

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN DESARROLLO RURAL Y CAMBIO CLIMÁTICO**

**DETERMINACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN
ZONAS PRODUCTORAS DE GRANOS BÁSICOS DE MAÍZ (*Zea mays L.*) Y FRIJOL
(*Phaseolus vulgaris L.*) DEL MUNICIPIO DE QUEZALTEPEQUE, CHIQUIMULA**



VICTOR AUGUSTO SANDOVAL ROQUE

CHIQUIMULA, GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN DESARROLLO RURAL Y CAMBIO CLIMÁTICO

**DETERMINACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN
ZONAS PRODUCTORAS DE GRANOS BÁSICOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) Y FRIJOL
(*Phaseolus vulgaris* L.) DEL MUNICIPIO DE QUEZALTEPEQUE, CHIQUIMULA**

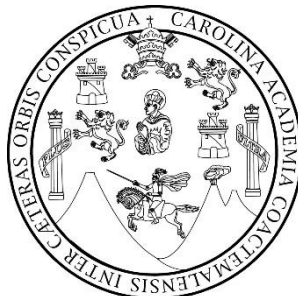


Informe final de trabajo de graduación para la obtención del grado académico de Maestro en Ciencias, con base en el Normativo para la Elaboración de Trabajos de Graduación para la obtención del grado académico de Maestro en Ciencias en los estudios de postgrado del Centro Universitario de Oriente, aprobado por el Consejo Directivo, en el Punto Vigésimo Sexto, del Acta 11-2010, de la sesión celebrada el veintiocho de abril de dos mil diez.

VICTOR AUGUSTO SANDOVAL ROQUE

CHIQUIMULA, GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN DESARROLLO RURAL Y CAMBIO CLIMÁTICO



RECTOR

M.Sc. Ing. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Representante de Docentes:	M.Sc. José Leonidas Ortega Alvarado Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Representante de Graduados:	M.Sc. Oscar Augusto Guevara Paz
Representantes Estudiantiles	P.C. Diana Laura Guzmán Moscoso M.E.P. José Roberto Martínez Lemus
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso

JURADO EXAMINADOR

Presidente:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Secretario:	Ph.D. Rodolfo Augusto Chicas Soto
Vocal:	M.Sc. Godofredo Ayala Ruíz
Asesor de Tesis:	M.Sc. José Ramiro García Alvarez



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



Chiquimula, 15 de mayo de 2018.

M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Director Departamento de Estudios de Postgrado
Centro Universitario de Oriente
Su despacho

Estimado Maestro Díaz Moscoso:

En cumplimiento de la asesoría de tesis que me confió, para dirigir la investigación realizada por el **Ingeniero Victor Augusto Sandoval Roque**, Registro Académico No. 200940866 CUI: 2069 51981 2009, previo a obtener el grado académico a nivel de postgrado de **Maestro en Desarrollo Rural y Cambio Climático**, le informo que me ha presentado su informe final de tesis titulado: **"DETERMINACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS PRODUCTORAS DE GRANOS BÁSICOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) y FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) DEL MUNICIPIO DE QUEZALTEPEQUE, CHIQUIMULA"**, el cual cumple todos los requisitos reglamentarios, con los principios, métodos y técnicas de la metodología de la investigación científica. Por lo que recomiendo que se continúe con el trámite correspondiente para la impresión de dicho documento

Sin otro particular, deseándole éxitos en su gestión, me suscribo de usted.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. M.Sc. José Ramiro García Álvarez
Asesor de Tesis
Centro Universitario de Oriente



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

CERTIFICACIÓN.ACTA.EPT.DEPG-40-2018

El Director del Departamento de Estudios de Postgrado del Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, CERTIFICA: que ha tenido a la vista el Libro de Actas de Exámenes Privados de Tesis, del Departamento de Estudios de Postgrado, del Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, doscientos veinticinco y doscientos veintiséis, donde se encuentra el Acta EPT diecisiete guion dos mil dieciocho (ACTA EPT-17-2018), que copiada literalmente dice:-----

"Acta EPT-17-2018: En el salón J-9 de las instalaciones del Centro Universitario de Oriente, nos reunimos los miembros del Jurado Examinador, Maestro en Ciencias Mario Roberto Díaz Moscoso, (Presidente), Doctor Rodolfo Augusto Chicas Soto (Secretario) y Maestro en Ciencias Godofredo Ayala Ruiz (Vocal), el día jueves doce de julio de dos mil dieciocho, siendo las diez horas, para practicar el **EXAMEN PRIVADO DE TESIS**, del **Maestrante Victor Augusto Sandoval Roque**, (Postulante), **inscrito con Registro Académico No. 200940866 y CUI: 2069 51981 2009**, en la **Maestría en Desarrollo Rural y Cambio Climático de esta Unidad Académica**, como requisito previo a optar el grado de **Maestro en Ciencias en Desarrollo Rural y Cambio Climático** en el Departamento de Estudios de Postgrado del Centro Universitario de Oriente.-----

PRIMERO:Procedimos a efectuar el referido examen de conformidad con el **NORMATIVO DE TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS**, aprobado por el Consejo Directivo del Centro Universitario de Oriente, en el Punto Vigésimo Sexto del Acta 11-2010, en la sesión celebrada el veintiocho de abril de dos mil diez.-----

SEGUNDO: El examen privado de tesis fue oral y consistió en la evaluación de los elementos técnico-formales y de contenido científico del informe final de la tesis intitulado: **"DETERMINACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS PRODUCTORAS DE GRANOS BÁSICOS DE MAÍZ (*Zea Mays L.*) Y FRIJOL (*Phaseolus vulgaris L.*) DEL MUNICIPIO DE QUEZALTEPEQUE, CHIQUIMULA"** ", elaborado por el postulante maestrante Victor Augusto Sandoval Roque.-----

TERCERO: El resultado del examen fue **APROBADO por UNANIMIDAD, de votos** por los miembros del Jurado Examinador.-----



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

CUARTO: El secretario dio lectura a la presente acta de examen privado de tesis. No habiendo más que hacer constar se da por terminada la presente en el mismo lugar y fecha, siendo las once horas con treinta minutos. Damos fe". Firmaron el acta Maestro en Ciencias Mario Roberto Díaz Moscoso, Doctor Rodolfo Augusto Chicas Soto, Maestro en Ciencias Godofredo Ayala Ruiz e Ingeniero Víctor Augusto Sandoval Roque.

Para los efectos que al interesado convengan, extendiendo y firmo la presente en dos hojas de papel bond, en la ciudad de Chiquimula, el día veintiuno de septiembre de dos mil dieciocho.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke.

M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso

Director Departamento de Estudios de Postgrado

Centro Universitario de Oriente



D-T-MDRyCC-141/2018

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Informe Final de Tesis del maestrante VICTOR AUGUSTO SANDOVAL ROQUE titulado “DETERMINACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS PRODUCTORAS DE GRANOS BÁSICOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) Y FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) DEL MUNICIPIO DE QUEZALTEPEQUE, CHIQUIMULA”, trabajo que cuenta con el aval de su Asesor y Coordinador del departamento de Estudios de Postgrados de esta Unidad Académica. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Postgrado, previo a obtener el título de **MAESTRO EN CIENCIAS EN DESARROLLO RURAL Y CAMBIO CLIMÁTICO**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a veinticuatro de octubre de dos mil dieciocho.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordon
DIRECTOR
CUNORI – USAC



c.c. Archivo
NWGC/ars

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme sabiduría, fortaleza y el privilegio de cumplir esta meta, toda honra y gloria sea para ti Señor.

