el mes de Agosto, para la república de Guatemala. Esc. 1:250,000. Mapa 1/7. Guatemala. 1 CD.
32. _____. 2003c. Mapa de isolíneas comparativas, entre registros de lluvias históricas y registros de la temporada de lluvias 2001 para el mes de Julio, para la república de Guatemala. Esc. 1:250,000. Mapa 1/7. Guatemala. 1 CD.
33. _____. 2003d. Mapa de isolíneas comparativas, entre registros de lluvias históricas y registros de la temporada de lluvias 2001 para el mes de Junio, para la república de Guatemala. Esc. 1:250,000. Mapa 1/7. Guatemala. 1 CD.
34. Palacios Sánchez, JE; Palacios Vélez, O. 1981. Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), a diferentes niveles de humedad de suelo en tres etapas fenológicas. Chapingo no. 31-32:91.
35. PESA (Programa Especial de Seguridad Alimentaria, GT). 2004a. Caracterización comunitaria de aldea Patache, en el municipio de Guastatoya. Guatemala. 4p.

36. _____.2004b. Documento de proyecto para el programa especial para la seguridad alimentaria. MAGA-FAO-AECI. Guatemala. 61p.
37. PNUD, GT. 2002. Guatemala: desarrollo humano, mujeres y salud, informe de desarrollo humano: 5. Guatemala. 439 p.
38. PNUD, GT. 2003. Tierra, empleo e ingresos de la población rural en Guatemala. Ed. E Baumeister. Cuadernos de Desarrollo Humano: 8. Guatemala. 1 CD.
39. SAGSA (Silos de Agua de Guatemala, S.A., GT). 2004. Aspectos generales del silo de agua (en línea). Guatemala. Consultado 1 mar 2005. Disponible en <http://silodeagua.com/nuevosilo/>
40. SEGEPLAN (Secretaria General de Planificación Económica, GT). 1999. Caracterización del departamento de El Progreso. Guatemala. 22 p.
41. Simmons, C; Taramo, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado-Sulsona. Guatemala. José de Pineda Ibarra. 1000 p.

CAPITULO II. Evaluación del efecto de la acrilamida de ácido acrílico sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) variedad ICTA B-7, con estrés hídrico en la etapa de floración y bajo condiciones de invernadero.

2.1 PRESENTACIÓN

Esta investigación se desarrolló en el centro experimental docente de agronomía (de la Facultad de Agronomía), durante los meses de agosto del 2006 a enero del 2007. El objetivo, fue conocer el efecto que provoca la acrilamida de ácido acrílico aplicada al suelo, en el rendimiento de la variedad de maíz ICTA B-7, con 4 frecuencias de riego durante la floración del cultivo. Debido que en la etapa de floración del maíz, pueden provocarse pérdidas en el rendimiento de hasta el 50%, si el volumen de agua para la planta, se encuentra por debajo del nivel requerido (Fuentes, 2002).

Esta acrilamida de ácido acrílico tiene la propiedad de adsorber agua y dejarla disponible a las raíces de las plantas (SAGSA, 2004). Las plantas de maíz fueron cultivadas en macetas de plástico de 30 cm de altura, 34 cm de diámetro superior y 20 cm de diámetro inferior. Previo a la siembra del cultivo, se aplicó la acrilamida al centro de la maceta y a 15 cm de profundidad de la superficie del suelo.

Se empleó un diseño bifactorial en bloques al azar y distribuido en parcelas divididas. Los tratamientos evaluados fueron, factor A: aplicación y no aplicación de acrilamida al suelo, a razón de 1.25 g/maceta y, el factor B: riego con cuatro déficit permitidos de manejo (DPM's), 40%, 60%, 80% y sin riego. La unidad experimental, fueron dos plantas de maíz contenidas en una maceta, y por cada tratamiento existieron 5 repeticiones.

Se formaron 8 tratamientos: T1-T2, sin/con acrilamida y el riego con un DPM 40%; T3-T4, sin/con acrilamida y el riego con un DPM 60%; T5-T6, sin/con acrilamida y el riego con un DPM 80%, y T7-T8, sin/con acrilamida y sin riego; todas la frecuencias, a partir de la etapa de floración. Es decir, que dos unidades experimentales: una sin acrilamida y la otra con acrilamida, y ambas con la misma frecuencia de riego, revelarían el efecto de la acrilamida sobre el rendimiento.

El mejor tratamiento fue T1, sin aplicación de acrilamida y con DPM 40%, que generó la frecuencia de riego menor; todos los tratamientos tuvieron un rendimiento similar, incluidos aquellos que contuvieron acrilamida.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 El cultivo de maíz

A. Origen e importancia

El maíz fue una de las primeras plantas cultivadas hace 7,000 ó 10,000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano, proviene de algunos lugares arqueológicos en México, donde algunas pequeñas mazorcas, estimadas en más de 5,000 años, fueron encontradas en cuevas de habitantes primitivos (Paliwal, 2001c).

El maíz tiene alto potencial para producción de carbohidratos por unidad de superficie, por día. Es el segundo cultivo del mundo por su producción, el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y, el segundo después del trigo en producción total. Este cultivo, es de gran importancia económica a nivel mundial, ya sea como alimento para humanos, para el ganado ó, como fuente de productos industriales (Paliwal, 2001a).

Es cultivado en más de 140 millones de hectáreas, con una producción anual mayor a 580 millones de toneladas métricas. El maíz tropical es de importancia económica en 61 países, cada uno siembra más de 50,000 hectáreas y una producción anual de 111 millones de toneladas métricas. El maíz tiene usos múltiples y variados; puede ser usado como alimento en distintas etapas del desarrollo de la planta (Paliwal, 2001a).

B. Clasificación botánica

Cuadro 6. Clasificación botánica del maíz.

Clasificación	Descripción
Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Clase	Angiospermae
Orden	Graminales
Familia	Graminae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>Z. Mays</i>

Fuente: Fuentes (2002).

C. Fenología del cultivo

a. Etapa vegetativa

Esta inicia al momento de comenzar el proceso de germinación de la semilla y el establecimiento de las plántulas; se expande el follaje, formando la capacidad fotosintética del cultivo, que controla la producción de biomasa (Fuentes, 2002).

b. Etapa reproductiva

El polen de maíz es una estructura trinuclear. Debido a las diferencias de desarrollo, entre las florecillas superiores e inferiores, el polen cae continuamente de cada espiga por un período de una semana o más. El tiempo cálido y húmedo no afecta negativamente la fertilización. Sin embargo, el tiempo cálido y seco afecta adversamente a los estambres, secándoles fácilmente y dañando la fertilización (Paliwal, 2001b).

En el caso del maíz, las flores masculinas se producen en la inflorescencia terminal (espiga) y las flores femeninas en las axilas laterales (mazorcas); la polinización es una fase extremadamente sensible al efecto que puedan causar los estreses ambientales como la sequía, que afecta negativamente al rendimiento (Fuentes, 2002).

c. Etapa de llenado de grano

Esta etapa se inicia inmediatamente después de la polinización, determinando el peso final de la mazorca. El peso del grano está correlacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada durante esta fase y, es afectado por estreses hídricos y nutricionales (Fuentes, 2002).

Una vez establecido el número de granos por mazorca, el rendimiento final depende de la disponibilidad de materiales asimilados corrientes y almacenados (Lafitte, 2001).

D. Requerimientos del cultivo

a. Temperatura

El desarrollo vegetativo y reproductivo del maíz, esta muy relacionado con la altitud en donde se encuentra la plantación. Localidades con bajas temperaturas, posibilitan un desarrollo vegetativo largo y viceversa (Fuentes, 2002).

b. Fotoperíodo

El maíz es una planta determinada cuantitativa de días cortos, significa que, el progreso hacia floración, se retrasa progresivamente a medida que el fotoperíodo excede del valor mínimo. En general, el fotoperíodo crítico oscila entre 11 y 14 horas (Fuentes, 2002).

c. Suelo

El cultivo de maíz se desarrolla bajo diferentes condiciones de suelo; sin embargo, las mejores condiciones son: textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención del agua. Puede cultivarse con buenos resultados en suelos que presentan pH de 5.5 a 8.0, aunque el óptimo corresponde a una ligera acidez, ph entre 6 y 7 (Fuentes, 2002).

d. Agua

Doorembos y Kassam (1979) expresan que el cultivo de maíz requiere de 500-800 mm, para completar su ciclo de vida (dependiendo del clima). Fuentes (2002) dice que el maíz necesita de 500-700 mm de precipitación, durante el ciclo de cultivo. Sin embargo, aún esa cantidad de lluvia no es suficiente, si la humedad no puede ser almacenada en el suelo. El requerimiento hídrico mínimo para cumplir las diferentes fases de crecimiento en el cultivo de maíz, se presenta en el cuadro 7.

Cuadro 7. Requerimiento hídrico del maíz por etapa fenológica (mm).

Fase fenológica		
Vegetativa	Floración	Reproductiva
300 mm	200 mm	200 mm

Fuente: Fuentes (2002).

2.2.2 Manejo del agua en el cultivo de maíz

A. Déficit permitido de manejo

La experiencia ha demostrado que no debe permitirse que los cultivos consuman el 100% de la humedad aprovechable en el suelo, es decir, evitar que la humedad del suelo baje hasta el punto de marchites permanente, porque la producción del cultivo disminuirá (Sandoval, 1989).

El porcentaje al cual, se permite bajar la humedad del suelo, antes de regar y sin que la producción disminuya se denomina Punto Crítico (PC). El rango entre capacidad de campo y el punto crítico se le llama Déficit Permitido de Manejo (DPM), normalmente expresado como el porcentaje de la humedad aprovechable total, que puede ser usado por el cultivo, sin que la producción de éste disminuya (Sandoval, 1989).

Un DPM de 25% significa, que el cultivo consumirá el 25% del agua disponible en el suelo y luego deberá regarse. Específicamente para maíz, es recomendado un DPM del 55-65% durante el desarrollo vegetativo, floración y formación de grano (Sandoval, 1989).

Pair (1977), aconseja que el maíz se riegue cuando se consuma el 50% de la humedad aprovechable en el suelo. Jensen (1980), recomienda que el agotamiento del agua disponible para el cultivo de maíz sea de un 40% a 60%.

Resultados de... (1981), encontraron que en la región lagunera de Coahuila, México, el mejor nivel de humedad aprovechable fue de un 60%. Castro (1976), sugiere para la unidad de riego el Tempisque, Jutiapa, que el nivel mínimo de humedad aprovechable para el cultivo de maíz varíe entre un 40% y 60%.

Resultados de... (1982), determinaron que para las etapas de floración y maduración, regando al 62% (floración) y 64% (maduración) de humedad aprovechable, se logran mejores rendimientos. Doorembos y Kassam (1979), encontraron que se puede llegar al nivel de agotamiento alrededor de 65% durante el período de floración.

B. Déficit hídrico

En el momento de la floración, el efecto del estrés es catastrófico, resultando en granos vacíos o en una seria reducción del número de grano de la mazorca (Lafitte, 2001).

En general, el cultivo de maíz dispone de una fase crítica que demanda la mayor cantidad de agua, éste período ocurre durante la fase de pre y post floración (Fuentes, 2002).

La reducción de agua en el cultivo del maíz durante el período de prefloración, floración y post-floración provoca pérdidas de 25%, 50% y 21%, respectivamente. El momento crítico del estrés hídrico en maíz, se ubica entre los 7 días previos al inicio de la floración y 15 días posterior a ésta. En esta etapa la reducción de rendimiento es mayor, siendo 2 o 3 veces mayor que en otra fase de crecimiento, en esta fase el número de granos puede reducirse hasta en 45% (Fuentes, 2002).

El déficit de agua durante el período de floración, especialmente en el tiempo de formación del estigma y la polinización, puede traducirse en una disminución de los rendimientos, debido a la desecación de los estigmas (Doorembos y Kassam, 1979).

Hernández y Palacios (1981), encontraron que durante la floración los niveles bajos de humedad disminuyen el rendimiento. Palacios y Palacios (1981) dicen que la floración es la etapa crítica del cultivo de maíz. García (1987), expone que en la floración y fructificación se encuentra el mayor consumo de agua.

2.2.3 Evapotranspiración

La evapotranspiración de un cultivo puede determinarse a través de métodos directos e indirectos. Los métodos directos miden la humedad directamente y los métodos indirectos, a través de datos climáticos y tablas con valores o coeficientes constantes. En los métodos indirectos está el método de tanque evaporímetro tipo "A" (Herrera, 2002).

2.2.4 Evapotranspiración potencial

La evaporación dada en la superficie libre de agua del tanque evaporímetro, integra los efectos de los diferentes factores meteorológicos, incluidos en la evapotranspiración, además, tiene la probabilidad de ser el procedimiento más confiable (Grassi, 1975 a, b).

Estudios de correlación en diferentes cultivos y períodos del ciclo vegetativo, permiten obtener coeficientes para estimar evapotranspiración potencial (Etp), en función de la evaporación de una superficie libre de agua (Ev), donde “k” es el coeficiente de ajuste adimensional (Grassi, 1975a): $Etp = Ev * k$

Herrera (2002) recomienda utilizar el factor 0.7 para las tierras altas volcánicas y sedimentarias de Guatemala.

A. Tanque de evaporación tipo “A”

En la región centroamericana los tanques empleados, generalmente, son de hierro galvanizado y no deben pintarse ni interior ni exteriormente, para asegurar la normalización de la exposición (Contreras, 1998).

Este tanque evaporímetro, consiste en un cilindro de 25.40 cm de profundidad y 120.70 cm de diámetro, construido de hierro galvanizado u otro metal resistente a la corrosión. Consta de un tornillo micrómetro, instalado sobre un pozo tranquilizador, que es un cilindro hueco de bronce de 10 cm de diámetro y 30 cm de profundidad, con un pequeño orificio en el fondo que al regular el paso del agua, elimina en su interior las alteraciones del nivel, causadas por ondas formadas en la superficie libre de agua del tanque (Contreras, 1998).

B. Instalación

El tanque de evaporación tipo “A” debe estar colocado sobre una tarima de tabloncillos de madera, a una distancia de 5-10 cm sobre el nivel del suelo, para permitir la circulación del aire y facilitar la inspección periódica de la base. El equipo requiere de absoluta horizontalidad y libre de obstáculos que proyecten sombra sobre el tanque. Para proteger el tanque de los pájaros y animales pequeños, pueden utilizarse repelentes químicos que no contaminen en absoluto el agua o protegerse con un alambre fino entrelazado, colocado por encima del tanque (Contreras, 1998).

2.2.5 Variedad de maíz ICTA B-7

Es una variedad de polinización libre de grano blanco, adaptada a condiciones marginales, especialmente, como la zona del Nor-Oriente y algunas regiones de la Costa Sur-Occidental de Guatemala, que presentan problemas de pobreza e inseguridad alimentaria (Fuentes, 2003).

La variedad "ICTA B-7" fue evaluada entre altitudes de 0-1,400 metros sobre el nivel del mar, presenta buen potencial de rendimiento, porte bajo y características agronómicas como: tolerancia al acame de tallo y raíz, tolerancia a enfermedades foliares y de la mazorca. Ésta variedad se adapta a los diferentes sistemas de siembra en monocultivo y en asocio (Fuentes, 2003).

A. Siembra

La siembra está relacionada con el establecimiento de la época lluviosa, siendo el momento adecuado para realizar la primera siembra entre mayo y junio, y la segunda siembra, al inicio de septiembre. La densidad de siembra mínima son 50,000 plantas por hectárea (Fuentes, 2003). Para ésta densidad de siembra posiblemente sea empleado un distanciamiento de 0.80 m entre hileras y 0.50 m entre posturas.

B. Características agronómicas

Las características promedio en 34 parcelas de validación fueron: grano blanco y semidentado, altura de 2.17 m, 53 días hasta la etapa de floración y 110 días para la cosecha, con un rendimiento de 3769 kg/ha (Fuentes, 2003).

C. Requerimiento de macro nutrientes

Los requerimientos nutricionales del cultivo de maíz son: 181.81, 68.18 y 194.80 kg puros/ha de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente (Fuentes, 2002).

D. Plagas

Las plagas de mayor importancia económica son: *Phyllophaga* spp. (gallina ciega), *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero), *Helicoverpa zea* (gusano elotero), *Dalbulus maidis* (chicharritas) y *Tetranychus* sp. (ácaros) (Fuentes, 2002).

2.2.6 Acrilamida de ácido acrílico con sal de potasio y sal de amonio

Flores (2005) expone que ésta molécula, posiblemente fue creada a partir de la mezcla de Propenamida C_3H_5NO (Acrilamida) (Merck, 1976) y 2-Ácido Propenoico $C_3H_4O_2$ (Ácido acrílico) (Merck, 1976); cuando entrecruzando las cargas positivas y negativas de sus monómeros, reaccionan entre sí dando lugar a un polímero. Esta reacción puede detenerse, agregando a la mezcla sal de potasio y sal de amonio (aunque pueden utilizarse otros materiales); pues ello anula las terminaciones iónicas del monómero activado, convirtiéndolo en sal de potasio o sal de amonio.

Ésta tecnología fue creada por el ingeniero mexicano Sergio Rico Velasco, a quién le fue otorgado, el noveno premio de *Ecología y medio ambiente Miguel Alemán Valdez, 2002* (Q-SISTEMAS, 2004).

A. Información técnica

Cuadro 8. Información técnica de la acrilamida de ácido acrílico.

Concepto	Descripción
Base química	Acrilamida entrecruzada/copolímero de ácido acrílico, sal de potasio/amonio.
Valor pH	6.0 – 7.50 (suspensión)
Capacidad de absorción	
Agua destilada	250 ml/g

Fuente: HIDROGUA (s.f.).

B. Formula estructural

La fórmula estructural consiste de la acrilamida entrecruzada/copolímero de ácido acrílico con sal de potasio y sal de amonio (designada de aquí en adelante como acrilamida o acrilamida de ácido acrílico).

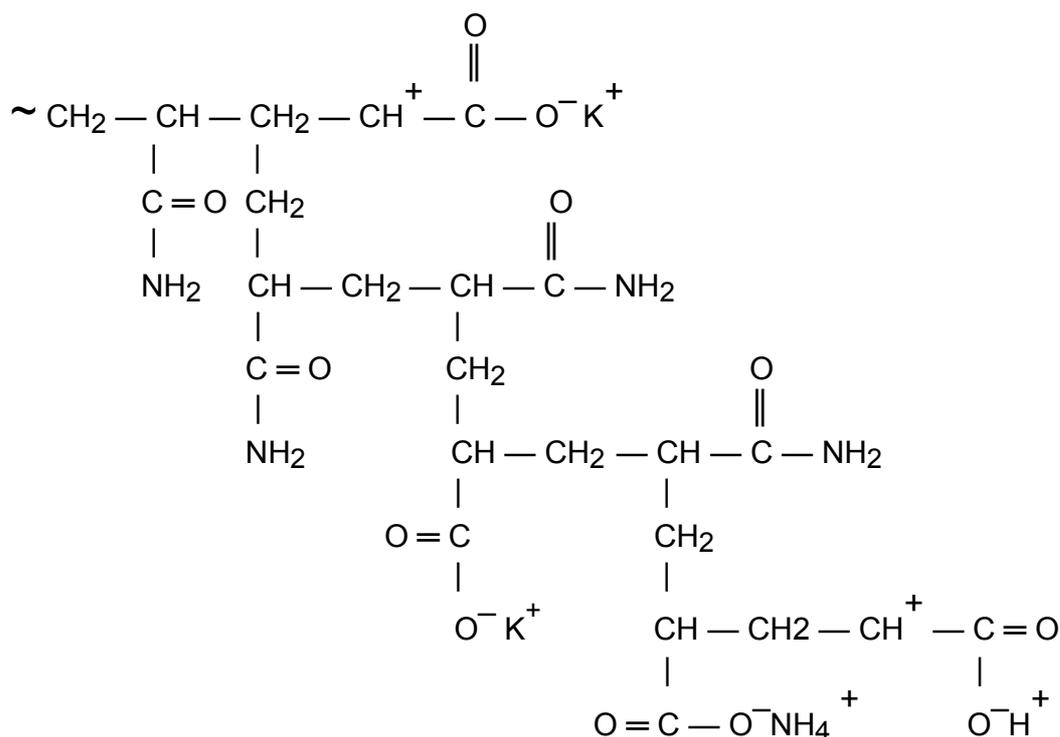


Figura 1. Fórmula estructural de acrilamida de ácido acrílico, con sal de potasio y sal de amonio.

Fuente: Flores (2005).

C. Presentación

Tiene forma de pequeños cristales de color blanco, con un tamaño menor a 3 mm de diámetro, su estado físico es sólido y seco, comercializada generalmente en presentaciones de 1 y 12 kg en la ciudad capital de Guatemala (Figura 12A).

D. Funcionamiento

El funcionamiento es adsorber agua, almacenarla y dejarla disponible para la planta. Cinco gramos de acrilamida de ácido acrílico pueden adsorber un litro de agua destilada, al dejarle reposar durante 2 horas; en aguas tratadas o salinas se reduce la capacidad de adsorción, sin interferir en el almacenamiento. Su vida útil es de 5-8 años (SAGSA, 2004).

E. Aplicación

Debe aplicarse cerca de la raíz de la planta, sin importar su estado físico (seco o húmedo); cuando la aplicación sea en seco o en forma de cristales, al momento del riego o lluvia, ésta adsorberá el agua y aumentará su tamaño (Q-SISTEMAS, 2004).

Hidratar la acrilamida antes de su aplicación, podría volver efectiva su utilización, porque esto evita riesgos de si alcanzó o no, su máximo de adsorción en el primer riego. Luego de hidratada la acrilamida de ácido acrílico, ésta será incolora, blanda como un gel y húmeda; cuando se coloca sobre una superficie seca y se arrastra, deja un rastro de humedad.

a. Durante la siembra

En cultivos de poca labranza, se deposita en el surco a una profundidad de 10-25 cm, se cubre con suelo y sobre el mismo, puede sembrarse (Q-SISTEMAS, 2004).

b. Después de la siembra

La aplicación en cultivos o plantaciones existentes, siempre debe ser en torno a la raíz de las plantas, sin importar el cultivo (Q-SISTEMAS, 2004).

F. Dosificación

SAGSA (2004) recomienda diferentes dosis en los cultivos siguientes: pasto 40 g/m² aplicado al voleo antes de plantar o en cultivo establecido; árboles frutales 50-150 g/árbol; flores y arbustos, 20 g/planta; maíz, frijol y cebada, 23-25 kg/ha.

G. Riego

Habiendo cedido la humedad, reducirá su tamaño, convirtiéndose de nuevo en cristales, pero con riego o agua de lluvia, éstos se hidratarán nuevamente (Q-SISTEMAS, 2004).

H. Almacenamiento

Al estar hidratada la acrilamida, puede almacenarse en sacos plásticos, colocados bajo sombra, para evitar la evaporación del agua absorbida (Q-SISTEMAS, 2004).

I. Incompatibilidad

Puede combinarse con cualquier agroquímico, teniendo en cuenta que tiene la capacidad de retener el agua y lo disuelto en ella (SAGSA, 2004).

Cuadro 9. Información toxicológica de la acrilamida de ácido acrílico.

Forma de intoxicación	Descripción
Inhalación	Irrita el tracto respiratorio.
Ingestión	Causa incomodidad o molestias gastrointestinales. Baja toxicidad oral.
Ojos	Produce irritación leve.
Piel	Causa irritación, específicamente después de contactos prolongados y repetidos.
Toxicidad crónica	No conocida.

Fuente: SAGSA (2004).

J. Toxicidad

A pesar de que se usan a veces sustancias intermedias tóxicas en la fabricación de polímeros, los productos finales raras veces son tóxicos (Hidrogel, 2004).

K. Persistencia, degradación y alteraciones

La acrilamida de ácido acrílico incorporada al suelo, mantendrá una vida útil máxima de 8 años; con el paso del tiempo y las radiaciones solares, irá perdiendo capacidad de retención de humedad, hasta su oxidación total en la que se tienen como productos de éstas, sales de potasio y amonio, CO₂ y H₂O, incorporados en el suelo sin alterar las condiciones químicas del mismo. La acrilamida no es un material corrosivo (SAGSA, 2004).

2.3 MARCO REFERENCIAL

A. Localización y límites

El Centro Experimental Docente de Agronomía, está situado al sur de la capital de Guatemala y de la Ciudad Universitaria zona 12. El INSIVUMEH (2006), dice que geográficamente están localizados en las coordenadas: 14°35'11" latitud Norte, 90°35'58" longitud Oeste y, a una altitud media de 1,502 msnm.

B. Zona de vida

El Instituto Nacional Forestal (INAFOR, 1983), ubica a la ciudad de Guatemala dentro de la zona de vida: Bosque Húmedo Subtropical templado (Bh-st).

C. Temperatura

La temperatura dentro del invernadero registro una temperatura máxima promedio de 35.67 °C y una temperatura mínima promedio de 15.73 °C (Cuadros 34A y 35A).

D. Suelo

Los resultados de análisis físicos y químicos del suelo empleado en la investigación, se presentan en los cuadros 10, 11 y 12. Los análisis fueron efectuados por el laboratorio de suelo-agua-planta de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Cuadro 10. Análisis químico de suelo del CEDA-FAUSAC, empleado para la investigación, 2006.

Identificación	pH	ppm		Meq/100gr		ppm				M.O.
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	
Rango medio		12-16	120-150	6-8	1.5-2.5	2-4	4-6	10-15	10-15	%
M-1	6.0	6.85	135	12.48	3.29	2	6	12.50	19.50	4.73

Cuadro 11. Análisis físico de suelo del CEDA-FAUSAC, empleado para la investigación, 2006.

Identificación	% HUMEDAD (ATM)				
	1/3	2	5	10	15
M-1	22.59	18.68	17.85	16.97	16.48

Cuadro 12. Análisis físico de suelo del CEDA-FAUSAC, empleado para la investigación, 2006.

Identificación	g/cc		Arcilla	Limo	Arena	Textura de suelo
	Da	Dr				
M-1	1.0256	2.1053	37.38%	20.62%	42.00%	Franco arcilloso

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 General

- A. Determinar el efecto de la acrilamida de ácido acrílico aplicada al suelo, sobre el rendimiento de las plantas de maíz variedad ICTA B-7, con 4 déficit permitidos de manejo durante la etapa de floración, bajo condiciones de invernadero.

2.4.2 Específicos

- A. Evaluar el efecto de la acrilamida de ácido acrílico aplicada al suelo, sobre el rendimiento de granos, altura y diámetro de tallo de maíz variedad ICTA B-7, con 4 déficit permitidos de manejo durante la floración, bajo condiciones de invernadero.

- B. Realizar un análisis económico a los tratamientos.

2.5 HIPÓTESIS

La aplicación de la acrilamida de ácido acrílico al suelo, incrementará el rendimiento de granos, la altura y el diámetro de tallo de las unidades experimentales, bajo condiciones de invernadero.

2.6 METODOLOGÍA

2.6.1 Primera fase

A. Ubicación

El experimento fue realizado en el Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), de la Facultad de Agronomía en la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC).

B. Materiales

En la investigación se necesitó lo siguiente: 150m² de área bajo invernadero, 704 kg de suelo, 0.70 kg de bromuro de metilo, 40 macetas de 30 cm de altura, 34 cm de diámetro superior y 20 cm de diámetro inferior (con agujeros en la parte inferior), 200 g de semilla de maíz (*Zea mays* L.) variedad ICTA B-7, 25 g de acrilamida de ácido acrílico con sal de potasio y sal de amonio, 100 bolsas plásticas con capacidad de 454 g, 363 g de fertilizante en mezcla química en fórmula comercial 15-15-15 de N-P-K, 207 g de fertilizante en mezcla química en fórmula comercial 46-0-0 de N-P-K, 13.608 g de fertilizante foliar en formula comercial 20-20-20+EM N-P-K+Elementos menores, una probeta de 100 ml, 16.80 g de phoxim, 1.62 ml de endosulfan, un tanque de evaporación tipo "A", un pozo tranquilizador y un tornillo micrométrico.

a. Suelo

El suelo utilizado para la investigación, fue colocado bajo techo (en el CEDA), con el objetivo de mantenerle aislado de la lluvia y de los rayos directos del sol. El suelo fue desinfestado con 0.70 kg de Bromuro de metilo. El suelo pertenecía a un área no cultivada con *Lycopersicon esculentum* (tomate), para evitar suelo contaminado, porque el invernadero se compartió con un proyecto de mejoramiento genético de tomate resistente a *Phytophthora infestans*.

b. Muestras de suelo

El suelo fue cernido a través de un tamiz con agujeros de 1.25 cm de grosor, fue homogenizado, revolviendo y conglomerando el suelo en 10 ocasiones. Después se extrajo una muestra, que fue enviada al laboratorio de suelo-planta-agua de la FAUSAC, para análisis físicos y químicos.

c. Macetas

El área designada fue de 150 m² (5 m x 30 m), utilizando el distanciamiento siguiente: 0.40 m de ancho y 2.50 m de largo. Esto permitió que la sombra de las plantas, no provocara una irregularidad de la humedad entre las macetas. Las macetas se llenaron con 17.60 kg de suelo (0% de humedad) y, casi todas las macetas tenían suelo a 3 cm por debajo del borde; en la maceta, el suelo quedó a una altura de 27 cm, evitando derramar el agua para riego.

d. Prueba de capacidad de campo

Para esta prueba el suelo debía tener 0% de humedad. Para llevar el suelo a ese nivel de humedad, se expusieron al sol las macetas con suelo y, se enviaban periódicamente muestras de suelo al laboratorio, para análisis de humedad. Las muestras se enviaron al laboratorio de suelo-planta-agua de la FAUSAC.

Cuando los resultados del laboratorio revelaron que el suelo contenía 0% de humedad, fueron escogidas al azar 8 macetas, para agregarles gradualmente un volumen de agua conocido, hasta máxima capacidad del suelo. Al final de la prueba, el suelo de cada maceta retuvo 2.87 lt de agua.

e. Acrilamida de ácido acrílico

El 50% de todas las unidades experimentales, tendrían una dosis de 1.25 g de acrilamida de ácido acrílico. Cada dosis, fue tarada en una balanza semianalítica y colocada dentro de bolsas plásticas.

En cada bolsa se colocaron con 250 ml de agua de tubo, para hidratar el producto. Para que el producto absorbiera el agua se dejaron en reposo durante 2 horas, luego se determinó el contenido de agua adsorbido. Cada dosis absorbió en promedio 187.65 ml (75.06% del agua empleada).

2.6.2 Segunda fase

A. Manejo del cultivo

a. Establecimiento

Llenas las macetas con suelo, se aplicó la acrilamida al centro y una profundidad de 15 cm, éste agujero se llenó con el suelo excavado en cada maceta (Figura 13A). Las macetas contuvieron 2 plantas de maíz variedad ICTA B-7 y, para lograr éste fin, fueron sembradas 4 semillas de maíz por maceta, efectuando un raleo a los 30 dds.

b. Riego

Sandoval (1989) dice que durante el establecimiento y el desarrollo vegetativo el cultivo de maíz, el consumo de agua no exceda un 50% del déficit permitido de manejo. Por ésta razón, durante los primeros días de la siembra, se obtuvieron muestras de suelo para análisis de humedad en laboratorio; los resultados revelaron que, el 50% de humedad en el suelo, se alcanzaba una semana después del riego. El laboratorio empleado fue el de suelo-planta-agua de la FAUSAC

El mismo procedimiento se realizó, 30 días después de la siembra (dds), para monitorear el comportamiento de la humedad ahora cuando el cultivo tenía un tamaño diferente al anterior; ahora ésta humedad se alcanzaba aproximadamente, a la mitad de la semana.

Debido a lo expuesto anteriormente, durante los primeros 30 dds, se regaban 3.20 lt de agua de tubo por semana y por maceta. Y de 31-51 dds, se regó el mismo volumen dos veces por semana por maceta. La capacidad de campo del suelo son 2.87 lt y, la máxima capacidad de adsorción de 1.25 g de acrilamida, son 250 ml.

c. Fertilización

El cultivo de maíz se fertilizó al suelo y foliar. La fertilización al suelo, se hizo a los 15 y 40 dds, aplicando 9.08 g de 15-15-15 y 5.18 g de 46-0-0 de N-P-K por maceta, respectivamente; la fertilización anterior, equivale a 74.90–27.24–27.24 kilogramos puros por hectárea de N-P-K.

La fertilización foliar se realizó a los 47, 49 y 51 dds, aplicando un total de 13.60 g de 20-20-20+1.336 de N-P-K+EM (elementos menores), respectivamente; ésta fertilización, equivale a 1.55-1.55-1.55+0.10 kg puros por hectárea de N-P-K+EM. Ambas fertilizaciones, corresponden a una densidad de 20,000 posturas/ha, y un distanciamiento de siembra de 1 m entre hileras y 0.50 m entre plantas (Figuras 14A y 15A).

d. Control de plagas y malezas

Durante la investigación estuvieron presentes plagas masticadoras y chupadoras del follaje, aplicando phoxim en gránulos a los 42 dds, a razón de 16 kg/ha de forma localizada en el cogollo de planta, es decir, 0.21 g/planta, y endosulfan a los 40 y 60 dds a razón de 1.50 lt/ha. Al inicio de cada semana, las malezas presentes dentro de las macetas eran eliminadas de forma manual.

2.6.3 Tercera fase

A. Manejo de la investigación

a. Información climatológica

La temperatura fue registrada en grados Celsius; siendo tomada en horas de la tarde, para obtener la temperatura mínima alcanzada en horas de la madrugada y la máxima del medio día. La información fue tomada desde la siembra hasta la madurez fisiológica del cultivo (Cuadro 34A y 35A).

La evaporación fue registrada con un tanque de evaporación tipo "A", y ésta fue tomada a partir de la etapa de floración hasta la madurez fisiológica del cultivo. El tanque fue colocado sobre una tarima de madera (1.20 m de largo, 1 m de ancho y 0.15 m de alto). El tanque se llenó con agua de tubo, dejando 5-7 cm por debajo del borde.

La evaporación en el tanque, era registrada a las 7:00 horas, y ésta lectura se comparaba con la anterior y la diferencia, era la evaporación del día anterior. La lectura se hizo enroscando el tornillo micrométrico hasta tocar el agua, pero sin romper su tensión superficial. La evaporación obtenida, fue transformada a evapotranspiración potencial (Etp) por medio del factor 0.70 (Cuadros 36A al 38A).

b. Riego

Las frecuencias de riego empleadas en la etapa de floración, se generaron a través de la fórmula de lámina de humedad aprovechable de Sandoval (1989). Los datos empleados en la fórmula, son los resultados del análisis físico del suelo (Cuadros 11 y 12) y, la altura del suelo en la maceta (Zr). La fórmula es la siguiente:

$$LHA = \frac{(CC - PMP)}{100\%} \times Dap \times Zr$$

Referencia:

LHA = Lámina de humedad aprovechable (cm).

CC = Capacidad de campo (%).

PMP = Punto de marchites permanente (%).

Dap = Densidad aparente (g/cm³).

Zr = Zona radicular o grosor del estrato (cm).

$$LHA = \frac{(22.59\% - 16.48\%)}{100\%} \times 1.0256 \text{ g/cm}^3 \times 27 \text{ cm}$$

$$LHA = 1.69 \text{ cm.}$$

$$LHA = 16.90 \text{ mm.}$$

Esta lámina de humedad, multiplicada por el déficit permitido de manejo (asignado a cada tratamiento), determinaría una lámina de humedad rápidamente aprovechable (LHRA) (Sandoval 1989), cuya fórmula es la siguiente:

$$LHRA = LHA \times DPM$$

Referencia:

LHRA = Lámina de humedad rápidamente aprovechable (mm).

DPM = Déficit permitido de manejo (decimales).

$$LHRA = 16.90 \text{ mm} \times 0.40 \quad LHRA = 6.76 \text{ mm (LHRA agotada)}$$

Se regaba, cuando la lámina de humedad aprovechable (LHA) fuera agotada por la evapotranspiración potencial (Etp), hasta llegar teóricamente, a la lámina de humedad rápidamente aprovechable (LHRA). Por ejemplo, se tiene una LHA de 16.90 mm, pero el tratamiento "x" sería regado al alcanzar una LHA de 10.14 mm, quiere decir, que su LHRA es de 6.76 mm, misma, que sería agotada por la evapotranspiración potencial (Etp).

El mismo procedimiento se utilizó para el resto de tratamientos con distintos déficit permitidos de manejo (Cuadros 36A al 38A). En cada riego se aplicaban 3.20 litros de agua, para llevar a capacidad de campo al suelo y a la acrilamida de ácido acrílico.