A mi familia, especialmente a mis padres Julio Elito Sandoval Sagastume y Célica Amparo Roque Girón de Sandoval, por brindarme su apoyo incondicional y motivación para seguir adelante.

A mi novia, Dámaris Aida Morales Méndez, por su amor y estar presente en todo momento.

A mis amigos, por compartir momentos inolvidables.

A mi asesor, M.Sc. José Ramiro García Álvarez, por su apoyo y revisión para el desarrollo de la investigación.

Al Dr. Luis Alberto Morales Sandoval, por brindarme su apoyo siempre.

A mis docentes, por compartir sus conocimientos en este proceso formativo.

A mis compañeros, por las experiencias compartidas durante el desarrollo de la maestría.

A los productores de granos básicos del municipio de Quezaltepeque, Chiquimula, por compartir información para el desarrollo de la investigación.

Al Centro Universitario de Oriente (CUNORI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), por brindar este espacio de crecimiento profesional.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE GRÁFICAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 General	4
1.2.2 Específicos	4
1.3 Justificación	5
1.4 Definición del problema	6

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Cambio climático	7
2.2 Impactos y efectos del cambio climático en la producción de granos básicos	8
2.2.1 Susceptibilidades del maíz relacionadas a la falta de agua	9
2.2.2 Susceptibilidades del frijol relacionadas a la falta de agua	10
2.2.3 Calendario estacional del cultivo de maíz y frijol en la región Oriente de Guatemala	10
2.2.4 Plagas en granos básicos relacionadas al cambio climático	11
2.3 Variedad ICTA B - 9 ^{ACP}	12
2.4 Variedad ICTA CHORTÍ ^{ACM}	12
2.5. Calentamiento global	13
2.6 Efecto invernadero	13
2.7 Gases de efecto invernadero	15
2.7.1 Vapor de agua	15
2.7.2 Dióxido de carbono	15
2.7.3 Metano	15
2.7.4 Óxido nitroso	15
2.7.5 Clorofluorocarbonos	15
2.8 Variabilidad climática	16
2.9 Fenómenos climáticos extremos	16
2.9.1 Inundaciones	17
2.9.2 Sequías	17
2.10 Vulnerabilidad	17
2.11 Adaptación	18
2.12 Buenas prácticas agrícolas (BPA)	19
2.13 Prácticas de adaptación al cambio climático	19
2.13.1 Medidas de prevención en áreas con riesgo a inundaciones	19
2.13.2 Medidas de prevención en zona de cultivo de ladera	20
2.13.3 Medidas de prevención en zona de cultivo expuesta a sequía	20

CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Determinación del área de estudio	21
3.2 Método de valoración	22
3.3 Identificación de productores para el muestreo	22
3.4 Tamaño de la muestra	22
3.5 Variables a estudiar	23
3.5.1 Características de los entrevistados	23
3.5.2 Prácticas de adaptación al cambio climático implementadas	24
3.5.3 Tablas de contingencia	24
3.6 Formulación de la boleta	24
3.7 Análisis de la información	24
3.8 Hipótesis	24

CAPÍTULO IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Variables relacionadas con las características del productor	26
4.2 Variables relacionadas con la producción de granos básicos de maíz (<i>Zea mays L.</i>) y frijol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) en el municipio Quezaltepeque	29
4.3 Variables relacionadas con los medios de vida	33
4.4 Variables relacionadas con las prácticas de adaptación al cambio climático	35
4.5 Tablas de contingencia	42
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
APÉNDICE	53
ANEXOS	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Página
1	Características agronómicas de la variedad ICTA B - 9 ^{ACP}	12
2	Características agronómicas de la variedad ICTA CHORTÍ ^{ACM}	13
3	Prueba de Chi-Cuadrado para las variables relacionadas con las características del productor en el municipio de Quezaltepeque	26
4	Prueba de Chi-Cuadrado para las variables relacionadas con la producción de maíz (<i>Zea mays</i>) y frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) en el municipio Quezaltepeque	30
5	Simbología utilizada para describir los medios de vida del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque	33
6	Resultados del análisis estadístico con prueba de Chi-Cuadrado para la variable relacionadas con los medios de vida del productor en el municipio Quezaltepeque	34
7	Simbología utilizada para identificar y evaluar las prácticas de adaptación al cambio climático implementadas por los productores de granos básicos de maíz (<i>Zea mays L.</i>) y frijol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) en el municipio de Quezaltepeque	35
8	Utilización de prácticas de adaptación al cambio climático por los productores de granos básicos de maíz (<i>Zea mays L.</i>) y frijol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) en el municipio de Quezaltepeque	36
9	Prueba de Chi-Cuadrado para la variable relacionada con la frecuencia con que se utilizan las prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque	37
10	Prueba de Chi-Cuadrado para la variable relacionada con la funcionalidad de las prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque	38
11	Simbología utilizada para describir las limitantes que impiden implementar prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque	39
12	Prueba de Chi-Cuadrado para la variable relacionada con las limitantes que impiden implementar prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque	39

13	Prueba de Chi-Cuadrado para la variable relacionada con la disposición a promover prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque	40
14	Simbología utilizada para describir las alternativas para implementar prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque	41
15	Prueba de Chi-Cuadrado para la variable relacionada con las alternativas para promover prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque	41
16	Tabla de contingencia para las variables tipo de práctica relacionada con el género del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque	43
17	Tabla de contingencia para las variables tipo de práctica relacionada con la edad del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque	44
18	Tabla de contingencia para las variables tipo de práctica relacionada con el nivel de escolaridad del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque	45

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica	Contenido	Página
1	Género del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque	27
2	Rango de edad del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque	27
3	Nivel de escolaridad del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque	28
4	Número de integrantes por familia del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque	28
5	Amenaza que provocó pérdida de cultivos en los últimos años (2010 – 2016) en el municipio de Quezaltepeque	31
6	Años en los cuales existió pérdida de cultivos en el municipio de Quezaltepeque	31
7	Percepción del productor sobre el comportamiento de las lluvias en el municipio de Quezaltepeque	32
8	Percepción del productor sobre el comportamiento de la temperatura en el municipio de Quezaltepeque	33
9	Medios de vida del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque	34
10	Prácticas de adaptación al cambio climático utilizadas en el municipio de Quezaltepeque	37
11	Funcionalidad de las prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque	38
12	Limitantes que impiden implementar prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque	40
13	Alternativa para promover prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Página
1	Impactos del cambio climático a nivel global, país y local	7
2	Impactos del cambio climático a nivel local	8
3	Requerimiento de agua en el cultivo de maíz	9
4	Requerimientos de agua en el cultivo de frijol	10
5	Calendario estacional de maíz en la región Oriente de Guatemala	11
6	Calendario estacional de frijol negro en la región Oriente de Guatemala	11
7	Efecto invernadero	14
8	Gases de efecto invernadero	16
9	Ejemplos de adaptación al cambio climático	18
10	Mapa base del municipio de Quezaltepeque	21
11	Diagrama del marco general de la GIRH	60
12	Sistema agroforestal Kuxur Rum	62
13	Banco comunitario centralizado de semillas	63
14	Banco comunitario descentralizado de semillas	64
15	Uso del suelo en el municipio de Quezaltepeque	75
16	Geología del municipio de Quezaltepeque	76
17	Taxonomía del municipio de Quezaltepeque	77

RESUMEN

Los granos básicos principalmente maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) constituyen la base de la seguridad alimentaria y nutricional de la población guatemalteca; dichos cultivos requieren de condiciones climáticas, edáficas y topográficas apropiadas para su desarrollo óptimo.