B. Metodología experimental

a. Modelo estadístico

Fue utilizado un modelo estadístico bifactorial, dispuesto en un diseño en bloques al azar en parcelas divididas, éste modelo se empleó para facilitar el manejo de los tratamientos. Cada tratamiento tuvo 5 repeticiones. El factor bloqueado era el desplazamiento de la sombra generada por árboles, en horas de la tarde (López, 2004). A continuación se presenta el modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + (\alpha\rho)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Referencia:

- Y_{ijk} = Variable de respuesta medida en la ijk -ésima unidad experimental.
- μ = Media general.
- α_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor A.
- β_j = Efecto del j -ésimo bloque.
- ρ_k = Efecto del k -ésimo nivel del factor B.
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i -ésimo nivel del factor A con el j -ésimo bloque, que es utilizado como residuo de parcelas grandes y es representado por Error (a).
- $(\alpha\rho)_{ik}$ = Efecto debido a la interacción del i -ésimo nivel del factor A con el k -ésimo nivel de factor B.
- ε_{ijk} = Error experimental asociado a Y_{ijk} , es utilizado como residuo a nivel de parcela pequeña, y es definido como Error (b).

b. Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados fueron, factor A: aplicación de acrilamida de ácido acrílico con sal de potasio y sal de amonio a razón de 25 kg/ha, en donde, un distanciamiento de siembra de 1 m entre hileras y 0.50 m entre posturas da como resultado, 1.25 g/postura o maceta. Y el factor B: diferentes déficit permitidos de manejo, que generaron distintas frecuencias de riego durante la etapa de floración del cultivo.

Cuadro 13. Descripción de los tratamientos evaluados en el CEDA, 2006.

Tratamiento	Factor A	Factor B
T1	Sin acrilamida	Déficit permitido de manejo 40%
T2	Con acrilamida	
T3	Sin acrilamida	Déficit permitido de manejo 60%
T4	Con acrilamida	
T5	Sin acrilamida	Déficit permitido de manejo 80%
T6	Con acrilamida	
T7	Sin acrilamida	Sin riego en la etapa de floración
T8	Con acrilamida	

c. Unidad experimental

La unidad experimental estaba conformada por 1 maceta, conteniendo 2 plantas de maíz variedad ICTA B-7, en cada tratamiento existieron 5 repeticiones.

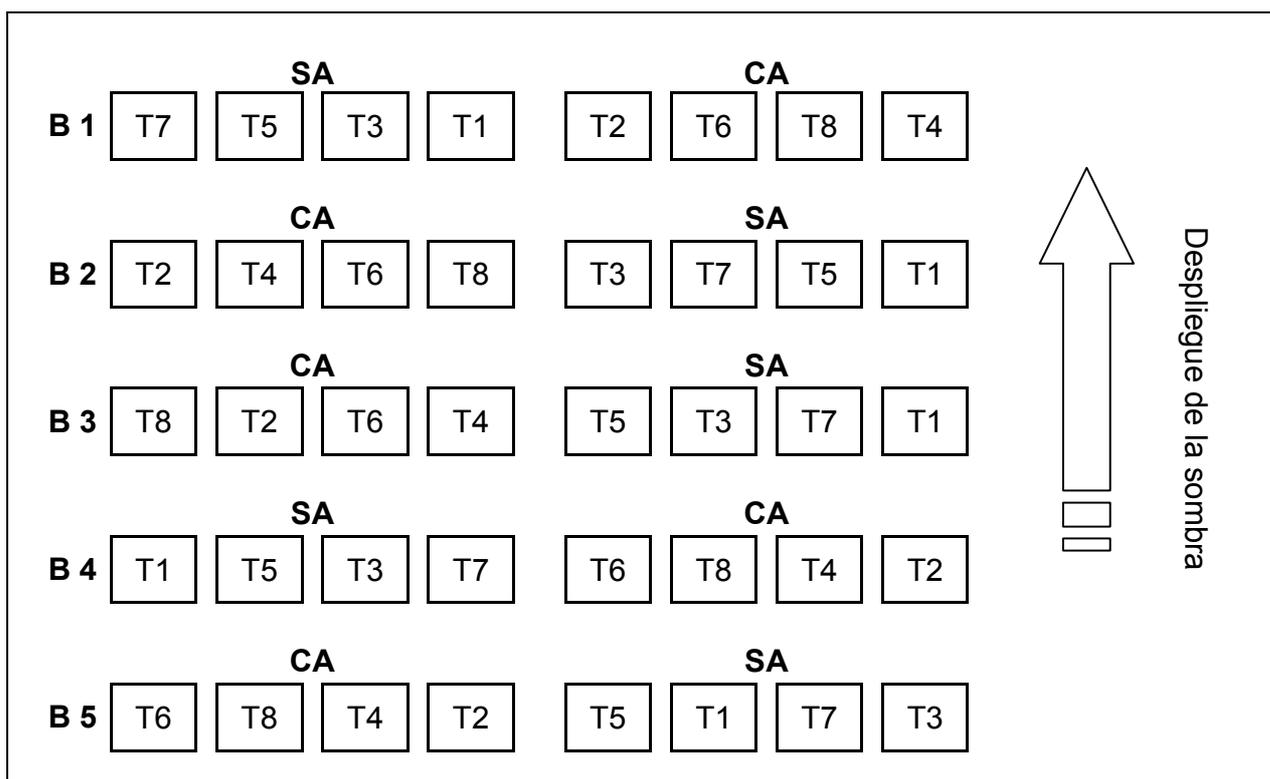


Figura 2. Ordenamiento de los tratamientos dentro del invernadero del CEDA, 2006.

Referencia:

SA = Sin acrilamida; CA = Con acrilamida; B = Bloque.

C. Variables de respuesta

La variable de respuesta primaria, fue el peso de granos de maíz variedad ICTA B-7 por unidad experimental (en gramos). Las variables de respuesta secundaria fueron: altura promedio de las plantas de maíz variedad ICTA B-7 (en metros) y, el diámetro de tallo promedio de las plantas de maíz variedad ICTA B-7 (en centímetros), ambas, por unidad experimental.

Las plantas de maíz, fueron dobladas a los 90 días después de la siembra (dds) y cosechadas luego de 30 días. Las mazorcas fueron puestas al sol, con la finalidad de secar los granos. El contenido de humedad de los granos de maíz fue determinado en el Silo Central. El rendimiento en peso de granos de cada unidad experimental, fue evaluado con 16% de humedad.

La altura y diámetro de tallo fueron tomadas antes de la dobla de las plantas. La altura de las plantas fue tomada desde el nivel del suelo hasta el último entrenudo (previo a la panoja). El diámetro de tallo de las plantas se tomo en la parte central de los primeros dos entrenudos cercanos al nivel del suelo.

D. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza, para un modelo estadístico bifactorial, dispuesto en un diseño en Bloques Al Azar en parcelas divididas, así como también, una prueba de medias de Tukey.

E. Análisis económico

El análisis económico consistió, en determinar el porcentaje de rentabilidad para cada uno de los tratamientos evaluados, bajo las consideraciones de un agricultor típico de la aldea Patache, del municipio de Guastatoya, departamento El Progreso. El porcentaje de rentabilidad se determinó a partir de la fórmula siguiente:

$$\text{Rentabilidad (\%)} = \frac{\text{Ingreso neto}}{\text{Costo total}} \times 100$$

En el costo total se incluyen insumos como: semilla, herbicidas, insecticidas, fertilizantes. Así como también, la mano de obra para la aplicación de los insumos, para la cosecha, el desgrane, el almacenamiento y la aplicación de insecticida postcosecha. El costo total se calculó con una densidad de 20,000 posturas por hectárea, con un distanciamiento de siembra de 1 m entre hileras y 0.50 m entre posturas (Cuadros 45A al 46A).

El ingreso neto se calculó a través de la fórmula siguiente:

Ingreso neto = Ingreso bruto – costo total

El ingreso bruto se calculó a través del rendimiento promedio de cada tratamiento, expresado en el grupo Tukey (Cuadro 44A), multiplicado por 20,000 posturas que contendría una hectárea. En el ingreso bruto se asume que cada postura tiene 2 plantas y que el 100% de la semilla cultivada, sobrevive todo el ciclo de cultivo.

Para cada tratamiento se generó un cuadro específico, debido que algunos tratamientos requieren de aplicación de acrilamida y otros no, aumentando sus costos, por la compra del producto y por la mano de obra en la aplicación del mismo. Además, debido que cada tratamiento tiene un rendimiento de grano distinto, requiere de diferente cantidad de insecticida postcosecha (Cuadros 47A al 54A).

2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evapotranspiración potencial (Etp) y los déficit permitidos de manejo (DPM), empleados durante la floración y la madurez fisiológica del cultivo (Cuadros 36A al 38A), produjeron las frecuencias de riego y cantidad de riegos siguientes:

Cuadro 14. Frecuencias y número de riegos por tratamiento, empleados durante la etapa de floración hasta la madurez fisiológica del cultivo, en el CEDA 2006.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Frecuencia de riego	Número de riegos
T1	Sin acrilamida	DPM 40%	4 días	7 riegos
T2	Con acrilamida			
T3	Sin acrilamida	DPM 60%	6 días	5 riegos
T4	Con acrilamida			
T5	Sin acrilamida	DPM 80%	7 días	4 riegos
T6	Con acrilamida			
T7	Sin acrilamida	Sin riego en la etapa de floración	0 días	0 riegos
T8	Con acrilamida			

Sandoval (1989), Pair (1977), Jensen (1980), Castro (1976) y Doorembos y Kassam (1979): recomiendan para el cultivo de maíz, un DPM entre 40-65% durante la floración del cultivo.

2.7.1 Variable peso de granos de las plantas de maíz

Según Fuentes (2002), Doorembos y Kassam (1979) y, Hernández y Palacios (1981), expresan que durante la etapa de floración del maíz, la falta de agua provoca reducción en el rendimiento del cultivo. Éste fenómeno se encontró en el peso promedio de granos de maíz para cada tratamiento, porque el rendimiento fue mayor para las unidades experimentales con un DPM 40% (riego con menor frecuencia) y, un rendimiento menor para las unidades experimentales con un DPM 80% (riego con mayor frecuencia). El rendimiento promedio de maíz de las unidades experimentales por tratamiento, se presenta en el cuadro 15 (Cuadros 40A y 41A).

Cuadro 15. Peso promedio de granos de maíz por tratamiento (g), en la evaluación de acrilamida, en el CEDA 2006.

Tratamiento	Rendimiento	DPM		Tratamiento	Rendimiento	DPM
T1	132.00	40%		T5	100.42	80%
T2	125.60			T6	85.80	
T3	119.82	60%		T7	60.20	SRF
T4	110.26			T8	67.34	

Referencia:

SRF = Sin riego en la etapa de floración.

DPM = Déficit permitido de manejo

Los tratamientos T7 y T8 (sin/con acrilamida y sin riego en la etapa de floración), comparados con los tratamientos T1 y T2 (sin/ con acrilamida y riego con menor frecuencia), tienen una reducción en el rendimiento alrededor del 50%, esto concuerda los datos encontrados por Fuentes (2002), quién expresa que la reducción de agua en el período de floración provoca pérdidas de un 50%.

Una prueba de normalidad con el método de *Shapiro Wilk*, realizada a las variables de respuesta, determinó la distribución de los datos y la forma del análisis de los mismos. La variable peso de granos de maíz, 0.74; la variable altura promedio de plantas de maíz, 0.68 y la variable diámetro del tallo promedio de plantas de maíz, 0.54. Todas las variables tienen distribución normal y se analizaron con estadística paramétrica (Cuadro 39A).

El análisis de varianza para la variable peso de granos de maíz, demuestra que existen diferencias significativas para el factor A, B e interacción entre los factores. El factor B (Déficit permitido de manejo), comparado con el factor A (sin/con acrilamida), tiene mayor efecto sobre el rendimiento, porque es mayor su valor de F (Cuadro 42A).

La prueba de medias de Tukey, se realizó únicamente para la interacción entre tratamientos de los factores, para conocer que nivel del factor A y B, incrementa la producción (Cuadros 43A y 44A). En la prueba de medias de Tukey se forman 8 grupos, cada interacción entre factores es diferente, siendo los mejores tratamientos T1 (sin acrilamida y DPM 40%) y T2 (con acrilamida y DPM 40%).

2.7.2 Variable altura promedio de las plantas de maíz

La diferencia entre la altura promedio de las unidades experimentales es muy similar (Cuadros 55A al 58A). El análisis de varianza refleja que la altura de la planta no fue afectada por el estrés hídrico durante la etapa de floración, así como también, por la aplicación o no aplicación de la acrilamida de ácido acrílico al suelo, porque, no presenta diferencia significativa (Cuadro 59A). Hernández y Palacios (1981), demostraron que niveles bajos de humedad durante la etapa de floración disminuyen el rendimiento; al contrario, niveles bajos de humedad durante la primera etapa de desarrollo, tienen poco efecto en dicho rendimiento, pero afectan significativamente su altura. La altura promedio de las unidades experimentales por tratamiento, se presenta en el cuadro 16.

Cuadro 16. Altura promedio de las plantas de maíz por tratamiento (m), en la evaluación de acrilamida, en el CEDA 2006.

Tratamiento	Altura	DPM		Tratamiento	Altura	DPM
T1	2.11	40%		T5	2.19	80%
T2	2.07			T6	2.20	
T3	2.08	60%		T7	2.17	SRF
T4	2.17			T8	1.98	

Referencia:

SRF = Sin riego en la etapa de floración.

DPM = Déficit permitido de manejo.

2.7.3 Variable diámetro de tallo promedio de las plantas de maíz

La diferencia entre el diámetro de tallo promedio de las unidades experimentales es similar (Cuadros 60A al 63A), aunque el análisis de varianza refleja que ésta variable no es afectada por el estrés hídrico, durante la floración del cultivo, así como tampoco, por la adición o no, de acrilamida de ácido acrílico al suelo, porque no existe diferencia significativa para ambos factores y tampoco para la interacción de los mismos (Cuadro 64A). Es posible que el estrés provoque un efecto en ésta variable durante otra etapa de desarrollo pero no durante la floración del cultivo. El diámetro de tallo promedio de las unidades experimentales por tratamiento, se presenta en el cuadro 17.

Cuadro 17. Diámetro de tallo promedio de las plantas de maíz por tratamiento (cm), en la evaluación de acrilamida, en el CEDA 2006.

Tratamiento	Diámetro	DPM	Tratamiento	Diámetro	DPM
T1	5.09	40%	T5	4.52	80%
T2	4.90		T6	4.59	
T3	4.88	60%	T7	4.92	SRF
T4	4.87		T8	4.76	

Referencia:

SRF = Sin riego en la etapa de floración.

DPM = Déficit permitido de manejo.

2.7.4 Análisis económico

Bajo las condiciones del CEDA, no todos los tratamientos, generan una rentabilidad positiva; todos los tratamientos con acrilamida, proveen de una rentabilidad negativa, incluso, aquel tratamiento que tenía la mayor frecuencia de riego (T2); en cambio, los tratamientos sin acrilamida, mantienen una rentabilidad positiva (inclusive, el tratamiento con menor frecuencia de riego, T5), excepto el tratamiento sin riego en la etapa de floración (T7). La rentabilidad de los tratamientos evaluados, se presenta en el cuadro 18 (Cuadros 47A al 54A).

Cuadro 18. Rentabilidad de los tratamientos evaluados, para la variable peso de granos de maíz ICTA B-7, en la evaluación de acrilamida, en el CEDA 2006.

Tratamientos	Descripción	Rentabilidad (%)
T1	Sin Acrilamida - DPM 40%.	39.34
T2	Con Acrilamida - DPM 40%.	48.34
T3	Sin Acrilamida - DPM 60%.	26.70
T4	Con Acrilamida - DPM 60%.	40.74
T5	Sin Acrilamida - DPM 80%.	6.26
T6	Con Acrilamida - DPM 80%.	53.82
T7	Sin Acrilamida - sin riego en floración.	35.92
T8	Con Acrilamida - sin riego en floración.	63.72

2.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.8.1 Conclusiones

- A. El tratamiento sin acrilamida y DPM 40%, produjo el mayor rendimiento de granos promedio de maíz variedad ICTA B-7, por unidad experimental.
- B. Las variables altura promedio y diámetro del tallo promedio de las plantas de maíz variedad ICTA B-7, no son afectadas bajo distintas frecuencias de riego y por la aplicación de la acrilamida de ácido acrílico, durante la etapa de floración del cultivo.
- C. El análisis económico revela que el mejor tratamiento es sin acrilamida y DPM 40%, obtuvo la mayor rentabilidad.

2.8.2 Recomendaciones

- A. Realizar el presente ensayo en condiciones de campo abierto.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Castro Magaña, M. 1976. Consumo de agua para el cultivo de maíz (*Zea mays*), en la unidad de riego El Tempisque. Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala, USAC. 63p. Citado por: García Aldana, M.R. 1987. Efecto de seis frecuencias de riego en el rendimiento y la evapotranspiración del maíz (*Zea mays* L.), en el Valle de la Fragua, Zacapa. Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala, USAC. 58 p.
2. Contreras, V. 1998. Manual de instrumental meteorológico. Tesis Ing. Inds. Guatemala, USAC. 60 p.
3. Doorembos, JK.; Kassam, AH. 1979. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma, FAO. 212 p. (Serie Riego y Drenaje no. 33).
4. Flores Morales, EB. 2005. Estructura de la acrilamida entrecruzada y copolímero de ácido acrílico con sal de potasio y sal de amonio (entrevista). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Subárea de Ciencias Químicas.
5. Fuentes López, MR. 2002. El cultivo del maíz en Guatemala: una guía para su manejo agronómico (en línea). Guatemala, ICTA. Consultado 8 mar 2005. Disponible en <http://www.icta.gob.gt/pdfs/cultivomaíz.PDF>
6. Fuentes López, MR. 2003. Variedad de maíz ICTA B-7 (en línea). Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Consultado 8 mar 2005. Disponible en http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom_/g_básicos/ictab7.PDF
7. García Aldana, MR. 1987. Efecto de seis 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, USAC. 58 p.
8. Grassi, CJ. 1975a. Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimiento de riego con fines de formulación y diseño de proyectos; criterios y procedimientos. Mérida, Venezuela, CIDIAT. 88 p. (Texto no. RD-8). Citado por: García Aldana, MR. 1987. Efecto de seis 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, USAC. 58 p.
9. _____. 1975b. Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimiento de riego con fines de formulación y diseño de proyectos; criterios y procedimientos. Mérida, Venezuela, CIDIAT. Citado por: Reyes Sagastume, JE. 1989. Determinación experimental de la evapotranspiración de maíz en el valle de San Esteban, Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Agronomía. 28 p.