Debido a la fuerte relación entre los ciclos productivos y las condiciones climáticas, la producción es altamente sensible, especialmente para los productores de subsistencia; factores como la temperatura y la precipitación son determinantes en el rendimiento tanto de maíz como de frijol.

Bajo este contexto se desarrolló la presente investigación, con el propósito de determinar las prácticas de adaptación al cambio climático en zonas productoras de granos básicos de maíz y frijol del municipio de Quezaltepeque, departamento de Chiquimula, para proponer acciones que permitan mejorar la capacidad de respuesta ante los riesgos relacionados al clima.

Las prácticas identificadas que son utilizadas por los productores están relacionadas con el manejo de rastrojo representando el 99 %; uso de semillas criollas con 94.8 %; modificación en la fecha de siembra con 87.5 %; diversificación de cultivos con 80.2 %; barreras muertas con 70.8 %; captación de agua de lluvia con 62.5 %; reforestaciones con 39.6 %; barreras vivas con 38.5 %; estufas ahorradoras de leña con 22.9 %; y elaboración de abono orgánico con 5.2 %.

Posteriormente se procedió a evaluar con pruebas de Chi Cuadrado y tablas de contingencia cada una de las prácticas identificadas, relacionándolas con las características del productor como lo son: género, edad y nivel de escolaridad, con base en un muestreo aleatorio irrestricto distribuido en las 25 aldeas y el casco urbano que conforman el municipio de Quezaltepeque.

Estableciendo que estadísticamente las características del productor influyen en el tipo de práctica a implementar reflejado en la diferencia significativa en cuanto a las prácticas: manejo de rastrojo, uso de semillas criollas, modificación en la fecha de siembra, diversificación de cultivos, barreras muertas, captación de agua de lluvia, reforestaciones y barreras vivas.

Así mismo, dicho análisis permitió proponer la Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH); uso del sistema agroforestal Kuxur Rum; establecimiento de bancos comunitarios de semillas; y un programa de capacitación, como acciones que permitan promover y fortalecer las prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque.

Palabras clave: adaptación, cambio climático, granos básicos, práctica.

ABSTRACT

The basic grains, mainly maize (*Zea mays L.*) and beans (*Phaseolus vulgaris L.*), constitute the basis of the food and nutritional security of the Guatemalan population; these crops require appropriate climatic, edaphic and topographic conditions for their optimal development.

Due to the strong relationship between production cycles and climatic conditions, production is highly sensitive, especially for subsistence producers; factors such as temperature and precipitation are determining factors in the yield of both corn and beans.

In this context, the present research was developed with the purpose of determining the adaptation practices to climate change in areas producing corn and beans basic grains of the municipality of Quezaltepeque, department of Chiquimula, to propose actions to improve the response capacity before the risks related to the climate.

The identified practices that are used by the producers are related to the stubble management representing 99 %; use of criollo seeds with 94.8 %; modification in the sowing date with 87.5 %; crop diversification with 80.2 %; dead barriers with 70.8 %; rainwater harvesting with 62.5 %; reforestations with 39.6 %; live barriers with 38.5 %; wood-saving stoves with 22.9 %; and elaboration of organic fertilizer with 5.2 %.

Subsequently, each of the identified practices was evaluated with Chi-square tests and contingency tables, relating them to the characteristics of the producer such as: gender, age and level of schooling, based on an unrestricted random sampling distributed in the 25 villages and the urban helmet that conform the municipality of Quezaltepeque.

Establishing that statistically the characteristics of the producer influence the type of practice to be implemented reflected in the significant difference in terms of practices: stubble management, use of criollo seeds, modification in sowing date, crop diversification, dead barriers, catchment of rainwater, reforestation and live barriers

Likewise, this analysis allowed to propose the Integral Management of the Water Resource (IWRM); use of the Kuxur Rum agroforestry system; establishment of community seed banks; and a training program, such as actions to promote and strengthen practices of adaptation to climate change in the municipality of Quezaltepeque.

Keywords: adaptation, climate change, basic grains, practice.

INTRODUCCIÓN

Los impactos del cambio climático, derivados principalmente del calentamiento global, amenazan con afectar las condiciones socioeconómicas de la población, especialmente aquellas cuyos medios de vida dependen del aprovechamiento de los recursos naturales y de las actividades agropecuarias.

Se debe tener en cuenta que el cambio climático contribuye a incrementar las condiciones de pobreza del país, a la fecha, no ha sido posible contrarrestar los impactos de los fenómenos naturales debido al alto grado de desequilibrio ambiental sobre el cual se desarrollan las actividades productivas.

En Guatemala, el área rural es vulnerable a sufrir daños en términos sociales, económicos y ambientales, es por ello que se debe fortalecer las prácticas de adaptación al cambio climático y de esta manera tratar de formar una sociedad con alto grado de resiliencia.

La política nacional de cambio climático establece en su objetivo, incorporar estrategias de prevención, adaptación y mitigación al cambio climático en los procesos socioambientales y económicos a nivel nacional y local.

Como la adaptación es a nivel local, debe ser participativa y enfocarse en las prioridades del territorio, por lo cual es de mucha importancia vincular la participación comunitaria en el proceso, tomando en cuenta que son ellos quienes mejor conocen sus características y necesidades.

Por ello y en base a lo anterior se desarrolló la presente investigación para identificar y evaluar las prácticas de adaptación al cambio climático que se han implementado en las zonas productoras de granos básicos de maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) del municipio de Quezaltepeque, Chiquimula, tomando en cuenta las características del productor como lo son: género, edad y nivel de escolaridad.

El estudio se realizó en las 25 aldeas y el casco urbano que conforman el municipio de Quezaltepeque, mediante un muestreo aleatorio irrestricto con 96 productores, de los cuales el 79.2 % son hombres y el 20.8 % mujeres, sobresaliendo productores con edades de 60 - 69 años con el 22.9 %; seguidamente productores entre las edades de 40 - 49 años con el 19.8 %, es importante mencionar que los hogares se integran de 3 - 4 personas con 46.9 %, y los productores no han recibido educación formal reflejado en el 51 % de los entrevistados.

Los productores indicaron que en el municipio, existió pérdida de cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) principalmente en un período de 3 años (2014 - 2016) atribuido a los períodos frecuentes de sequía, lo cual ha influido para fortalecer e implementar prácticas de adaptación al cambio climático que contribuyan al desarrollo óptimo del cultivo.

Las prácticas de adaptación al cambio climático que se determinaron están relacionadas con el manejo de rastrojo utilizado para evitar la erosión del suelo, fuente de materia orgánica y alimento para el ganado; uso de semillas criollas de acuerdo a las características del territorio; modificación en la fecha de siembra principalmente en los meses de abril, mayo y junio; diversificación de cultivos como lo son café, anóna, jocote, banano, yuca, mango, naranja, berenjena, chipilín, hierva mora, maicillo, limón, ayote y camote; barreras muertas construidas principalmente de piedra, captación de agua de lluvia en tanques, charcas, barriles, pilas y rotoplas para uso domiciliario y agropecuario; barreras vivas con izote, piñuela, cacahuanance y jiote; estufas ahorradoras de leña y elaboración de abono orgánico.