10. Hernández Toledano, JC; Palacios Vélez, E. 1981. Influencia de la humedad del suelo en diferentes etapas de crecimiento sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.), en el estado de Morelos. Chapingo no. 31-32:90-91.
11. Herrera Ibáñez, I. 2002. Hidrogeología práctica. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía / Red Centroamericana de Manejo de Recursos Hídricos. 345 p.
12. Hidrogel, MX. 2004. Acua-gel: cristales inteligentes de agua (en línea). México. Consultado 2 mar 2005. Disponible en <http://www.hidrogel.com.mx/>
13. HIDROGUA (Hidrogel de Guatemala, S.A., GT). s.f. Stockosorb 500: aplicaciones en el cultivo de frutales. Guatemala. 10 p. Sin publicar.
14. Jensen, ME. 1980. Design and operation of farm irrigation systems. Michigan, US, The American Society of Agricultural Engineers. p. 777. Citado por: García Aldana, MR. 1987. Efecto de seis 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, USAC. 58 p.
15. Lafitte, HR. 2001. Fisiología del maíz (en línea). In El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Ed. HR Lafitte, G Granados y AD Violic. Roma, Italia, FAO. Consultado 10 mar 2005. Disponible en http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/x7650s05.htm#P0_0
16. López Bautista, EA. 2004. Notas para acompañar el curso: estadística aplicada a la producción agrícola. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Subárea de Métodos de Cuantificación e Investigación. 126 p.
17. Pair, C. 1977. Sprinkler irrigation. 2 ed. US, The Irrigation Association. p. 147-148. Citado por: García Aldana, MR. 1987. Efecto de seis 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, USAC. 58 p.
18. Palacios Sánchez, JE; Palacios Vélez, O. 1981. Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), a diferentes niveles de humedad de suelo en tres etapas fenológicas. Chapingo no. 31-32:91.
19. Paliwal, RL. 2001a. Introducción al maíz y su importancia (en línea). In El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Ed. RL Paliwal, G Granados, HR Lafitte y AD Violic. Roma, Italia, FAO. Consultado 10 mar 2005. Disponible en http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s02.htm#P0_0
20. _____. 2001b. Morfología del maíz (en línea). In El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Ed. RL Paliwal, G Granados, HR Lafitte y AD Violic. Roma, Italia, FAO. Consultado 10 mar 2005. Disponible en http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s04.htm#P0_0

21. _____. 2001c. Origen, evolución y difusión del maíz (en línea). In *El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción*. Ed. RL Paliwal, G Granados, HR Lafitte y AD Violic. Roma, Italia, FAO. Consultado 10 mar 2005. Disponible en http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s03.htm#P0_0
22. Q-SISTEMAS, MX. 2004. Silos de agua (en línea). México. Consultado 1 mar 2005. Disponible en <http://qsistemas.com.mx>.
23. Resultados de investigaciones en métodos de riego 1976-1978. 1981. Cenamar (México) no. 1:8-22. Citado por: García Aldana, MR. 1987. Efecto de seis 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, USAC. 58 p.
24. Resultados de investigaciones en métodos de riego 1979-1980. 1982. Cenamar (México) no. 3:13, 15, 18. Citado por: García Aldana, MR. 1987. Efecto de seis 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, USAC. 58 p.
25. SAGSA (Silos de Agua de Guatemala, S.A., GT). 2004. Aspectos generales del silo de agua (en línea). Guatemala. Consultado 1 mar 2005. Disponible en <http://silodeagua.com/nuevosilo/>
26. Sandoval Illescas, JE. 1989. Principios de riego y drenaje: texto de curso de principios de riego y drenaje. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 344 p.
27. Merk, US. 1976. The Merck index: an encyclopedia of chemical and drugs. Ed. M. Windholz. 9 ed. Rahway, NJ, US. 9856 p.

CAPITULO III. Servicios realizados en el Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA), en el municipio de Guastatoya, departamento de El Progreso.

3.1 PRESENTACIÓN

El PESA, esta presente en la mayoría de los municipios de El Progreso. Trabaja con varias comunidades proyectos de seguridad alimentaria. En el año 2005, intervino algunas aldeas de Guastatoya, como Patache, Las Morales y El Barranquillo.

En Patache, se comenzó el proyecto “Establecimiento de un huerto comunal con riego”, para mejorar la alimentación y crear una unidad de aprendizaje. El proyecto había sido establecido en un área, cuya fuente de agua se seco durante el año 2004, siendo necesario trasladar el proyecto a otro lugar.

La nueva área de trabajo tiene 350 m², la fuente de agua, es un río que está a 1.5 km de distancia, pero cuenta con un caudal de 0.23 lts/seg en la época seca. La mayoría de los participantes del proyecto, están incluidos en otros 2 proyectos, impulsado por el MAGA. Debido a lo anterior, los participantes del proyecto, avanzaron poco en el establecimiento de la huerta comunal.

En Las Morales, El Barranquillo y Patache, se promovió el proyecto “Establecimiento de parcelas agroforestales de maíz con madre cacao”, para mejorar las condiciones del suelo y evitar la quema de restos de cosecha. El alcance del proyecto era establecer 60 parcelas agroforestales en las tres comunidades participantes, cada parcela con un área de 0.1764 ha. El establecimiento de las parcelas se hizo a través de estacas de madre cacao, con un distanciamiento de siembra de 7 m entre surcos y 1m entre estacas. Se establecieron 57 parcelas en las tres comunidades.

En aldea Las Morales también se emprendió el proyecto “Establecimiento de huertos de traspatio con riego”, para mejorar la alimentación y crear una unidad de aprendizaje. El proyecto pretendía establecer 5 huertos y habilitar 36 m² con riego.

Las hortalizas cultivadas fueron: remolacha, rábano, acelga y cilantro. Se establecieron 63.60 m² con los 5 huertos. El área de algunas huertas se excedió, porque en otras comunidades adonde se divulgó el proyecto, no se cumplieron algunas condiciones, dando lugar a emplear el material excedente.

3.2 SERVICIO 1. ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE MAIZ (*Zea mays L.*) Y MADRE CACAO (*Gliricidia sepium*), EN LAS ALDEAS: PATACHE, LAS MORALES Y EL BARRANQUILLO.

3.2.1 Objetivos

A. General

- a. Establecer sistemas agroforestales con familias vulnerables a la inseguridad alimentaria que practican agricultura de secano en terrenos de ladera.

B. Específicos

- a. Educar y sensibilizar al agricultor en los aspectos siguientes: importancia de sembrar en contra de la dirección de la pendiente del terreno, conservación de suelos e incorporación de restos de cosechas anteriores al suelo.
- b. Implementar un máximo de 20 parcelas de 0.1764 de hectárea, por participante, con el sistema agroforestal en cada comunidad.

3.2.2 Metodología

El PESA (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria) elaboró éste proyecto, como una práctica de convivencia con la sequía en terrenos de ladera, así como también, promover el uso de los restos de cosechas anteriores, para no quemarlos. En cada comunidad participante se realizaron actividades como: capacitar a los agricultores, implementar las parcelas y dar asistencia técnica.

Fue necesario dirigirse a la municipalidad correspondiente de cada comunidad, para conocer la ubicación, vías de acceso y personas representantes o pobladores organizados alrededor de un COCODE (Consejo Comunitario de Desarrollo).

Se hizo una reunión con al menos un miembro de cada familia, para exponer el proyecto. El representante de cada familia llevo la información al responsable del hogar y en una próxima reunión se determinaban las familias participantes.

El grupo de interesados cumplió con los requisitos siguientes: practicar agricultura de secano en terrenos de ladera, incorporar los restos de cosecha del cultivo al suelo (para no quemarlos), pertenecer a familias vulnerables a la inseguridad alimentaria y el grupo debía estar conformado por un número máximo de 20 agricultores para cada aldea.

Formados los grupos participantes en cada aldea, se acordó capacitar entre semana (lunes a viernes) con previo aviso, entre las 16:00-18:00 horas, porque éste horario era de conveniencia para todos los agricultores. Las capacitaciones eran proporcionadas a través de exposiciones magistrales, impartidas en el salón comunal o en la casa de habitación de alguno de los participantes. Los materiales empleados fueron: rota folios, marcadores, cinta adhesiva y pliegos de papel manila.

Las capacitaciones incluyeron los tópicos siguientes:

Sistemas agroforestales: importancia, tipos de sistemas agroforestales y efectos en el medio ambiente (El kuxur..., s.f.).

Sistema de cultivo en callejones: Qué es sistema agroforestal de maíz con madre cacao, importancia económica, importancia ambiental, beneficios del sistema, especies vegetales, bondades del madre cacao (*Gliricidia sepium*) (El kuxur..., s.f.) (OFI/CATIE, 2003).

Conservación de suelos: Qué es la conservación de suelos, la fertilidad del suelo, instrumentos utilizados en la conservación de suelos (El kuxur..., s.f.).

Este trabajo incluía una práctica de campo, en donde se organizaría a los participantes en grupos de 3 o 4 agricultores. Las actividades que se realizaron en la práctica de campo fueron: elaboración de un nivel en "A", determinación de porcentajes de pendiente y trazo de curvas a nivel.

Los grupos de agricultores requerían para el día de la práctica, los materiales siguientes: 2 trozos de madera cilíndricos de 2 m de longitud y 5 cm de diámetro; 1 trozo de madera cilíndrico de 1 m de longitud y 5 cm de diámetro; 1 cinta métrica y 30 trozos de madera cilíndricos de 30 cm de longitud y 3 cm de diámetro.

Los 2 trozos de madera cilíndricos de 2 m de longitud y el trozo de madera cilíndrico de 1 m de longitud, sirvieron para construir el nivel en "A". Los 30 trozos de madera, sirvieron para trazar las curvas a nivel y, la cinta métrica para calibrar el instrumento y determinar el porcentaje de pendiente del terreno. La práctica de campo se realizó en una parcela de trabajo, porque cada nivel a construir necesitaba de cierto desnivel en el terreno para enseñar al agricultor a calibrar el instrumento (Figura 16A).

El establecimiento de los sistemas agroforestales, se hizo a través de reproducción asexual, empleando estacas de madre cacao, de 1.50 m de largo y 3 cm de diámetro, con un corte recto en la base (parte a enterrar) y corte sesgado en la punta (Figura 17A).

Las estacas de madre cacao se resguardaron bajo la sombra por un período de 14 días, previo a la siembra. El tiempo de resguardo propiciaría un encallado del tejido vegetal, principalmente en la base, evitando el desarrollo de enfermedades fungosas al entrar en contacto con la humedad del suelo.

Para el establecimiento de la parcela agroforestal, las estacas de madre cacao debían tener el distanciamiento siembra siguiente: 7 m entre surcos y 1 m entre estacas, sembrados a 30 cm de profundidad y en contra de la dirección de la pendiente del terreno. Cada agricultor necesitaba de 252 estacas de madre cacao, para establecer su sistema agroforestal en 0.1764 de hectárea.

Las parcelas agroforestales se implementaron al inicio de la época lluviosa, para aprovechar el agua de lluvia. La mayoría de estas parcelas fueron supervisadas a través de caminamientos porque las parcelas están alejadas de cada aldea; estas visitas se hacían a 2 o 3 agricultores en cada mañana, porque en ocasiones éstas parcelas se encuentran cercanas unas de otras. Cada participante del proyecto recibió como incentivos los insumos siguientes: 6.60kg de semilla de maíz variedad ICTA B-1 o ICTA B-7, 45 kg de fertilizante 20-20-0 y 45 kg de fertilizante 46-0-0.

3.2.3 Resultados

Las aldeas participantes están reunidas alrededor de un Consejo Comunitario de Desarrollo.

Cuadro 19. Presidente del Consejo Comunitario de Desarrollo de cada aldea participante del proyecto “Establecimiento de sistemas agroforestales de maíz con madre cacao”, 2005.

Municipio	Aldea	Presidente del COCODE
Guastatoya	Patache	Jesús Estrada
Guastatoya	Las Morales	Ventura López Hernández
Sanarate	El Barranquillo	José Cardona

Los participantes del proyecto “Establecimiento de sistemas agroforestales de maíz (*Zea mays* L.) con madre cacao (*Gliricidia sepium*)”, aparecen en listados por comunidad y al municipio donde pertenecen.

Cuadro 20. Participantes del proyecto “Establecimiento de sistemas agroforestales de maíz con madre cacao” de aldea Las Morales, municipio de Guastatoya, 2005.

No.	Nombres y apellidos	Número de cédula	
		No. De orden	No. De registro
1	Alejandro Mayen Pineda	D – 4	9,873
2	Apiliano Paíz Moscoso	D – 4	5,304
3	Aureliano Dardón García	D – 4	17,642
4	Carlos Raúl Figueroa Loaiza	D – 4	13,886
5	Cristino Barrientos Vela	D – 4	8,818
6	Daniel Juárez	D – 4	14,090
7	Dionisio Paíz Fajardo	D – 4	13,033
8	Emilio Lima	D – 4	5,851
9	Faustino Loaiza Juárez	D – 4	5,097
10	Félix Barrientos Almazán	D – 4	2,801
11	Gerardo Ayala Loaiza	D – 4	6,464
12	German Loaiza Juárez	D – 4	6,996
13	Gilberto Ayala Barrientos	D – 4	7,130
14	Gilberto Estrada Castillo	D – 4	5,757
15	Héctor Elías Contreras Barrientos	D – 4	25,910
16	José Domingo Dardón García	D – 4	5,572

17	José Hilario Franco	D – 4	21,797
18	Lisandro Enríquez Contreras	D – 4	9,526
19	Marco Antonio Arriola Castillo	D – 4	7,290
20	Miguel Ángel Barrientos Vela	D – 4	10,187
21	Miguel Ángel Mayen Orellana	D – 4	9,775
22	Nazario Barrientos Almazán	D – 4	5,306
23	Samuel Loaiza	D – 4	22,896
24	Urbano Loaiza Juárez	D – 4	2,924
25	Víctor Manuel Loaiza Archiva	D – 4	7,590

Cuadro 21. Participantes del proyecto “Establecimiento de sistemas agroforestales de maíz con madre cacao” de aldea El Barranquillo, municipio de Sanarate, 2005.

No.	Nombres y apellidos	Número de cédula	
		No. De orden	No. De registro
1	Abel Castañeda	D – 4	14,360
2	Carlos Humberto Cabrera	D – 4	14,256
3	Esteban Marroquín	D – 4	4,497
4	Felipa Marroquín	D – 4	40,305
5	Hilario Godínez	D – 4	6,433
6	José Herlindes	D – 4	14,052
7	Jorge Mario Castañeda	D – 4	15,813
8	Leopoldo Lorenzo	D – 4	39,029
9	Magdaleno Valenzuela	D – 4	7,872
10	Ofelia Janeth Guerrero	Q – 18	54,298
11	Roberto Cardona	D – 4	20,739
12	Rosibel Méndez Merlos	D – 4	10,052
13	Secundino Merlos	D – 4	15,937
14	Tulio Carrera	D – 4	15,534

Cuadro 22. Participantes del proyecto “Establecimiento de sistemas agroforestales de maíz con madre cacao” de aldea Patache, municipio de Guastatoya, 2005.

No.	Nombres y apellidos	Número de cédula	
		No. De orden	No. De registro
1	Álvaro Arnoldo García Arroyo	D – 4	15,919
2	Calixto Marroquín Linares	D – 4	6,933
3	David Pedroza Carrera	D – 4	12,344

4	Elvira Carrera Valdez	D – 4	8,604
5	Esmeralda López Solís	D – 4	23,604
6	Flavio Carrera	D – 4	28,515
7	Francisco Estrada	D – 4	10,705
8	Germán Estrada Estrada	D – 4	12,146
9	Gregorio Gómez Roldán	D – 4	4,587
10	Ismael Marroquín Cruz	D – 4	9,204
11	Julián Galicia	D – 4	4,127
12	Margarito Solís	D – 4	9,458
13	Maria Etelvina Martínez Valenzuela	T – 21	81,974
14	Odilia Solís de Galicia	D – 4	14,333
15	Rosalinda Marroquín Díaz	D – 4	27,465
16	Roselia Solís	D – 4	7,595
17	Silvestra Canté Amado	D – 4	7,646
18	Tranquilino López	D – 4	4,087

Cada una de las personas que encuentran en los listados anteriores, establecieron un sistema agroforestal con una extensión de 0.1764 de hectárea.

Cuadro 23. Área establecida con parcelas agroforestales por comunidad participante del proyecto “Establecimiento de sistemas agroforestales de maíz con madrecacao”, 2005.

Comunidad	Participantes por comunidad	Extensión por participante (hectárea)	Extensión total por comunidad (hectárea)
Las Morales	25	0.1764	4.41
El Barranquillo	14	0.1764	2.4696
Patache	18	0.1764	3.1752
Extensión total en las comunidades			10.0548

Cada comunidad debía tener un máximo de 20 participantes, porque en caso contrario no sería suficiente la cantidad de maíz y fertilizante por entregar en cada aldea. La aldea Las Morales se excedió en el número de participantes, porque las demás comunidades no llegaron al número máximo de participantes, utilizando el excedente de esos insumos en la aldea Las Morales.

3.2.4 Evaluación

- A. Los agricultores participantes del proyecto, indicaron no conocer acerca de lo expuesto en las capacitaciones, no sabían acerca del manejo y conservación de suelos en terrenos de ladera y el impacto que generaba la quema de restos de cosecha dentro del área de cultivo.
- B. Se implementaron 57 parcelas; en promedio 19 parcelas agroforestales por aldea participante, cada parcela con una extensión de 0.1764 de hectárea. Esto hace un total de 10.0548 ha. Los caminamientos efectuados a las parcelas, ayudaron a determinar que existió un promedio de prendimiento del 80%, aproximadamente en todas las aldeas. El prendimiento fue afectado por el ataque de enfermedades fungosas, en la base de la estaca.
- C. Las comunidades donde no se alcanzó el número máximo de participantes, fue debido a las razones siguientes: el terreno no era de su propiedad, el dueño no permitiría que los restos de la cosecha fueran incorporados al suelo, porque el pago por el uso del área de trabajo era dejar éstos restos en el terreno del propietario, para darlo como alimento a ganado bovino.

3.3 SERVICIO 2. ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS DE TRASPATIO CON SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO, EN ALDEA LAS MORALES.

3.3.1 Objetivos

A. General

- a. Establecer huertos de traspatio con sistemas de riego por goteo en aldea Las Morales, para mejorar y diversificar la alimentación de familias vulnerables a la inseguridad alimentaria.

B. Específicos

- a. Habilitar 36 m² con sistema de riego por goteo, para el establecimiento de 5 huertos de traspatio con las familias vulnerables a la inseguridad alimentaria.
- b. Crear 5 unidades de aprendizaje mutuo en la aldea Las Morales.

3.3.2 Metodología

El PESA elaboro el proyecto, conociendo de antemano las familias consideradas vulnerables a la inseguridad alimentaria. Se hizo una reunión con éste grupo de familias, realizada a través del presidente del COCODE, para exponer los objetivos del proyecto.

Los requisitos de los participantes son: circular con malla metálica el área de trabajo, elaborar 2 tablonces de 1.20 m de ancho por 3 m de largo, tener acceso a agua entubada, asistir a las capacitaciones y apoyar en la instalación del sistema de riego por goteo. El máximo de participantes debían ser 5 familias, por la cantidad de materiales e insumos por utilizar en otras comunidades del departamento de El Progreso.

Los compromisos que el participante adquiriría luego del primer ciclo de cultivo eran: capacitar y compartir el área de trabajo con al menos otra familia, por un período mínimo de un ciclo de cultivo, para replicar la práctica de producción.

Para establecer el proyecto, el PESA aportaría 140 g de semillas de cada uno de los cultivos siguientes: remolacha, rábano, acelga y cilantro; 3m tubería para la conducción

del agua entubada hasta el sistema de riego, 25 m de cinta de riego con un gotero a cada 30 cm y los accesorios necesarios para instalar, instalación del riego por goteo, acompañamiento técnico y capacitaciones para el manejo de la huerta.

Además se entregaron 500 g de fertilizante de fórmula completa, para los primeros dos ciclos de cultivo, porque luego debían elaborar abonos orgánicos para mantener su huerta; 500 ml de un insecticida a base de endosulfan, cuya acción es de contacto e ingestión, para el control de plagas masticadoras y chupadoras; los participantes deben rotar la aplicación de insecticidas naturales y químicos. Todos los insumos estaban contemplados para cada uno de los participantes, excepto el insecticida, el cuál debían compartirse.

Elaborados los tabloncillos, se instalaba el sistema de riego, colocando las cintas a una distancia de 30 cm entre sí (Figuras 18A y 19A). Las semillas de las hortalizas fueron sembradas a favor de la longitud de la cinta de goteo y las distancias utilizadas son las siguientes: remolacha 10 cm, rábano 5 cm, acelga 10 cm y cilantro cada 3 cm.

Para la siembra de los cultivos se necesitó rafia, para dejar rectos los surcos. A los 15 días después de la siembra (dds) se efectuó un raleo, dejando las plántulas más vigorosas, quedando el distanciamiento de siembra de la siguiente manera: remolacha a 20 cm, rábano a 15 cm, acelga a 20 cm y cilantro a 5 cm.

Al momento del raleo se efectuaría el primer desmalezado de la huerta. La huerta debía regarse durante dos horas diarias y, las huertas fueron supervisadas por el técnico, una o dos veces por semana.

Las capacitaciones se impartieron entre semana (lunes a viernes) con previo aviso, pero entre las 15:00-17:30 horas, porque éste horario era de conveniencia para las familias participantes. Se capacitaba de forma magistral, en la casa de habitación de alguno de los participantes. Los materiales empleados para las capacitaciones fueron: papel manila, marcadores permanentes, cinta adhesiva, rota folios, azadón, machete y rafia. La mayoría de capacitaciones requerían de una pequeña práctica dentro de la huerta, según el desarrollo de las actividades de la huerta.

A continuación se presentan los temas proporcionados en las capacitaciones según el manejo recomendado por FAO (2002).

Capacitación 1. Aspectos generales de la huerta: importancia nutricional de las especies hortícolas, beneficios de la huerta, ubicación de la huerta, cercado de la huerta, limpieza del terreno, preparación del suelo, elaboración de tabloncillos, siembras intercaladas, siembras escalonadas, asocio de cultivos tempranos y tardíos.

Capacitación 2. Establecimiento de la huerta: desinfestación del suelo, profundidad de siembra y raleo de plántulas.

Capacitación 3. Manejo agronómico de la huerta: frecuencia de riego durante el ciclo de cultivo, desmalezado y aporque de los cultivos de la huerta.

Capacitación 4. La fertilización de la huerta: el suelo, la materia orgánica y el humus, principales nutrientes que absorbe la planta, abonos orgánicos, cómo elaborar abono orgánico a través del estiércol de ganado bovino.

Capacitación 5. El riego por goteo: importancia y ventajas del sistema de riego, instalación del sistema de riego, área de mojado y distanciamiento entre cintas de riego.

Capacitación 6. Control preventivo de las plagas: rotación de cultivos, trampas amarillas y el manejo de restos de cosecha, el desmalezado y la influencia de sus restos dentro de la huerta.

Capacitación 7. Control de plagas a través de insecticidas naturales: importancia del uso de insecticidas naturales, insecticidas elaborados a base de chile y a base del árbol de neem, plagas que controla, ingredientes y forma de preparación, ventajas del uso de insecticidas naturales, importancia de la rotación entre insecticidas naturales y químicos (Nim: un..., s.f.).

Se programó una gira de transferencia de conocimientos a aldea El Callejón, del municipio de Guastatoya, para motivar a los participantes del proyecto. Los miembros de la aldea El Callejón, expusieron acerca del mantenimiento, manejo y tiempo asignado a los proyectos

emprendidos por el PESA en aquella localidad, así como también de los beneficios obtenidos. Los proyectos que los pobladores de aldea Las Morales observaron son:

Cuadro 24. Proyectos impulsados por el PESA en aldea El Callejón, municipio de Guastatoya, 2005.

Proyecto	Expositor
Cosecha de agua	Rubén Valdez (Presidente del COCODE)
Huertas familiares	Julio Nery Herrera
Producción de conejos	Martina López
Producción de pollos de engorde	Carmela Gonzáles López
Elaboración de abono orgánico	Carmela Gonzáles López

3.3.3 Resultados

Cuadro 25. Participantes del proyecto “Establecimiento de huertos de traspatio con sistemas de riego por goteo” de aldea Las Morales, municipio de Guastatoya, 2005.

No.	Nombres y apellidos	Número de cédula	
		No. De orden	No. De registro
1	Apiliano Paíz Moscoso	D - 4	5,304
2	Gerardo Ayala Loaiza	D - 4	6,464
3	José Domingo Dardón García	D - 4	5,572
4	Nazario Barrientos Almazán	D - 4	5,306
5	Víctor Manuel Loaiza Archiva	D - 4	7,590

Las hortalizas que se sembraron son: remolacha, rábano, acelga y cilantro, porque son cultivos de corto ciclo, no requieren demasiado control de plagas y enfermedades, además debía comenzarse con cultivos poco exigentes que permitieran a los pobladores, asociarse a ésta nueva actividad (Figuras 20A y 21A).

Cuadro 26. Área establecida para huertos de traspatio con sistema de riego por goteo, del proyecto “Establecimiento de huertos de traspatio con sistemas de riego por goteo”, 2005.

No.	Nombres y apellidos	Cantidad de tablonces	Dimensiones del tablón	Área total de la huerta
1	Apiliano Paíz Moscoso	4	1.20mx3m	14.40m ²
2	Gerardo Ayala Loaiza	2	1.20mx3m	7.20m ²
3	José Domingo Dardón García	2	1.20mx3m	7.20m ²
4	Nazario Barrientos Almazán	4	1.20mx5m	24.00m ²
5	Víctor Manuel Loaiza Archiva	3	1.20mx3m	10.80m ²
			Área total	63.60m²

En aldea Las Morales se excedió del límite de área bajo riego por participante, porque otras comunidades del departamento de El Progreso, no pudieron implementar el sistema, utilizando el excedente de material en dicha aldea.

3.3.4 Evaluación

- A. Más de 36 m² fueron habilitados con sistema de riego por goteo (63.60 m²), para el establecimiento de 5 huertos de traspatio, porque se utilizó el material que otras comunidades no trabajaron. No se habilitaron otras unidades de aprendizaje mutuo (UAM), porque el Programa consideró que las huertas fuesen más grandes de lo establecido, porque las condiciones de la aldea eran adecuadas.

- B. Los huertos establecidos y las capacitaciones impartidas a las familias de aldea Las Morales, en un futuro cercano serán unidades de aprendizaje mutuo, para otras familias de la aldea y adonde podrán realizarse giras de transferencia de conocimientos. Los sistemas comenzaron a implementarse a principios del mes de septiembre, dándole seguimiento hasta el mes de noviembre, porque el ejercicio profesional supervisado (EPS), duraba hasta dicho mes y se desconoce acerca de la cosecha o bien, si existieron excedentes en la producción de hortalizas.

3.4 SERVICIO 3. SEGUIMIENTO DEL PROYECTO: ESTABLECIMIENTO DE UN HUERTO COMUNAL CON SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN ALDEA PATACHE.

3.4.1 Objetivos

A. General

- a. Proveer de asistencia técnica para el establecimiento de un huerto comunal con las familias vulnerables a la inseguridad alimentaria de aldea Patache.

B. Específicos

- a. Habilitar un área con riego por goteo, para que los pobladores establezcan un huerto comunal.
- b. Crear una unidad de aprendizaje mutuo en la aldea Patache.

3.4.2 Metodología

Éste proyecto fue realizado por el PESA, aportando los materiales y la comunidad la mano de obra. Los materiales aportados fueron: tanque reservorio de agua, cinta de riego por goteo y un rollo de 50 m de manguera de polietileno de alta resistencia.

Los participantes del proyecto fueron convocados a través del COCODE, para conocer la situación actual del mismo. Este proyecto comenzó a trabajarse durante el año 2004, habiendo realizado actividades previas como: instalación de tubería principal, colocación del tanque reservorio, elaboración de surcos a nivel e instalación del sistema de riego.

La fuente de agua del proyecto era un nacimiento de agua, pero durante ese año se experimentó una sequía en todo el departamento de El Progreso, provocando que aquella fuente de agua se secara. Por tal motivo existía la necesidad de trasladar el proyecto hacia otra área donde el flujo de agua fuese constante, aún en circunstancias adversas.

El terreno a donde se trasladó el proyecto es un área comunal de 350 m², distribuida para 7 familias participantes. Los pobladores dijeron que existe un pequeño río que mantiene su flujo de agua constante durante todo el año; éste río se llama “El Patache”, pero está alejado de la nueva área de trabajo y la tubería principal no era suficiente (Figura 22A).

La municipalidad de Guastatoya accedió a comprar la tubería principal para que la comunidad implementara el proyecto. Un reconocimiento de la fuente de agua que abastecería al proyecto, permitió conocer la cantidad de tubería necesaria para la conducción del agua.

El aforo del río "Patache", permitió analizar el diámetro de la tubería de conducción. También fue necesaria la construcción de una caja de captación de 1 m^3 , para llenar un flujo constante dentro de la tubería principal (Figura 23A).

Para la desinstalación del sistema de riego, se utilizó: azadón, piocha y alicates para desenroscar la tubería. El terreno donde inicialmente había sido instalado el sistema de riego tenía forma sesgada, los surcos y cintas de goteo no tenían todas exactamente las mismas longitudes. En el sistema anterior, estaba instalado 14 cintas de goteo de 9 m de longitud y 14 cintas de goteo 4 m de longitud (son longitudes promedio) (Figura 24A).

El terreno que ahora ocupa el proyecto tiene un área de 350 m^2 , 10 m de ancho por 35 m de longitud, dicho terreno tiene forma rectangular y la longitud del terreno está en dirección de la pendiente del terreno (Figura 25A).

En la parte superior del terreno se colocó el reservorio de agua, con capacidad de almacenamiento de 2 m^3 , la tubería secundaria enterró a 50 cm de profundidad, que recorre a lo largo del terreno, de donde se desprenden las cintas de goteo a lo ancho del mismo, es decir, en contra de la dirección de la pendiente del terreno.

La tubería secundaria está elaborada a base de polietileno de alta resistencia. Los participantes hicieron surcos de 30 cm para colocar las cintas de goteo.

Este espacio de trabajo está dividido en 7 áreas de 50 m^2 , 10 m de ancho por 5 m de longitud. Se entregó a cada familia 2 cintas de goteo de 9 m de longitud (en promedio) y 2 cintas de goteo de 4 m de longitud. Las cintas de goteo poseen un gotero a cada 30 cm y quedaron a una distancia de 1 m entre sí, dentro de cada área de trabajo.

3.4.3 Resultados

La fuente de agua que abastecerá al proyecto se encuentra a 1.52 km de distancia y el caudal era 0.23 lt/seg., a finales del mes de abril del 2005. Esta información fue analizada con el especialista de suelo y agua del PESA, determinando que para utilizar dicho afluente eran necesarios 33 rollos de 50 m de longitud y de 1.50 plg de diámetro, incluyendo 3 rollos excedentes por alguna eventualidad.

Cuadro 27. Participantes del proyecto “Establecimiento de un huerto comunal con sistema de riego por goteo” de aldea Patache, municipio de Guastatoya, 2005.

No.	Nombres y apellidos	Número de cédula	
		No. De orden	No. De registro
1	Francisco Estrada	D - 4	10,705
2	Germán Estrada Estrada	D - 4	12,146
3	Ismael Marroquín Cruz	D - 4	9,204
4	Jesús Estrada	D - 4	10,634
5	Julián Galicia	D - 4	4,127
6	Odilia Solís de Galicia	D - 4	14,333
7	Roselia Solís	D - 4	7,595

Cada familia participante preparó un espacio de 10 m de longitud por 5 m de ancho, se dejaron 50 cm de espacio libre, para caminar en los bordes del terreno dejando un espacio neto de 9 m de longitud por 4 m de ancho. El área neta de trabajo es de 36 m².

En los 5 m de ancho, las cintas de riego quedaron distribuidas a 1 m entre sí. Para el caso de los 10 m de longitud, las 2 cintas de riego de 4 m de longitud no cubren todo el espacio para regar.

Cuadro 28. Distribución de la huerta en relación al área bajo riego, para el proyecto “Establecimiento de un huerto comunal con sistema de riego por goteo”, 2005.

Concepto	Área destinada para la huerta	Área promedio bajo riego	Área promedio sin riego
1 Participante	36m ²	26m ²	10m ²
7 Participantes	252m ²	182m ²	70m ²

3.4.4 Evaluación

- A. El área habilitada con riego por goteo fue de 182 m², para 7 participantes del proyecto, dicha área podrá emplearse en un futuro próximo como una unidad de aprendizaje mutuo (UAM), para el establecimiento del huerto comunal de aldea Patache. Inicialmente el proyecto tenía 15 familias participantes, pero debido a conflictos, la huerta comunal quedo únicamente con 7 familias participantes. Aunque los participantes se encuentran en una misma área, la distribución del sistema de riego permitirá trabajar una pequeña huerta familiar, para cada participante del proyecto.

- B. La mayoría de participantes del huerto comunal del PESA, también estaban incluidos en otros proyectos como: “Establecimiento de sistemas agroforestales de maíz con madre cacao” apoyado por el PESA, “Producción de hortalizas bajo invernadero” y “Producción de peces” apoyados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), todos los proyectos anteriores emprendidos durante el año 2005. Debido a lo expuesto anteriormente, los participantes de la huerta comunal del PESA, avanzaron poco en el proyecto “Establecimiento de un huerto comunal con sistema de riego por goteo”.

3.5 BIBLIOGRAFÍA

1. El kuxur rum como opción tecnológica para la convivencia con la sequía en la zona CH'ORTI' en el oriente de Guatemala. Sf. Chiquimula, Guatemala. 5 p. Sin publicar.
2. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2002. Una huerta para todos. Ed. J Izquierdo. 2 ed. Santiago de Chile. 167 p.
3. OFI (Oxford Forestry Institute, UK)/CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Ed. J Cordero y DH Boshier. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1077 p.
4. Nim: un insecticida natural. Sf. Guatemala, Guatemala. 19 p. Sin publicar.

3.6 ANEXOS

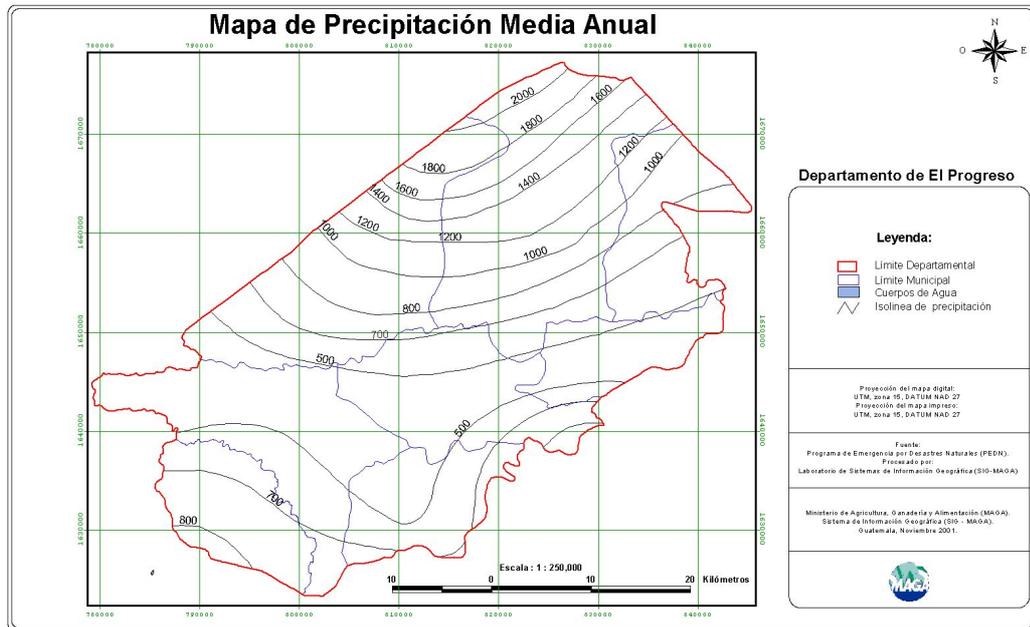


Figura 3A. Precipitación media anual del departamento de El Progreso. Fuente: MAGA - SIG (2001b).