Dicho análisis permitió proponer acciones relacionadas con la Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH); conservación de suelo; establecimiento de bancos comunitarios de semillas; y a un programa de capacitación, con el fin de mejorar la capacidad de respuesta de los productores ante los riesgos relacionados al clima.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

El objeto de la ley marco para regular la reducción de la vulnerabilidad, la adaptación obligatoria ante los efectos del cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero, es establecer las regulaciones necesarias para prevenir, planificar y responder de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático en el país.

Así mismo, la política nacional de cambio climático (2010), establece en su objetivo general, que el Estado de Guatemala, a través del gobierno central, las municipalidades, la sociedad civil organizada y la ciudadanía, adopte prácticas de prevención de riesgo, reducción de vulnerabilidad y mejora de la adaptación al cambio climático, y contribuya a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en su territorio, coadyuve a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes y fortalezca su capacidad de incidencia en las negociaciones internacionales de cambio climático.

El Plan Nacional de Desarrollo: K'atun, Nuestra Guatemala 2032, incorpora la noción de sostenibilidad y resiliencia en términos sociales, económicos y ambientales; la promoción de la equidad social; el respeto a la multiculturalidad y la defensa de los derechos humanos; la consolidación de la democracia, remarcando la importancia de las libertades y de la participación ciudadana en la gestión de la mejora de las condiciones de vida y capacidades productivas de la población.

Uno de los objetivos de la Política Nacional de Desarrollo Rural Integral –PNDRI- 2009, es lograr un avance progresivo y permanente en la calidad de vida de los sujetos priorizados en dicha política, a través del acceso equitativo y uso sostenible de los recursos productivos, medios de producción, bienes naturales y servicios ambientales, para alcanzar el desarrollo humano integral sostenible en el área rural.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Determinar las prácticas de adaptación al cambio climático implementadas en zonas productoras de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) del municipio de Quezaltepeque, para proponer acciones orientadas a mejorar la capacidad de respuesta de los productores ante los riesgos relacionados al clima.

1.2.2 Específicos

- Identificar las prácticas de adaptación al cambio climático implementadas por los productores de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el municipio de Quezaltepeque.
- Evaluar las prácticas de adaptación al cambio climático implementadas en el municipio de Quezaltepeque de acuerdo a las características del productor.
- Proponer acciones para fortalecer y promover las prácticas de adaptación al cambio climático en las zonas productoras de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) del municipio de Quezaltepeque.

1.3 Justificación

Realizar investigación sobre la determinación de prácticas de adaptación al cambio climático en zonas productoras de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) del municipio de Quezaltepeque, es de suma importancia para la población en general porque éstos cultivos representan el fortalecimiento de la seguridad alimentaria y fuente de ingresos económicos para satisfacer necesidades.

Otra finalidad de la investigación fue proponer acciones para fortalecer y promover prácticas de adaptación al cambio climático, tomando en cuenta el riesgo, adaptación y medios de vida en las comunidades, basándose en información de actores locales.

La participación comunitaria puede ser el aspecto determinante en la evaluación de problemas y en el desarrollo de propuestas, la investigación que involucra las percepciones de los actores locales permite el reconocimiento de realidades múltiples del territorio en los procesos de desarrollo.

Con base a la información generada, se contribuye a la toma de decisiones en el municipio de Quezaltepeque, enfocadas al desarrollo sostenible y el aumento de capacidades de la población, con la finalidad de mejorar la capacidad de respuesta de los productores ante los efectos del cambio climático.

Así mismo, dicha investigación puede utilizarse para aplicarse a otras zonas, en busca del fortalecimiento de la seguridad alimentaria y el aumento de las capacidades de los productores, para generar ingresos económicos que les permitan satisfacer sus necesidades básicas, a través de acciones con enfoque participativo, las cuales serán de utilidad para mejorar la calidad de vida de la población.

1.4 Definición del problema

En el país de Guatemala, la problemática socioeconómica asociada a los efectos del cambio climático principalmente en las fuentes de agua son graves, derivado a ello en los últimos años ha sido afectada la seguridad alimentaria y nutricional, ejemplo de ello sucedió en el año 2002, los municipios de Jocotán y Camotán sufrieron escasez de alimento provocada por períodos prolongados de sequía.

Regularmente nuestro país ha sido catalogado como uno de los más vulnerables a sufrir los impactos del cambio climático por sus rasgos geográficos; rasgos sociales, como la pobreza que alcanza el 53 % de sus habitantes, de los cuales cerca de la mitad vive en áreas rurales; rasgos relacionados con los recursos naturales, en donde se puede resaltar el cambio de uso del suelo, los niveles de contaminación tanto de desechos sólidos como de aguas residuales; y rasgos relacionados con las instituciones, tales como la ausencia o la asignación de presupuesto insuficiente para el desarrollo de actividades en el territorio.

Aunado a ello, la región oriente de Guatemala está expuesta a la pérdida de suelo producto de la erosión tomando en cuenta la topografía con fuertes pendientes, así mismo se suma la irregularidad de las lluvias que provocan tanto las sequías como inundaciones en las planicies.

Según estimaciones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL *et al* 2014), los cambios esperados en los patrones de lluvia y rangos de temperatura habituales afectarán de forma global la producción de granos básicos tales como el maíz, frijol y arroz; en la región Centroamericana, los impactos estarán relacionados con el incremento del estrés hídrico y térmico de los cultivos, cambios de las dinámicas de las plagas y enfermedades, incremento de la erosión y degradación de los suelos por efecto de los eventos extremos, alteración de la polinización y desfases de las cosechas de granos básicos.

Bajo ese contexto, es fundamental enfocar esfuerzos con horizontes claramente establecidos en torno a la adaptación del cambio climático, que coadyuven en el desarrollo rural y con ello mejorar la calidad de vida de la población.

La política nacional del cambio climático establece en sus objetivos, reducir la vulnerabilidad del país a los efectos producidos en la variabilidad por el cambio climático, especialmente en la salud, en la agricultura, la ganadería y la seguridad alimentaria, en lo que corresponde a los recursos forestales, hídricos, los suelos y la infraestructura.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Cambio climático

Se define como la variación del valor medio del estado del clima que ha persistido durante largos periodos, generalmente decenios o más años, y que es identificable mediante pruebas estadísticas; el cambio climático de la tierra puede deberse a procesos internos naturales, a forzamientos externos o a cambios antropogénicos constantes en la composición de la atmósfera o del uso de la tierra (IPCC, 2007).

La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, en el artículo 1, define el cambio climático como “el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”

Bajo ese contexto en la figura 1, se muestran los impactos del cambio climático a nivel global, país y local de forma general, mientras que en la figura 2, se describen los impactos del cambio climático a nivel local de acuerdo al recurso hídrico, salud, biodiversidad y agricultura.



Figura 1. Impactos del cambio climático a nivel global, país y local.

Fuente: IARNA y URL (2015).



Figura 2. Impactos del cambio climático a nivel local.

Fuente: IARNA y URL (2015).

2.2 Impactos y efectos del cambio climático en la producción de granos básicos

Según Aguilar (2011), factores como la lluvia y la temperatura son determinantes en el rendimiento del maíz y el frijol en Centro América; los cambios en estacionalidad, intensidad, frecuencia y duración de los eventos climáticos y las condiciones ambientales podrían ocasionar pérdidas importantes en la producción de granos básicos, entre los principales efectos del cambio climático sobre el ciclo productivo se encuentran:

- Pérdida de eficiencia, producción prematura y disminución del rendimiento con temperaturas superiores a los 30 - 34 °C especialmente en frijol.

- Incremento de la afección de enfermedades y estrés húmedo durante la floración, polinización y fructificación (particularmente en maíz y frijol) a causa de los eventos hidrometeorológicos extremos.
- Aceleración de la evapotranspiración que provoca estrés hídrico por sequía en los granos básicos, a consecuencia del aumento de temperatura en conjunto con los cambios en precipitación total estacional.

2.2.1 Susceptibilidades del maíz relacionadas a la falta de agua

- Si la germinación e inicio del crecimiento vegetativo coincide con un déficit de precipitación que dure más de 3 semanas o con un evento de inundación combinado con altas temperaturas (que afecte la respiración de las raíces y la evapotranspiración de las plantas) existirá alta mortalidad de plantas (Bonilla, 2014).
- Si durante la madurez de la flor se da un período de 12 a 16 días sin lluvia, el rendimiento de la polinización puede reducirse, afectando la fructificación hasta en un 90 % (Bonilla, 2014).
- Si la canícula se prolonga más de 40 días en la etapa de llenado del grano (figura 3) puede haber pérdidas parciales o totales de la cosecha (Bonilla, 2014).
- En general, con el calentamiento de 1 °C a 2 °C en el clima local de los países tropicales disminuirá el rendimiento (Porter *et al.* 2014).

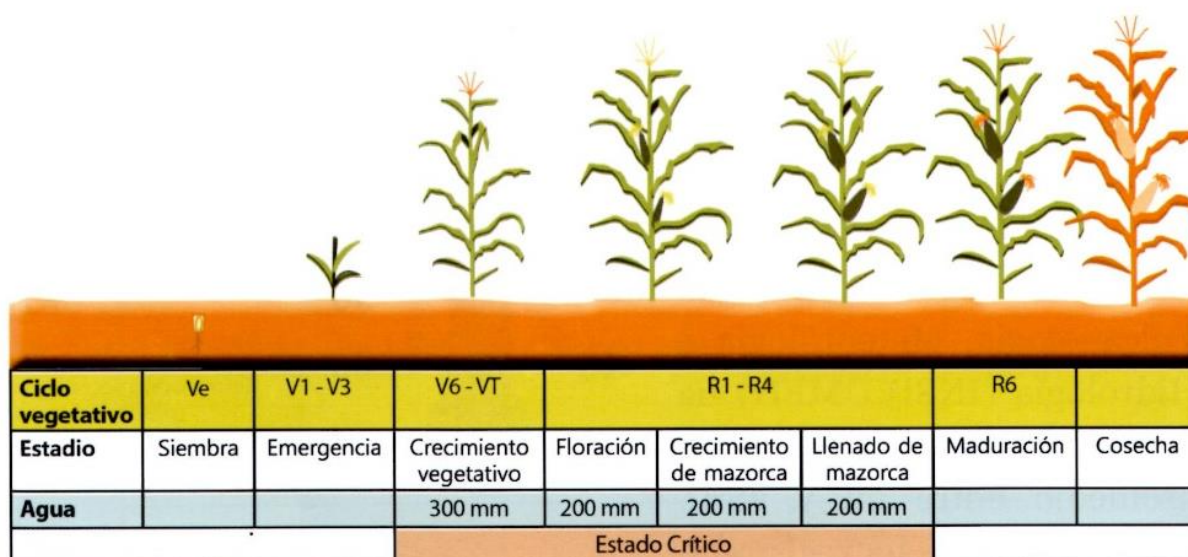


Figura 3. Requerimiento de agua en el cultivo de maíz.

Fuente: IICA y PMA (2014).

2.2.2 Susceptibilidades del frijol relacionadas a la falta de agua

- Si la disponibilidad de agua en el suelo es menor del 40 % de su capacidad durante la etapa de crecimiento vegetativo (figura 4), se afectará severamente el desarrollo de las plantas (Bonilla, 2014).
- Si las temperaturas alcanzan los 35 °C en las etapas de floración y llenado de vainas, podría darse esterilidad de las flores y daños irreversibles a la cosecha (Bonilla, 2014).

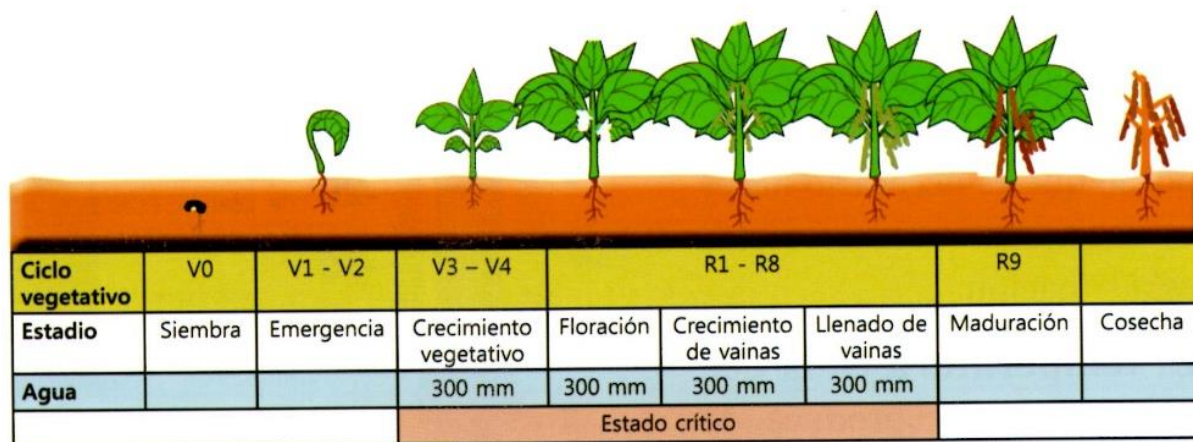


Figura 4. Requerimiento de agua en el cultivo de frijol.

Fuente: IICA y PMA (2014).

2.2.3 Calendario estacional del cultivo de maíz y frijol en la región Oriente de Guatemala

La mayor parte de los productores y productoras que se dedican a la producción tanto de maíz como de frijol en la región Oriente de Guatemala, no cuentan con sistemas de riego, por lo tanto se rigen por la época lluviosa; la característica principal de la zona es la deficiencia de lluvia, ya que el promedio oscila alrededor de 700 a 1600 mm., comprendidos en los meses de mayo y junio, con un período de canícula en julio y nuevamente vuelven a presentarse las lluvias en los meses de agosto, septiembre y octubre (IICA y PMA, 2014).

Se cuenta con una cosecha de maíz, la cual se siembra en las últimas dos semanas de mayo y las primeras dos de junio; la producción se puede llevar durante todo el año con sistemas tecnificados de riego (IICA y PMA, 2014).

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Estaciones	Seca				Lluvia		Canícula	Lluvia			Seca	
Siembra					Siembra 1			Siembra 2				
Cosecha								Cosecha 1			Cosecha 2	

Figura 5. Calendario estacional de maíz en la región Oriente de Guatemala

Fuente: Elaboración propia en base a IICA y PMA (2014).