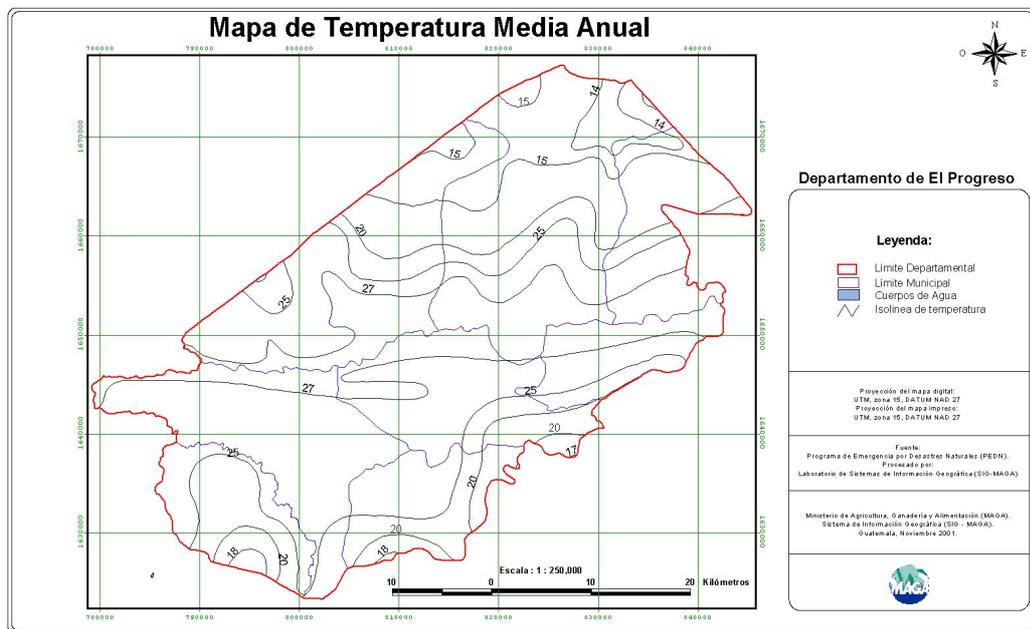


Figura 4A. Temperatura media anual del departamento de El Progreso. Fuente: MAGA - SIG (2001d).

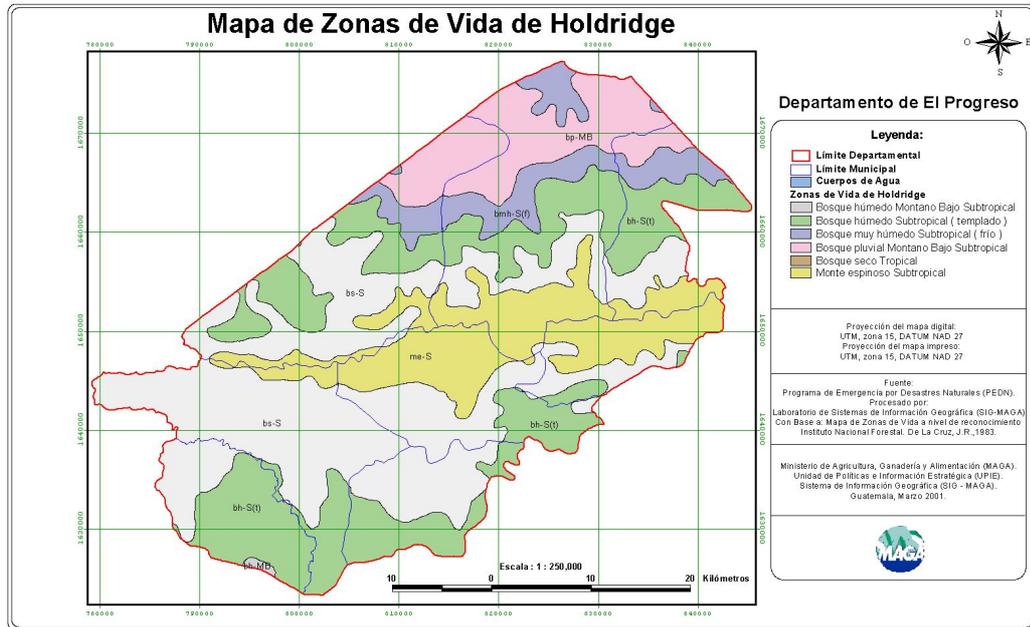


Figura 5A. Zonas de vida de Holdridge del departamento de El Progreso. Fuente: MAGA - SIG (2001e).

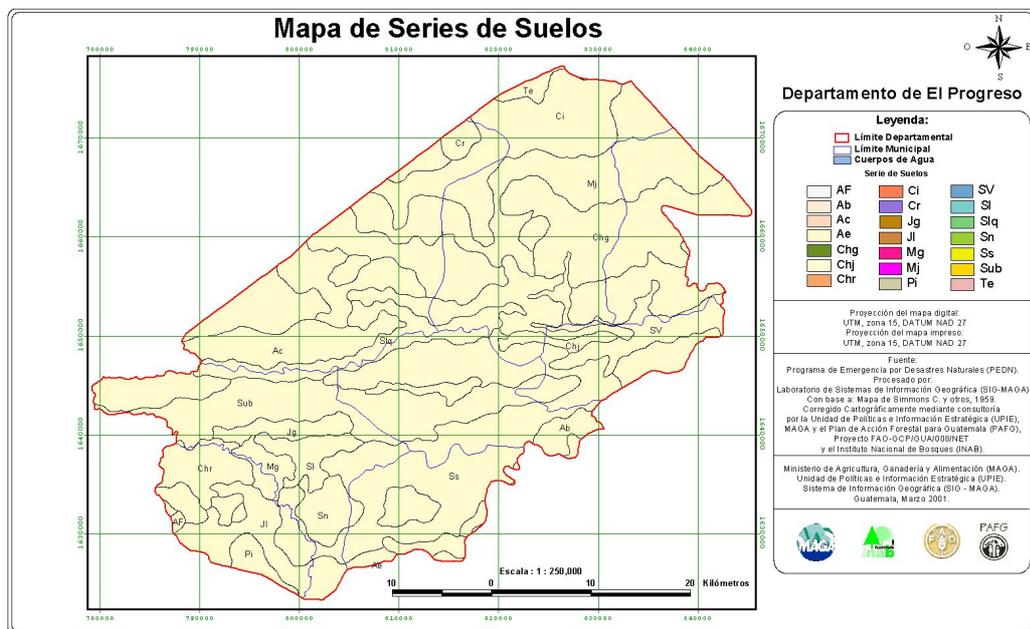


Figura 6A. Serie de suelos del departamento de El Progreso. Fuente: MAGA - SIG (2001c).

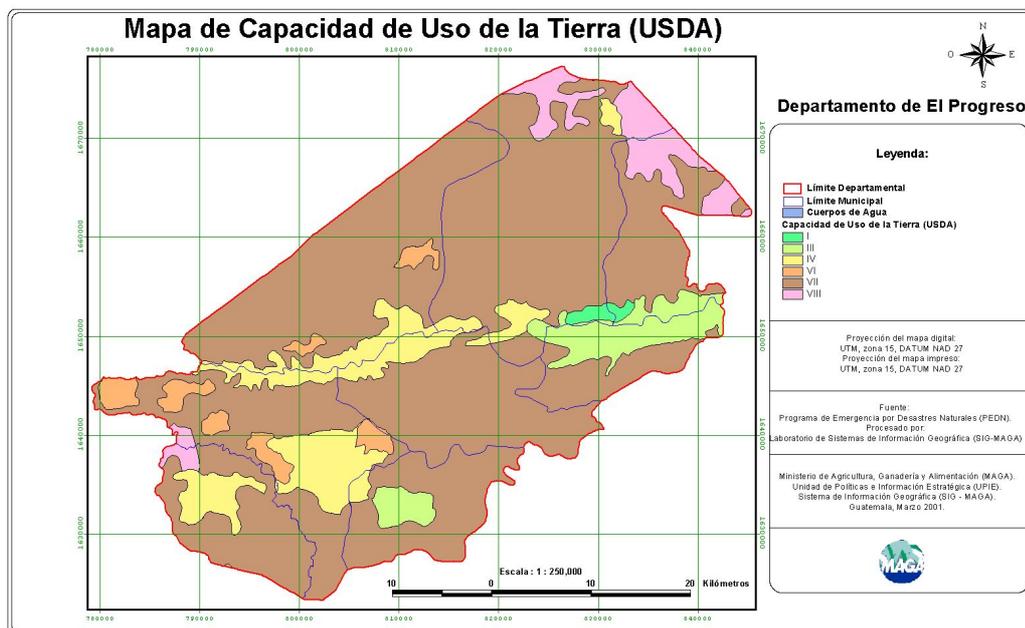


Figura 7A. Capacidad de uso de la tierra del USDA del departamento de El Progreso.
Fuente: MAGA - SIG (2001a).

Cuadro 29A. Departamentos y familias directamente afectados por la sequía del 2001 (números absolutos).

Departamentos	Municipios	Número de comunidades	Número de familias
El Progreso	7	67	4,032
Zacapa	6	88	2,969
Santa Rosa	6	21	1,743
Jalapa	2	12	1,126
Baja Verapaz	4	30	2,636
Jutiapa	3	7	1,084
Chiquimula	6	74	2,308
Total	34	299	15,898

Fuente: PNUD (2002).

A continuación se presentan mapas de isolíneas comparativas entre los registros de lluvias históricas y registros de la temporada de lluvias 2001 (mm) y un mapa de amenaza por sequía, elaborados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), para el territorio nacional; el significado de las isolíneas es el siguiente:

- ❖ Rojo: Isolíneas de lluvia que muestran el déficit (diferencia negativa) entre la lluvia del mes analizado de 2001 y el registro histórico promedio del mismo mes.
- ❖ Amarillo: Isolíneas de lluvia que muestran la no diferencia entre la lluvia del mes analizado de 2001 y el registro histórico promedio del mismo mes.
- ❖ Azul: Isolíneas de lluvia que muestra el superávit (diferencia positiva) entre la lluvia del mes analizado de 2001 y el registro histórico promedio del mismo mes.

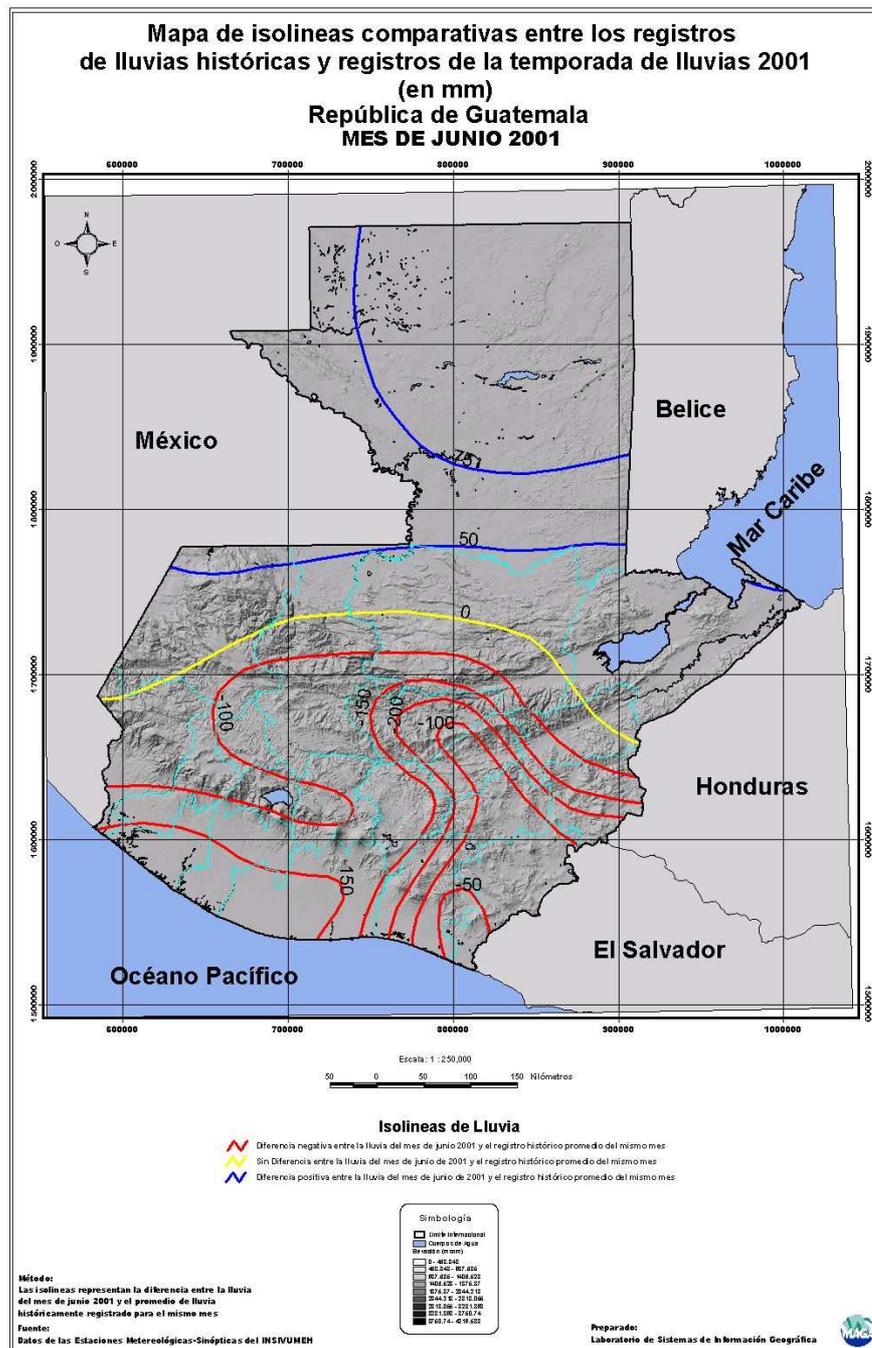


Figura 8A. Mapa de isólinas comparativas, entre los registros de lluvias históricas y registros de la temporada de lluvias del año 2001, para el mes de Junio. Fuente: MAGA (2003d).

Ver página 80.

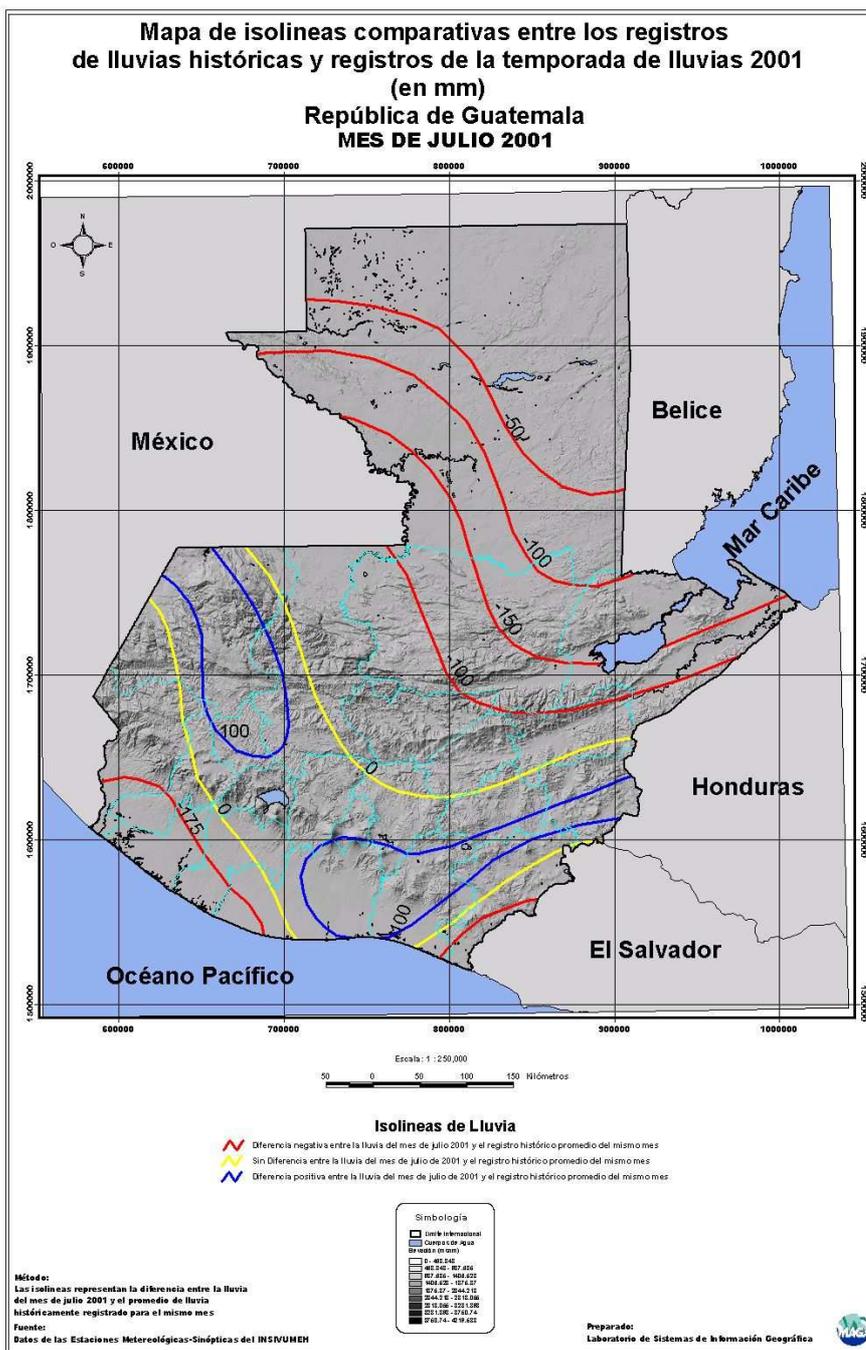


Figura 9A. Mapa de isólinas comparativas, entre los registros de lluvias históricas y registros de la temporada de lluvias del año 2001, para el mes Julio.
Fuente: MAGA (2003c).

Ver página 80.