En el caso del frijol se cuenta con dos cosechas, para el consumo y para la venta; la siembra de primera se realiza en mayo y su cosecha se suele realizar en julio. La siembra de postrera o de segunda, se recomienda realizarla a finales de agosto y principios de septiembre, mientras que ésta se cosecha en noviembre, la siembra bajo riego se suele realizar en febrero para cosechar en abril (IICA y PMA, 2014)

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Estaciones	Seca				Lluvia		Canícula	Lluvia			Seca	
Siembra		Siembra/ riego			Siembra 1			Siembra 2				
Cosecha				Cosecha/ riego			Cosecha 1				Cosecha 2	

Figura 6. Calendario estacional de frijol negro en la región Oriente de Guatemala

Fuente: Elaboración propia en base a IICA y PMA (2014).

2.2.4 Plagas en granos básicos relacionadas al cambio climático

Los cambios de temperatura y precipitación pueden incrementar la incidencia de algunas plagas y enfermedades en los cultivos de granos básicos debido a que se alteran los ciclos biológicos de los insectos y de las enfermedades, así como el de sus depredadores naturales (Porter et al. 2014).

a) Plagas relacionadas al cambio climático en maíz

El incremento de la temperatura promedio de 17 °C a 22 °C y una humedad relativa mayor al 75 % incrementa la incidencia de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) afectando el desarrollo foliar del cultivo (Guzmán et al. 2014)

Por otra parte el incremento de la temperatura por encima de 30 °C y la reducción de la humedad relativa propicia la aparición de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) el cual ocasiona daños serios a las hojas tiernas y a los cogollos de las plantas (García y Tarango, 2009).

b) Plagas relacionadas al cambio climático en frijol

Temperaturas que oscilan entre los 16 °C a 28 °C combinadas con una humedad relativa de 85 %, incrementa la aparición de enfermedades como el virus del mosaico común del frijol y la bacteriosis común (*Xanthomonas campestris*) o la mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) que afectan drásticamente el follaje de los cultivos; los períodos prolongados de lluvia y alta humedad relativa incrementan la incidencia de plagas como el picudo de la vaina de frijol (*Apion godmani*) que ataca en etapa de floración y formación de vainas, así mismo la babosa (*Sarasinula plebeia*) que daña a las plántulas (Escoto, 2004).

2.3 Variedad ICTA B - 9 ^{ACP}

Maíz con alta calidad de proteína fue desarrollada por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), con el apoyo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT); dicha variedad (cuadro 1) se caracteriza por tener alta calidad de proteína aportando el 90 % de las proteínas que contiene la leche, que contribuye a la mejor nutrición humana; se recomienda para el Oriente, Sur y Norte de Guatemala comprendidas entre 0 a 1,200 MSNM.

Cuadro 1. Características agronómicas de la variedad ICTA B - 9 ^{ACP}

Color del grano	Blanco
Textura	Semicristalina
Floración	51 a 53 días después de la siembra
Altura de planta	2.00 a 2.20 metros
Altura de mazorca	Un metro
Cosecha	115 a 120 días después de la siembra
Rendimiento por manzana	50 a 60 quintales
Ventaja	Mayor contenido alimenticio en aminoácidos, lisina y triptófano

Fuente: ICTA (2017).

2.4 Variedad ICTA CHORTÍ ^{ACM}

Esta variedad de frijol (cuadro 2), se originó de la colaboración entre el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), HarvestPlus e ICTA, con el propósito principal de contribuir a reducir los índices de desnutrición, anemia ferropénica e incrementar la absorción de otros minerales que el zinc facilita por medio del incremento de contenido de hierro y zinc en el grano de frijol; se adapta a las condiciones de los departamentos de Jutiapa, Jalapa y Chiquimula.

Cuadro 2. Características agronómicas de la variedad ICTA CHORTÍ ^{ACM}

Altura de planta	60 centímetros en promedio
Crecimiento	Tipo IIc: hábito de crecimiento indeterminado arbustivo, con guía larga
Color de la flor	Morado
Color de la vaina	Crema muy uniforme
Promedio de vainas/planta	15 vainas
Número de granos/vaina	7 granos
Forma del grano	Alargado
Color del grano	Negro opaco
Contenido de hierro	99 ppm
Días de floración	35 días después de la siembra (DDS)
Duración de la floración	30 días
Ciclo del cultivo	70 días a madurez fisiológica
Rendimiento promedio	30 quintales por manzana
Días de cosecha	78 días después de la siembra (DDS)

Fuente: ICTA (2017).

2.5 Calentamiento global

De acuerdo al informe ambiental del estado de Guatemala del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) 2009, se define calentamiento global como el aumento en la temperatura media de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas; la estimación del calentamiento global se basa en teorías que predicen, a partir de proyecciones basadas en simulaciones computacionales, un crecimiento futuro de las temperaturas.

El calentamiento global permite referirse a dos cuestiones relacionadas: por un lado, se trata de un fenómeno observado en el promedio de la temperatura de las últimas décadas, que sube de manera sostenida; por otra parte, es una teoría que, a partir de distintas proyecciones, sostiene que la temperatura seguirá creciendo en el futuro a causa de la acción del hombre (Pérez y Merino, 2009).

2.6 Efecto invernadero

Es un proceso que ha existido desde siempre, y es por este impacto que mantenemos las condiciones necesarias para la vida (IARNA y URL, 2015).

La Tierra recibe las radiaciones (conocidas como de onda corta) que provienen del Sol, algunas de las cuales atraviesan la atmósfera y calientan el suelo y el agua; a su vez emite radiaciones (conocidas como de onda larga) que atraviesan la atmósfera y van de regreso hacia el espacio (figura 7).

Sin embargo, los gases de efecto invernadero retienen estas radiaciones de onda larga y no las dejan escapar, provocando un aumento en la temperatura de la Tierra (IARNA y URL, 2015).

Las actividades humanas relacionadas con los procesos de producción, transporte y consumo, generan gran cantidad de gases de efecto invernadero, aumentando la retención de calor en la atmósfera, provocando el calentamiento global y el consecuente cambio de clima (IARNA y URL, 2015).



Figura 7. Efecto invernadero.

Fuente: Basado en UNEP (2002).

2.7 Gases de efecto invernadero

2.7.1 El vapor de agua

El más abundante y funciona como un gas que actúa en retroalimentación con el clima, a mayor temperatura de la atmósfera, más vapor, más nubes y más precipitaciones (Cambio climático global 1997-2017).

2.7.2 Dióxido de carbono (CO₂)

Se libera en procesos naturales como la respiración y en erupciones volcánicas y a través de actividades humanas como la deforestación, cambio en el uso de suelos y la quema de combustibles fósiles (figura 8). Desde el inicio de la Revolución Industrial (aproximadamente 1760) la concentración de CO₂ ha aumentado en un 43% (para el 2013) (Cambio climático global 1997-2017).

2.7.3 Metano

Un gas hidrocarburo que tiene origen natural y resultado de actividades humanas, que incluyen la descomposición de rellenos sanitarios, la agricultura (en especial el cultivo de arroz), la digestión de rumiantes y el manejo de desechos de ganado y animales de producción. Es un gas más activo que el dióxido de carbono, aunque menos abundante (Cambio climático global 1997-2017).

2.7.4 Óxido nitroso

Gas invernadero muy poderoso que se produce principalmente a través del uso de fertilizantes comerciales y orgánicos, la quema de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico y la quema de biomasa (Cambio climático global 1997-2017).

2.7.5 Clorofluorocarbonos (CFC)

Son compuestos sintéticos de origen industrial que fueron utilizados en varias aplicaciones, ahora ampliamente regulados en su producción y liberación a la atmósfera para evitar la destrucción de la capa de ozono (Cambio climático global 1997-2017).

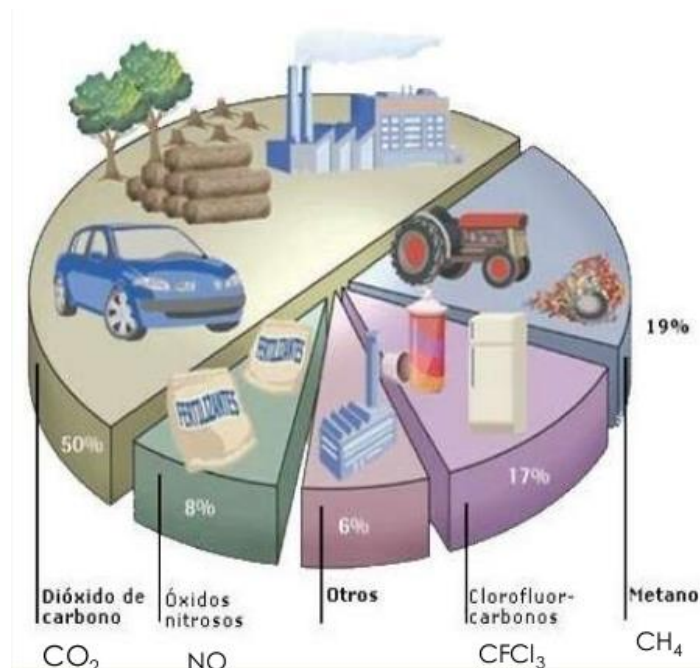


Figura 8. Gases de efecto invernadero.

Fuente: Tunke et al. 2015.

2.8 Variabilidad climática

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), define la variabilidad climática como “variaciones en el medio u otras estadísticas del clima (tales como la desviación estándar, estadísticas de los extremos, etc.) con referencia a toda escala temporal y territorial, más allá de eventos individuales del tiempo. La variabilidad puede relacionarse con eventos internos naturales del sistema clima (variabilidad interna) o variaciones en factores naturales o antropogénicos externas (variabilidad externa)”.

También puede definirse como las variaciones en las condiciones climáticas medias, que pueden suceder en cualquier momento y en cualquier parte del planeta (IARNA y URL, 2015).

2.9 Fenómenos climáticos extremos

El calentamiento global del planeta ocasiona, no sólo un aumento de la temperatura sino una mayor frecuencia de fenómenos climáticos extremos destacando entre ellos una mayor frecuencia e intensidad de las lluvias, tormentas e inundaciones en ciertas regiones, sequías más severas y duraderas en otras zonas y una agudización general de los trastornos climáticos relacionados con el fenómeno El Niño (Vásquez, 2004).

2.9.1 Inundaciones

Vásquez (2004), indica que una de las situaciones climáticas más temidas por el hombre son las inundaciones; el cambio climático genera una mayor incidencia de tormentas intensas, precipitaciones torrenciales e inundaciones a nivel regional o local.

Las inundaciones también pueden definirse como un aumento anormal en el nivel de las aguas en el cauce de un río, causando desbordamientos que se extienden sobre las áreas adyacentes; clasificándose en dos tipos: inundación por crecidas repentinas provocadas por lluvias intensas o inundación por lluvias menos intensas pero continuas y de larga duración (Lavell, 2003).

2.9.2 Sequías

Un aumento en la incidencia y duración de las sequías produce importantes consecuencias en la salud humana, pérdida de cosechas con problemas de malnutrición en países subdesarrollados, aumento de la incidencia de trastornos respiratorios de diversa índole, problemas derivados de la sequedad ocular, cuadros de deshidratación, contaminación de las aguas para el consumo humano e incluso desarrollo de brotes infecciosos. La intensificación de las sequías conduce a un mayor número de incendios forestales. Por un lado, el calentamiento global unido a una mayor frecuencia e intensidad de las sequías favorece la aparición de incendios. Por otra parte, la combustión de los bosques produce una enorme cantidad de CO₂ (Vásquez, 2004).

2.10 Vulnerabilidad

Se refiere a un estado de fragilidad y, en este caso se relaciona con los elementos o sistemas que son sensibles al clima, por ejemplo: la producción de alimentos, la infraestructura, la salud, los recursos hídricos, los sistemas costeros y los ecosistemas en general (IARNA y URL, 2015).

Algunos de los factores que aumentan la vulnerabilidad frente a los eventos del clima son, rasgos geográficos de la localidad, condiciones socioeconómicas, y la dependencia de los ecosistemas y suelos para la producción de alimentos (IARNA y URL, 2015).

Aunque la vulnerabilidad de un lugar sea muy alta, es posible reducir el riesgo de ocurrencia de fenómenos desastrosos si se hace un adecuado manejo del paisaje y si la comunidad tiene un plan que le ayude a enfrentar situaciones de riesgo (IARNA y URL, 2015).

2.11 Adaptación

Según IARNA-URL (2015), es un ajuste natural o de sistemas humanos que sucede como respuesta ante los efectos del cambio climático; se logra concordando los sistemas humanos y naturales a estímulos climáticos proyectados o reales, para reducir los daños y aprovechar los beneficios (figura 9).

En el tercer informe de evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), aprobado en el 2001, se reconoce que la adaptación es una estrategia necesaria a todas las escalas para complementar los esfuerzos de mitigación del problema.

Así mismo se describe que el desafío de la adaptación será mayor para los países en desarrollo, ya que dependen en gran medida de actividades como la agricultura, de lo cual está altamente vulnerable a los efectos del cambio climático principalmente sequías, inundaciones, plagas y enfermedades (IPCC, 2001).



Figura 9. Ejemplos de adaptación al cambio climático.

Fuente: IARNA y URL (2015).

2.12 Buenas prácticas agrícolas (BPA)

Se refiere al conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas que se aplican a las diversas etapas de la producción agrícola para garantizar alimentos sanos e inocuos; de acuerdo con las normas internacionales, las buenas prácticas agrícolas se orientan, sobre todo, al control de los peligros microbianos, químicos y físicos que podrían surgir en cualquier etapa de la producción primaria (Díaz, 2008).

Desde este enfoque, las buenas prácticas agrícolas comprenden, además de los principios de inocuidad alimentaria, otros como la protección ambiental, la salud, la seguridad y el bienestar de los trabajadores agrícolas, así como el bienestar de los animales (Díaz, 2008).

2.13 Prácticas de adaptación al cambio climático

Según IICA y PMA (2014), la región Oriente de Guatemala está susceptible a distintas amenazas, las pendientes y suelos con laderas están expuestas a la erosión, mientras que en las zonas bajas se presenta anegación de las tierras, a ello se le suma la irregularidad de las lluvias ya sea que provoquen sequías o inundaciones.