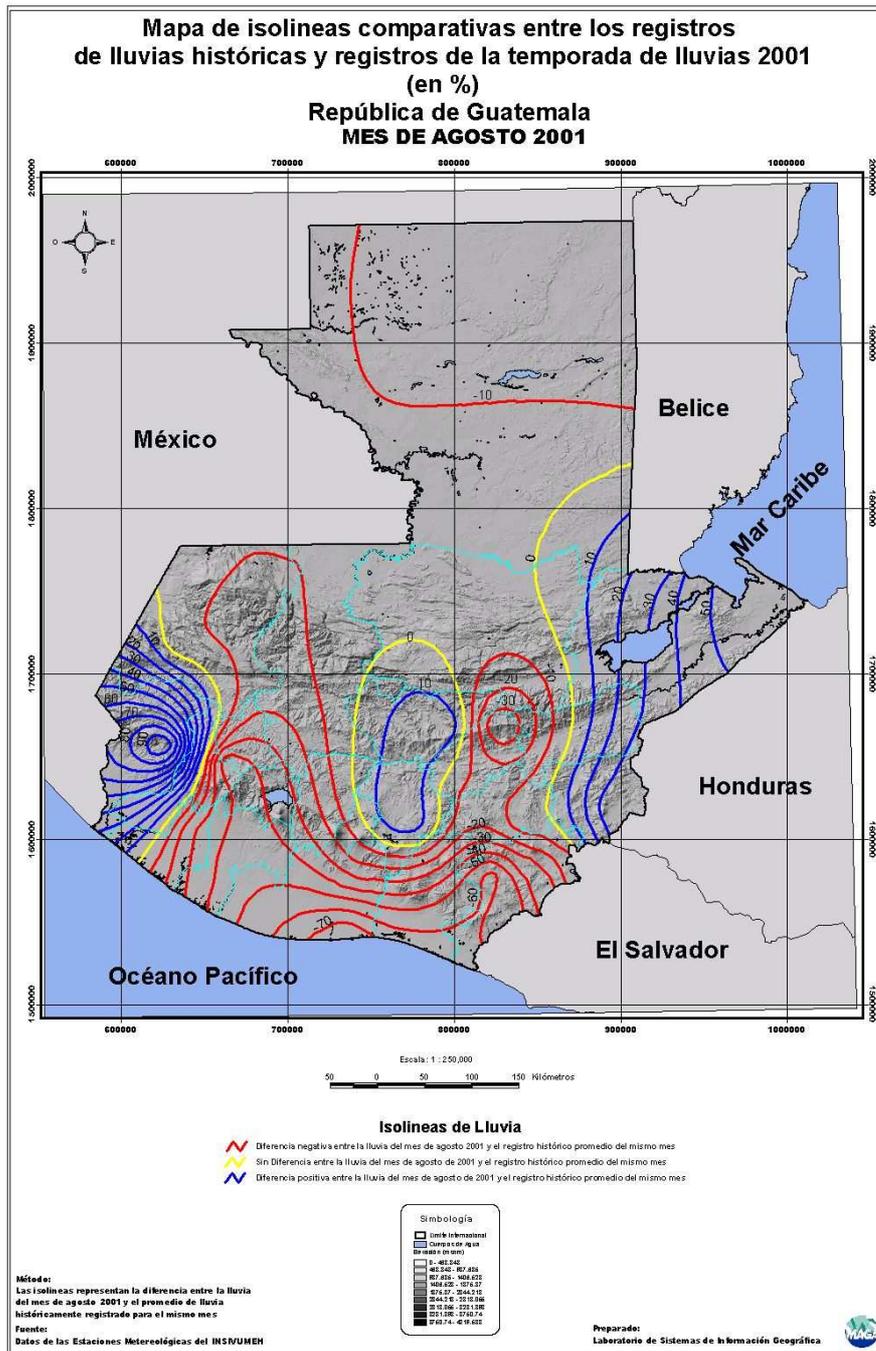


Figura 10A. Mapa de isólinas comparativas, entre los registros de lluvias históricas y registros de la temporada de lluvias del año 2001, para el mes de Agosto. Fuente: MAGA (2003b).

Ver página 80.

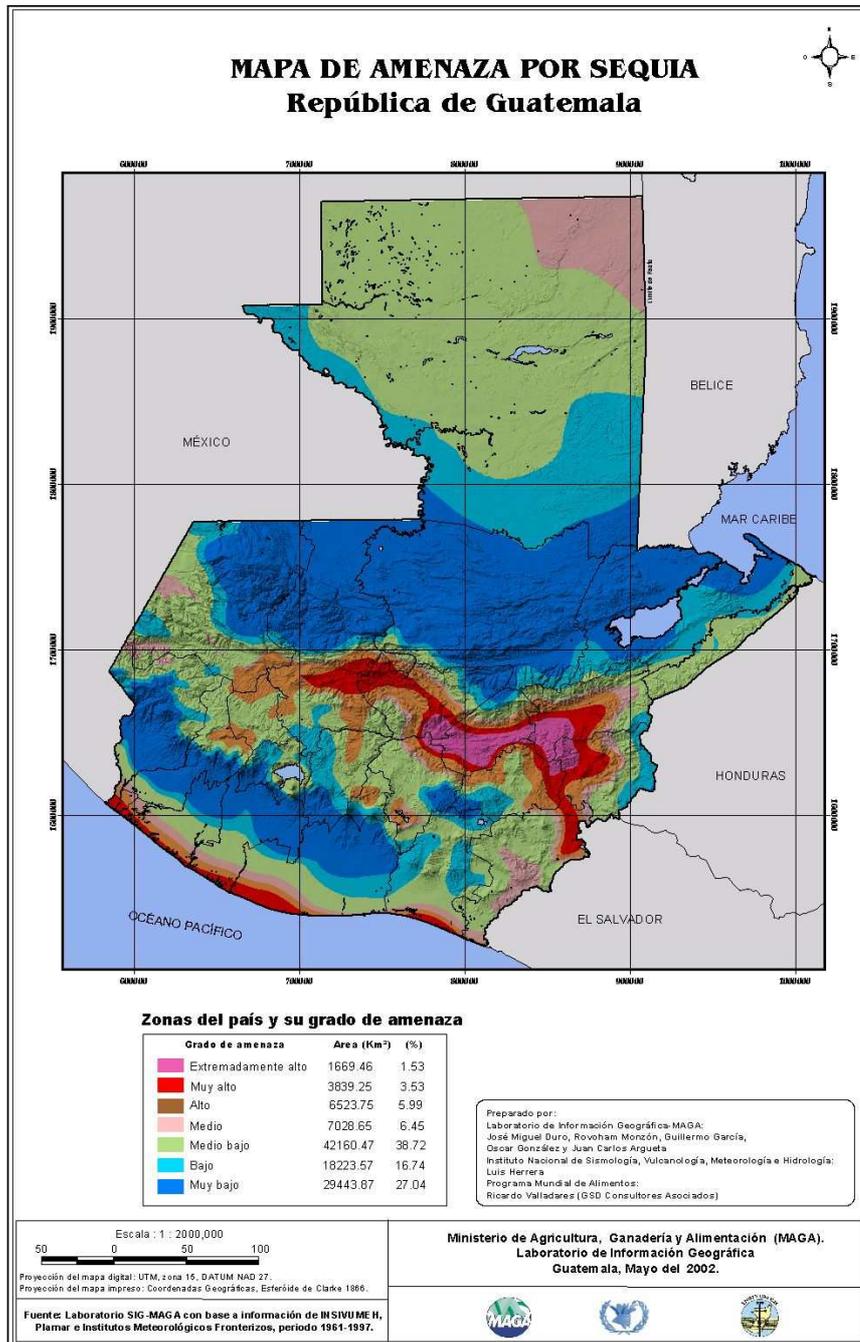


Figura 11A. Mapa de amenaza por sequía, para la república de Guatemala.
 Fuente: MAGA (2003a).

Ver página 80.

Cuadro 30A. Características agronómicas de algunos híbridos de maíz blanco, de la empresa Cristiani Burkard.

Tiempo al momento de (días después de siembra)	Híbridos de maíz blanco			
	HS-3G	HS-5G	HS-5G Ultra	HS-9
Floración	52-54	53-55	55-57	54-56
Madurez fisiológica	68-78	70-80	72-82	72-82
Dobla	--	--	--	--
Cosecha	105-120	110-125	112-128	112-128

Fuente: Cristiani (s.f. a, b, c, d).

Cuadro 31A. Características agronómicas de algunos híbridos de maíz blanco, de la empresa Cristiani Burkard e ICTA.

Tiempo al momento de (días después de siembra)	Híbridos de maíz blanco			
	HS-13	HS-15	HS-21	HB-83
Floración	50-55	50-55	53-56	55
Madurez fisiológica	70-80	66-78	73-84	--
Dobla	--	--	--	--
Cosecha	110-125	105-120	115-125	120

Fuente: Cristiani (s.f. e, f, g) e ICTA (1990).

Cuadro 32A. Características agronómicas de algunas variedades de maíz blanco, del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas.

Tiempo al momento de (días después de siembra)	Variedades de maíz blanco			
	ICTA B-1	ICTA B-5	ICTA B-7	ICTA LA MAQUINA 7422
Floración	55	--	53	--
Madurez fisiológica	--	--	--	--
Dobla	90	80	--	90
Cosecha	120	95	110	120

Fuente: ICTA (1990), Fuentes (2003) e ICTA (1981).

Cuadro 33A. Composición de los ingresos de los hogares rurales según ramas de actividad y regiones, 2000.

Regiones	Actividades		
	Agricultura	Industria	Otras
Metropolitana	10.0	10.2	79.8
Norte	71.8	11.7	16.5
Nor oriente	48.6	7.4	44.0
Sur oriente	27.8	4.7	67.5
Central	43.8	17.7	38.5
Sur occidente	36.5	5.7	57.8
Nor occidente	48.2	8.6	43.2
Petén	59.5	6.7	33.8
Total	41.0	9.0	50.0

Fuente: PNUD (2003).



Figura 12A. Presentación de un kilogramo de acrilamida de ácido acrílico.

Fuente: Q-SISTEMAS (2004).



Figura 13A. Aplicación de 1.25 g de acrilamida hidratada, al centro de la maceta con suelo y a 15 cm de profundidad, 2006.



Figura 14A. Fertilización química con 15-15-15 de NPK, 15 días después de la siembra del cultivo de maíz variedad ICTA B-7, 2006.



Figura 15A. Fertilización química con 46-0-0 de NPK, 45 días después de la siembra del cultivo de maíz variedad ICTA B-7, 2006.

Cuadro 34A. Temperatura registrada dentro del invernadero, durante agosto y septiembre del 2006 (°C).

Agosto			Septiembre			Septiembre		
Temperatura (°C)			Temperatura (°C)			Temperatura (°C)		
Día	Máx.	Mín.	Día	Máx.	Mín.	Día	Máx.	Mín.
*30	40	18	1	41.50	18.00	16	37.00	16.00
31	39	18	2	40.00	18.00	17	35.00	17.50
			3	40.00	17.00	18	37.00	17.50
			4	39.50	17.50	19	33.00	18.00
			5	39.00	17.00	20	31.00	18.00
			6	41.00	17.00	21	39.00	17.50
			7	41.00	17.00	22	37.00	17.00
			8	38.00	17.00	23	36.00	17.00
			9	37.00	16.50	24	37.00	18.00
			10	37.50	17.00	25	35.00	16.00
			11	38.00	17.50	26	35.00	17.00
			12	40.00	16.00	27	35.00	16.00
			13	39.00	17.00	28	37.00	17.50
			14	38.00	17.50	29	37.00	17.00
			15	39.00	17.00	30	37.00	17.50

Referencia:

* En los cuadros 34A y 35A, el día 30 de agosto se realizó la siembra del cultivo y el 20 de diciembre fueron dobladas las plantas de maíz.

Cuadro 35A. Temperatura registrada dentro del invernadero, durante octubre a diciembre del 2006 (°C).

Octubre			Noviembre			Diciembre		
Día	Temperatura (°C)		Día	Temperatura (°C)		Día	Temperatura (°C)	
	Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.
1	37.00	17.00	1	38.00	16.50	1	31.00	18.00
2	34.00	17.00	2	38.00	16.50	2	30.00	17.00
3	34.00	17.00	3	36.00	15.00	3	33.00	16.00
4	34.00	17.00	4	37.00	16.00	4	35.00	14.00
5	35.00	17.00	5	36.00	15.00	5	35.00	16.00
6	38.00	17.00	6	39.00	15.00	6	35.00	15.00
7	34.00	17.00	7	36.00	16.00	7	35.00	14.00
8	36.00	17.50	8	36.50	15.00	8	34.00	14.00
9	38.00	17.50	9	40.00	16.00	9	34.00	16.00
10	35.00	18.00	10	40.00	17.00	10	34.00	15.00
11	36.00	18.50	11	37.00	17.00	11	34.00	14.00
12	36.00	17.50	12	37.00	15.00	12	35.00	14.50
13	35.00	18.00	13	36.00	15.00	13	35.00	15.00
14	37.00	16.50	14	38.00	15.00	14	36.00	14.50
15	37.00	17.00	15	32.00	16.00	15	36.00	15.00
16	35.00	16.50	16	35.00	15.00	16	36.00	15.00
17	37.50	16.00	17	34.00	14.00	17	35.00	15.00
18	37.50	16.50	18	32.00	14.00	18	36.00	15.00
19	36.00	15.00	19	30.00	12.00	19	36.00	15.00
20	36.00	15.00	20	29.00	12.00	*20	36.00	19.00
21	36.00	15.00	21	25.00	10.00			
22	36.00	15.00	22	26.00	8.00			
23	36.00	15.00	23	29.00	7.00			
24	31.00	17.00	24	30.00	8.00			
25	33.00	17.00	25	32.00	9.00			
26	37.00	15.00	26	30.00	10.00			
27	38.00	18.00	27	33.00	11.00			
28	38.00	14.00	28	31.00	16.00			
29	38.00	14.00	29	33.00	18.00			
30	38.00	14.00	30	32.00	14.00			
31	38.00	14.00						

Cuadro 36A. Evaporación en el tanque tipo "A" y generación de la frecuencia de riego, para los tratamientos T1 y T2 (DPM al 40%), durante noviembre y diciembre del 2006.

		LHA:16.90 mm	DPM: 40%		
		LHRA (disponible):10.14 mm	LHRA (agotada):6.76 mm		
Día	Riego	Tanque de evaporación (mm)	Evaporación (mm)	Etp (mm) = Ev * 0.7	LHA - Etp (mm)
20	Riego	83.08	-	-	16.90
21	-	78.09	4.99	3.493	13.407
22	-	74.95	3.14	2.198	11.209
23	Riego	72.15	2.80	1.960	9.249 (16.90)
24	-	69.50	2.65	1.850	15.05
25	-	65.35	4.15	2.905	12.145
26	Riego	62.55	2.80	1.960	10.185 (16.90)
27	-	61.15	1.40	0.980	15.92
28	-	59.20	1.95	1.365	14.555
29	-	56.40	2.80	1.960	12.595
30	-	54.10	2.30	1.610	10.985
1	Riego	51.00	3.10	2.170	8.815 (16.90)
2	-	48.90	2.10	1.470	15.43
3	-	46.50	2.40	1.680	13.75
4	-	44.30	2.20	1.540	12.21
5	Riego	40.10	4.20	2.940	9.27 (16.90)
6	-	39.05	1.05	0.735	16.165
7	-	36.10 (110)	2.95	2.065	14.1
8	-	107.00	3.00	2.100	12
9	Riego	104.50	2.50	1.750	10.25 (16.90)
10	-	102.70	1.80	1.260	15.64
11	-	101.00	1.70	1.190	14.45
12	-	98.20	2.80	1.960	12.49
13	-	96.50	1.70	1.190	11.3
14	Riego	93.75	2.75	1.925	9.375 (16.90)
15	-	92.00	1.75	1.225	15.675
16	-	90.50	1.50	1.050	14.625
17	-	88.75	1.75	1.225	13.40
18	-	85.70	3.05	2.135	11.265
19	-	84.20	1.50	1.050	10.215
20	-	81.70	2.50	1.750	9.69

Cuadro 37A. Evaporación en el tanque tipo "A" y generación de la frecuencia de riego, para los tratamientos T3 y T4 (DPM al 60%), durante noviembre y diciembre del 2006.

		LHA:16.90 mm			DPM: 60%
		LHRA (disponible):6.76 mm		LHRA (agotada):10.14 mm	
Día	Riego	Tanque de evaporación (mm)	Evaporación (mm)	Etp (mm) = Ev * 0.7	LHA - Etp (mm)
20	Riego	83.08	-	-	16.90
21	-	78.09	4.99	3.493	13.41
22	-	74.95	3.14	2.198	11.21
23	-	72.15	2.80	1.960	9.25
24	-	69.50	2.65	1.850	7.40
25	Riego	65.35	4.15	2.905	4.494 (16.90)
26	-	62.55	2.80	1.960	14.94
27	-	61.15	1.40	0.980	13.96
28	-	59.20	1.95	1.365	12.60
29	-	56.40	2.80	1.960	10.64
30	-	54.10	2.30	1.610	9.03
1	Riego	51.00	3.10	2.170	6.855 (16.90)
2	-	48.90	2.10	1.470	15.43
3	-	46.50	2.40	1.680	13.75
4	-	44.30	2.20	1.540	12.21
5	-	40.10	4.20	2.940	9.27
6	-	39.05	1.05	0.735	8.54
7	Riego	36.10 (110)	2.95	2.065	6.47 (16.90)
8	-	107.00	3.00	2.100	14.80
9	-	104.50	2.50	1.750	13.05
10	-	102.70	1.80	1.260	11.79
11	-	101.00	1.70	1.190	10.60
12	-	98.20	2.80	1.960	8.64
13	-	96.50	1.70	1.190	7.45
14	Riego	93.75	2.75	1.925	5.525 (16.90)
15	-	92.00	1.75	1.225	15.68
16	-	90.50	1.50	1.050	14.63
17	-	88.75	1.75	1.225	13.40
18	-	85.70	3.05	2.135	11.27
19	-	84.20	1.50	1.050	10.22
20	-	81.70	2.50	1.750	8.47

Cuadro 38A. Evaporación en el tanque tipo "A" y generación de la frecuencia de riego, para los tratamientos T5 y T6 (DPM al 80%), durante noviembre y diciembre del 2006.

		LHA:16.90 mm			DPM: 80%
		LHRA (disponible):3.38 mm		LHRA (agotada):13.52 mm	
Día	Riego	Tanque de evaporación (mm)	Evaporación (mm)	Etp (mm) = Ev * 0.7	LHA - Etp (mm)
20	Riego	83.08	-	-	16.90
21	-	78.09	4.99	3.493	13.407
22	-	74.95	3.14	2.198	11.209
23	-	72.15	2.80	1.960	9.249
24	-	69.50	2.65	1.850	7.399
25	-	65.35	4.15	2.905	4.494
26	Riego	62.55	2.80	1.960	2.534 (16.90)
27	-	61.15	1.40	0.980	15.92
28	-	59.20	1.95	1.365	14.555
29	-	56.40	2.80	1.960	12.595
30	-	54.10	2.30	1.610	10.985
1	-	51.00	3.10	2.170	8.815
2	-	48.90	2.10	1.470	7.345
3	-	46.50	2.40	1.680	5.665
4	Riego	44.30	2.20	1.540	4.125 (16.90)
5	-	40.10	4.20	2.940	13.96
6	-	39.05	1.05	0.735	13.225
7	-	36.10 (110)	2.95	2.065	11.16
8	-	107.00	3.00	2.100	9.06
9	-	104.50	2.50	1.750	7.31
10	-	102.70	1.80	1.260	6.05
11	-	101.00	1.70	1.190	4.86
12	Riego	98.20	2.80	1.960	2.90 (16.90)
13	-	96.50	1.70	1.190	15.71
14	-	93.75	2.75	1.925	13.785
15	-	92.00	1.75	1.225	12.56
16	-	90.50	1.50	1.050	11.51
17	-	88.75	1.75	1.225	10.285
18	-	85.70	3.05	2.135	8.15
19	-	84.20	1.50	1.050	7.1
20	-	81.70	2.50	1.750	5.35

Cuadro 39A. Normalidad de las variables investigadas, en el CEDA, 2006.

Variable	Normalidad de la variable	Distribución normal	Distribución no normal
Producción de granos de dos plantas de maíz (gramos).	$P(w) = 0.74$	>0.05	≤ 0.05
Promedio de altura de dos plantas de maíz (metro).	$P(w) = 0.68$	>0.05	≤ 0.05
Promedio de diámetro del tallo de dos plantas de maíz (cm.).	$P(w) = 0.54$	>0.05	≤ 0.05

Cuadro 40A. Producción promedio de granos de dos plantas de maíz por unidad experimental (g), con acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluado en el CEDA, 2006.

Repetición	Factor B			
	T1 DPM 40%	T2 DPM 60%	T3 DPM 80%	T4 SRF
1	123.19	109.14	86.30	67.15
2	123.12	111.00	87.50	68.30
3	127.14	119.10	85.00	68.10
4	127.90	109.06	84.90	66.35
5	126.65	113.00	85.30	66.80
Sumatoria	628.00	551.30	429.00	336.70
Promedio	125.60	110.26	85.80	67.34

Cuadro 41A. Producción promedio de granos de dos plantas de maíz por unidad experimental (g), sin acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluado en el CEDA, 2006.

Repetición	Factor B			
	T1 DPM 40%	T2 DPM 60%	T3 DPM 80%	T4 SRF
1	130.17	119.05	96.20	59.08
2	132.84	121.45	105.50	61.05
3	132.06	120.55	98.15	60.07
4	133.65	118.73	103.25	61.00
5	131.28	119.32	99.00	59.80
Sumatoria	660.00	599.10	502.10	301.00
Promedio	132.00	119.82	100.42	60.20

Cuadro 42A. Análisis de varianza para la variable peso de granos de maíz (g), evaluada en el CEDA, 2006.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P
A	1	343.39	343.39	119.54	0.0001*
B	3	24,155.97	8,051.99	2,802.98	0.0001*
AxB	3	649.29	216.43	75.34	0.0001*
Error experimental a	8	45.62	5.70		
Error experimental b	24	68.94	2.87		
Total	39	25,263.24			

Coefficiente de variación = 1.69%

Referencia:

A = Factor A (con y sin acrilamida de ácido acrílico).

B = Factor B (niveles de déficit permitido de manejo).

AxB = Interacción entre factores A y B.

Cuadro 43A. Prueba de medias a través del método de Tukey, para la variable peso de granos de maíz (g), evaluada en el CEDA, 2006.

Trat.		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T8	T7
	Medias	132.00	125.60	119.82	110.26	100.42	85.80	67.34	60.20
T7	60.20	71.80*	65.40*	59.62*	50.06*	40.22*	25.60*	7.14*	--
T8	67.34	64.66*	58.26*	52.48*	42.92*	33.08*	18.46*	--	
T6	85.80	46.20*	39.80*	34.02*	24.46*	14.62*	--		
T5	100.42	31.58*	25.18*	19.40*	9.84*	--			
T4	110.26	21.74*	15.34*	9.56*	--				
T3	119.82	12.18*	5.78*	--					
T2	125.60	6.40*	--						
T1	132.00	--							

Comparador Wp = 3.6155

Cuadro 44A. Grupo Tukey, para la variable peso de granos de maíz (g), evaluada en el CEDA, 2006.

Interacción de tratamientos	Media de producción	Grupo Tukey
T1	132.00	a
T2	125.60	b
T3	119.82	c
T4	110.26	d
T5	100.42	e
T6	85.80	f
T8	67.34	g
T7	60.20	h

Cuadro 45A. Costo de producción por hectárea, para el cultivo de maíz variedad ICTA B-7, 2006.

Concepto	Unidad de medida	Costo unitario	Total unidades	Costo total
INSUMOS				Q2,323.07
Siembra				Q157.85
Semilla	Kg	Q7.70	20.50	Q157.85
Herbicidas				Q270.00
Paraquat	Lt	Q45.00	3.00	Q135.00
2, 4-D Salamina	Lt	Q45.00	3.00	Q135.00
Insecticida				Q710.00
Thiodicarb	Lt	Q320.00	0.25	Q80.00
Endosulfan	Lt	Q65.00	6.00	Q390.00
Foxim	Kg	Q12.00	20.00	Q240.00
Fertilizantes				Q1,185.22
15-15-15 (N-P-K)	Kg	Q3.30	181.44	Q598.75
46-00-00 (N-P-K)	Kg	Q3.85	113.40	Q436.60
Foliar 20-20-20+1.336 (NPK+EM)	Kg	Q22.04	6.80	Q149.87
MANO DE OBRA				Q1,785.00
Preparación del terreno	Jornal	Q35.00	18.00	Q630.00
Desinfestación de semilla y siembra	Jornal	Q35.00	2.00	Q70.00
Aplicación herbicidas	Jornal	Q35.00	6.00	Q210.00
Fertilizaciones				
Al suelo 15-15-15	Jornal	Q35.00	4.00	Q140.00

Al suelo 46-0-0	Jornal	Q35.00	4.00	Q140.00
Foliar 20-20-20+1.336 (NPK+EM)	Jornal	Q35.00	3.00	Q105.00
Cosecha	Jornal	Q35.00	2.00	Q70.00
Transporte interno	Jornal	Q35.00	2.00	Q70.00
Desgrane	Jornal	Q35.00	3.00	Q105.00
Almacenamiento y aplicación de pesticida postcosecha	Jornal	Q35.00	3.00	Q105.00
Transporte para la venta	Jornal	Q35.00	4.00	Q140.00
COSTO TOTAL				Q4,108.07

Cuadro 46A. Costo de producción por hectárea del cultivo de maíz variedad ICTA B-7, agregando la utilización de la acrilamida de ácido acrílico, 2006.

Costo total sin acrilamida				Q2,189.25
Costo de compra y aplicación de la acrilamida de ácido acrílico				Q2,390.00
Acrilamida de ácido acrílico	kg	Q150.00	15	Q2,250.00
Aplicación de acrilamida	Jornal	Q35.00	4	Q140.00
Costo total con acrilamida				Q4,579.25

Cuadro 47A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T1 (sin acrilamida y DPM 40%), para la variable peso de granos de maíz, 2006.

Concepto	Unidad de medida	Costo unitario	Total unidades	Costo total
Costo total sin acrilamida				Q4,108.07
Insumos Postcosecha				Q60.00
Insecticida				
Fosforo de aluminio	Pastilla	Q1.00	60.00	Q60.00
COSTO TOTAL				Q4,168.07
Ingreso bruto				Q5,808.00
Maíz	kg	Q2.20	2640.00	Q5,808.00
INGRESO NETO				Q1,639.93

Cuadro 48A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T2 (con acrilamida y DPM 40%), para la variable peso de granos de maíz, 2006.

Concepto	Unidad de medida	Costo unitario	Total unidades	Costo total
Costo total con acrilamida				Q8,138.07
Insumos Postcosecha				Q60.00
Insecticida				
Fosforo de aluminio	Pastilla	Q1.00	60.00	Q60.00
COSTO TOTAL				Q8,198.07
Ingreso bruto				Q5,526.40
Maíz	kg	Q2.20	2512.00	Q5,526.40
INGRESO NETO				Q2,671.67

Cuadro 49A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T3 (sin acrilamida y DPM 60%), para la variable peso de granos de maíz, 2006.

Concepto	Unidad de medida	Costo unitario	Total unidades	Costo total
Costo total sin acrilamida				Q4,108.07
Insumos Postcosecha				Q53.00
Insecticida				
Fosforo de aluminio	Pastilla	Q1.00	53	Q53.00
COSTO TOTAL				Q4,161.07
Ingreso bruto				Q5,272.08
Maíz	kg	Q2.20	2,396.40	Q5,272.08
INGRESO NETO				Q1,111.01

Cuadro 50A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T4 (con acrilamida y DPM 60%), para la variable peso de granos de maíz, 2006.

Concepto	Unidad de medida	Costo unitario	Total unidades	Costo total
Costo total con acrilamida				Q8,138.07
Insumos Postcosecha				Q49.00

Insecticida				
Fosforo de aluminio	Pastilla	Q1.00	49	Q49.00
COSTO TOTAL				Q8,187.07
Ingreso bruto				Q4,851.44
Maíz	kg	Q2.20	2,205.20	Q4,851.44
INGRESO NETO				Q3,335.63

Cuadro 51A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T5 (sin acrilamida y DPM 80%), para la variable peso de granos de maíz, 2006.

Concepto	Unidad de medida	Costo unitario	Total unidades	Costo total
Costo total sin acrilamida				Q4,108.07
Insumos Postcosecha				Q50.00
Insecticida				
Fosforo de aluminio	Pastilla	Q1.00	50.00	Q50.00
COSTO TOTAL				Q4,158.07
Ingreso bruto				Q4,418.48
Maíz	kg	Q2.20	2,008.40	Q4,418.48
INGRESO NETO				Q260.41

Cuadro 52A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T6 (con acrilamida y DPM 80%), para la variable peso de granos de maíz, 2006.

Concepto	Unidad de medida	Costo unitario	Total unidades	Costo total
Costo total con acrilamida				Q8,138.07
Insumos Postcosecha				Q38.00
Insecticida				
Fosforo de aluminio	Pastilla	Q1.00	38	Q38.00
COSTO TOTAL				Q8,176.07
Ingreso bruto				Q3,775.20
Maíz	kg	Q2.20	1,716.00	Q3,775.20
INGRESO NETO				Q4,400.87

Cuadro 53A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T7 (sin acrilamida y sin riego en la etapa de floración), para la variable peso de granos de maíz, 2006.

Concepto	Unidad de medida	Costo unitario	Total unidades	Costo total
Costo total sin acrilamida				Q4,108.07
Insumos Postcosecha				Q26.00
Insecticida				
Fosfuro de aluminio	Pastilla	Q1.00	26.00	Q26.00
COSTO TOTAL				Q4,134.07
Ingreso bruto				Q2,648.80
Maíz	kg	Q2.20	1,204.00	Q2,648.80
INGRESO NETO				Q1,485.27

Cuadro 54A. Ingreso neto por hectárea del tratamiento T8 (con acrilamida y sin riego en la etapa de floración), 2006.

Concepto	Unidad de medida	Costo unitario	Total unidades	Costo total
Costo total con acrilamida				Q8,138.07
Insumos Postcosecha				Q30.00
Insecticida				
Fosfuro de aluminio	Pastilla	Q1.00	30	Q30.00
COSTO TOTAL				Q8,168.07
Ingreso bruto				Q2,962.96
Maíz	kg	Q2.20	1,346.80	Q2,962.96
INGRESO NETO				Q5,205.11

Cuadro 55A. Altura de las dos plantas de maíz por unidad experimental (m), con acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluada en el CEDA 2006.

Repetición	Factor B			
	T1 DPM 40%	T2 DPM 60%	T3 DPM 80%	T4 SRF
1	1.99 - 2.15	1.95 - 2.32	2.13 - 2.24	2.04 - 2.12
2	1.79 - 1.98	2.09 - 2.21	2.26 - 2.56	2.10 - 2.24
3	1.92 - 2.30	2.24 - 2.38	2.40 - 2.46	1.86 - 2.01
4	2.00 - 2.38	1.90 - 2.24	1.94 - 1.95	1.68 - 1.77
5	1.73 - 2.44	1.83 - 2.53	1.83 - 2.19	1.92 - 2.05

Cuadro 56A. Altura de las dos plantas de maíz por unidad experimental (m), sin acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluada en el CEDA 2006.

Repetición	Factor B			
	T1 DPM 40%	T2 DPM 60%	T3 DPM 80%	T4 SRF
1	1.72 - 2.40	1.98 - 2.22	1.88 - 2.06	1.99 - 2.14
2	1.76 - 1.94	2.18 - 2.47	2.12 - 2.37	1.91 - 2.32
3	1.96 - 2.62	1.80 - 2.07	2.21 - 2.55	1.97 - 1.97
4	2.28 - 2.42	1.62 - 2.17	2.22 - 2.35	2.28 - 2.68
5	1.91 - 2.14	2.12 - 2.20	2.00 - 2.09	2.00 - 2.43

Cuadro 57A. Altura promedio de dos plantas de maíz por unidad experimental (m), con acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluada en el CEDA 2006.

Repetición	Factor B			
	T1 DPM 40%	T2 DPM 60%	T3 DPM 80%	T4 SRF
1	2.07	2.135	2.185	2.08
2	1.885	2.15	2.41	2.17
3	2.11	2.31	2.43	1.935
4	2.19	2.07	1.945	1.725
5	2.085	2.18	2.01	1.985
Total	10.35	10.85	11.00	9.90
Promedio	2.07	2.17	2.20	1.98

Cuadro 58A. Altura promedio de dos plantas de maíz por unidad experimental (m), sin acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluada en el CEDA 2006.

Repetición	Factor B			
	T1 DPM 40%	T2 DPM 60%	T3 DPM 80%	T4 SRF
1	2.06	2.10	1.97	2.065
2	1.85	2.325	2.245	2.115
3	2.29	1.935	2.38	1.97
4	2.35	1.895	2.285	2.48
5	2.025	2.16	2.045	2.215
Total	10.575	10.40	10.95	10.85
Promedio	2.115	2.08	2.19	2.17

Cuadro 59A. Análisis de varianza para la variable altura promedio de las plantas de maíz (m), evaluada en el CEDA 2006.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P
A	1	0.012	0.012	0.39	0.5385
B	3	0.079	0.026	0.84	0.4849
A*B	3	0.102	0.034	1.08	0.3746
Error experimental a	8	0.197	0.024		
Error experimental b	24	0.754	0.031		
Total	39	1.145			

Coefficiente de variación = 8.36%

Cuadro 60A. Diámetro de tallo de las dos plantas de maíz por unidad experimental (cm), con acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluado en el CEDA 2006.

Repetición	Factor B			
	T1 DPM 40%	T2 DPM 60%	T3 DPM 80%	T4 SRF
1	4.60 - 5.00	4.50 - 4.60	4.10 - 4.50	4.70 - 4.70
2	4.30 - 5.50	4.70 - 5.00	4.70 - 5.70	5.00 - 6.40
3	4.90 - 5.00	4.40 - 4.90	4.50 - 4.60	5.80 - 5.80
4	4.40 - 4.70	5.10 - 5.20	4.40 - 4.70	3.90 - 4.60
5	4.30 - 4.60	4.70 - 5.60	4.10 - 4.60	4.00 - 4.40

Cuadro 61A. Diámetro de tallo de las dos plantas de maíz por unidad experimental (cm), sin acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluado en el CEDA 2006.

Repetición	Factor B			
	T1 DPM 40%	T2 DPM 60%	T3 DPM 80%	T4 SRF
1	4.90 - 5.90	4.40 - 4.50	3.60 - 4.50	4.50 - 5.50
2	5.30 - 6.00	4.80 - 4.90	4.50 - 5.00	4.00 - 4.20
3	4.70 - 5.20	5.30 - 6.00	4.40 - 5.50	5.00 - 6.00
4	4.90 - 5.00	4.90 - 5.00	4.20 - 4.50	4.80 - 5.20
5	4.50 - 4.50	4.40 - 4.60	4.10 - 4.90	4.50 - 5.50

Cuadro 62A. Diámetro de tallo promedio de dos plantas de maíz por unidad experimental (cm), con acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluado en el CEDA 2006.

Repetición	Factor B			
	T1 DPM 40%	T2 DPM 60%	T3 DPM 80%	T4 SRF
1	4.80	4.55	4.30	4.70
2	4.90	4.85	5.20	5.70
3	5.80	4.65	4.55	4.95
4	4.55	5.15	4.55	4.25
5	4.45	5.15	4.35	4.20
Total	24.50	24.35	22.95	23.80
Promedio	4.90	4.87	4.59	4.76

Cuadro 63A. Diámetro de tallo promedio de dos plantas de maíz por unidad experimental (cm), sin acrilamida de ácido acrílico (Factor A), evaluado en el CEDA 2006.

Repetición	Factor B			
	T1 DPM 40%	T2 DPM 60%	T3 DPM 80%	T4 SRF
1	5.40	4.45	4.05	5.00
2	5.65	4.85	4.75	4.10
3	4.95	5.65	4.95	5.50
4	4.95	4.95	4.35	5.00
5	4.50	4.50	4.50	5.00
Total	25.45	24.40	22.60	24.60
Promedio	5.09	4.88	4.52	4.92

Cuadro 64A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo promedio de las plantas de maíz (cm), evaluada en el CEDA, 2006.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor P
A	1	0.052	0.052	0.28	0.60
B	3	1.042	0.347	1.84	0.16
A*B	3	0.114	0.038	0.20	0.89
Error experimental a	8	2.188	0.273		
Error experimental b	24	4.519	0.188		
Total	39	7.916			

Coefficiente de variación = 9.00%



Figura 16A. Trazo de surcos con un nivel tipo "A", para el proyecto "Establecimiento de parcelas agroforestales de maíz con madre cacao", 2005.



Figura 17A. Establecimiento de un surco con estacas de madre cacao, para el proyecto "Establecimiento de parcelas agroforestales de maíz con madre cacao", 2005.



Figura 18A. Instalación del sistema de riego por goteo, para el proyecto “Establecimiento de huerto de traspatio con sistemas de riego por goteo”, en aldea Las Morales, 2005.



Figura 19A. Sistema de riego por goteo instalado, para el proyecto “Establecimiento de huerto de traspatio con sistemas de riego por goteo”, en aldea Las Morales, 2005.



Figura 20A. Huerto de traspatio del proyecto “Establecimiento de huerto de traspatio con sistemas de riego por goteo”, en aldea Las Morales, 2005.



Figura 21A. Huerto de traspatio del proyecto “Establecimiento de huerto de traspatio con sistemas de riego por goteo”, en aldea Las Morales, 2005.



Figura 22A. Río “Patache”, que abastecerá al proyecto “Establecimiento de un huerto comunal con sistema de riego por goteo” en aldea Patache, 2005.



Figura 23A. Caja de captación, para el proyecto “Establecimiento de un huerto comunal con sistema de riego por goteo” en aldea Patache, 2005.



Figura 24A. Desinstalación del sistema de riego por goteo del proyecto “Establecimiento de un huerto comunal con sistema de riego por goteo” en aldea Patache, 2005.



Figura 25A. Nueva área de trabajo para el proyecto “Establecimiento de un huerto comunal con sistema de riego por goteo” en aldea Patache, 2005.