Como medidas de adaptación al cambio climático para la región Oriente del país se recomienda realizar algunas prácticas de prevención (IICA y PMA, 2014):

2.13.1 Medidas de prevención en áreas con riesgo a inundaciones

- Si va arrendar el terreno, investigar las áreas de inundaciones de años anteriores
- Abrir canales de drenaje
- Sembrar de manera escalonada
- No deforestar las riberas de los ríos
- Monitorear el clima
- Cosechar los cultivos que ya estén en su punto
- Secar el grano antes de almacenarlo, no se debe guardar el grano húmedo
- Labranza mínima o cero
- Utilizar prácticas de conservación de suelos
- Investigar historial de siembra del terreno

2.13.2 Medidas de prevención en zona de cultivo de ladera

- Manejo integral de conservación de las montañas
- No quemar ni talar árboles
- Utilizar cobertura vegetal
- Sembrar de manera escalonada
- Implementar, dar mantenimiento y monitoreo a las obras de conservación de suelos
- Plantar árboles alrededor del cultivo
- Reforestar las partes altas y medias de las montañas

2.13.3 Medidas de prevención en zona de cultivo expuesta a sequías

- Utilizar variedades tolerantes a la sequía
- Implementar sistemas agroforestales
- Incorporación de abonos orgánicos
- Sembrar de manera escalonada
- Labranza mínima, cero quema y manejo de rastrojo
- Reserva y almacenamiento de semilla
- Construir estructuras para almacenar agua

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Determinación del área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Quezaltepeque (figura 10), que pertenece al departamento de Chiquimula; dicho municipio está conformado por una villa, 25 aldeas y 88 caseríos; limita al norte con los municipios de San Jacinto y San Juan Ermita, al este con los municipios de Olopa y Esquipulas, al sur con el municipio de Concepción Las Minas y al oeste con el municipio de Ipala (PDM, 2010).

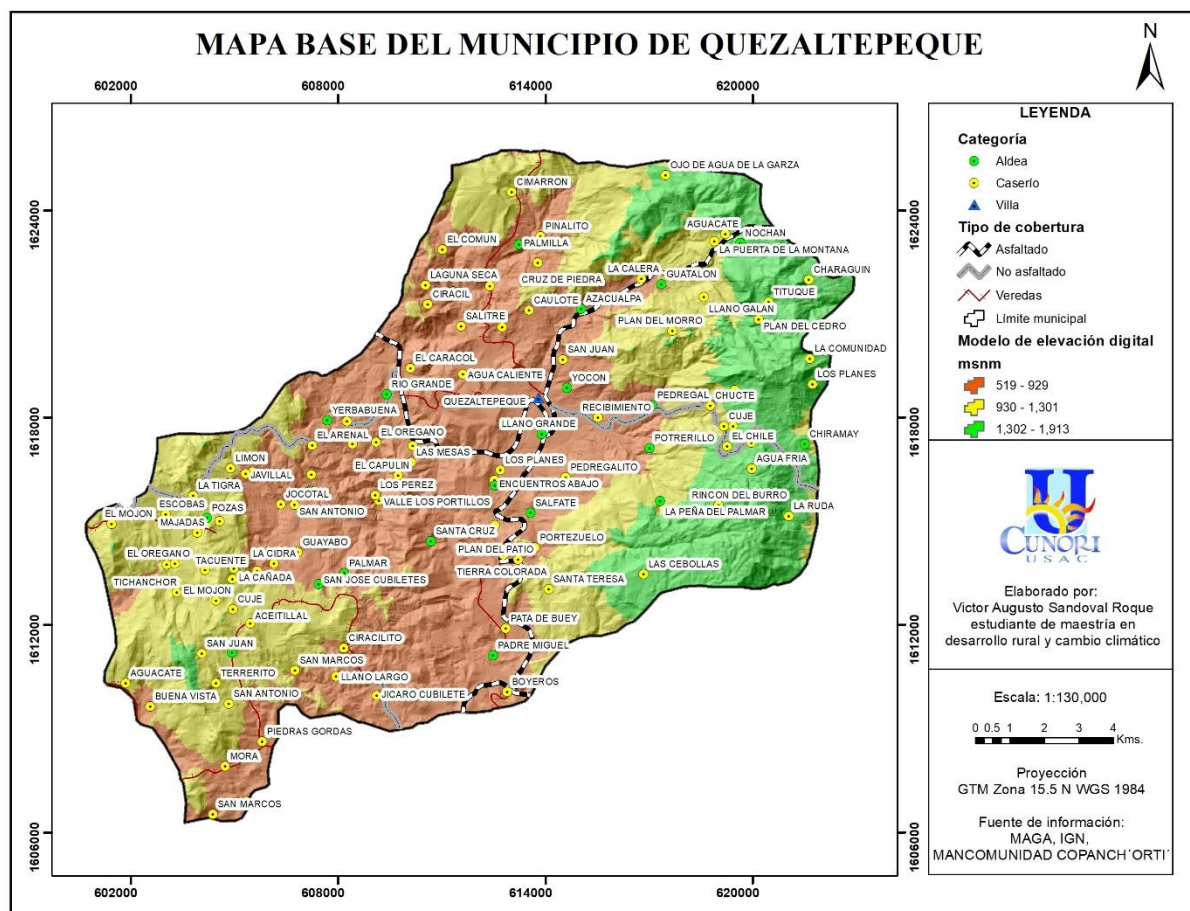


Figura 10. Mapa base del municipio de Quezaltepeque.

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Método de valoración

Según Hernández *et al.* (2014), el enfoque cuantitativo de la investigación representa, un conjunto de procesos, entre los cuales se incluyen la medición de variables en un determinado contexto y el análisis de mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos para extraer una serie de conclusiones.

Para el desarrollo de la investigación se realizaron encuestas dirigidas a los productores de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) lo cual permitió determinar la vulnerabilidad que provocó la pérdida de cultivos, principales medios de vida, relación acerca del tipo de práctica utilizada según las características del entrevistado y las alternativas de adaptación al cambio climático en el territorio.

3.3 Identificación de productores para el muestreo

A través de un muestreo aleatorio haciendo uso de la herramienta ArcMap del software ArcGIS y utilizando la base de datos tanto del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) como de la municipalidad de Quezaltepeque, se ubicaron a los productores de granos básicos de maíz y frijol en el área de estudio.

3.4 Tamaño de la muestra

La muestra se definió con base a los productores de granos básicos de maíz y frijol del municipio de Quezaltepeque, el cual es de 5,358 según estimaciones del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) Dirección de Coordinación Regional y Extensión Rural –DICORER- para el año 2016, haciendo uso de la siguiente ecuación de muestreo aleatorio irrestricto:

$$n = \frac{Z^2 \left(1 - \frac{\infty}{2}\right) PQ + d^2}{d^2 + \frac{Z^2 \left(1 - \frac{\infty}{2}\right) PQ}{N}}$$

En donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población (5,358)

∞ = 0.05

Z = 1.96

P = Probabilidad de éxito (0.5)

Q = Probabilidad de fracaso (0.5)

d= Precisión de los estándares (0.10)

Aplicando:

$$n = \frac{(1.96)^2 \left(1 - \frac{0.05}{2}\right) (0.5)(0.5) + (0.10)^2}{(0.10)^2 + \frac{(1.96)^2 \left(1 - \frac{0.05}{2}\right) (0.5)(0.5)}{5,358}}$$

$$n = \frac{0.9738456}{(0.10)^2 + \frac{0.93639}{5,358}}$$

$$n = \frac{0.9738456}{0.01 + 0.0001747648376}$$

$$n = \frac{0.9738456}{0.010174764}$$

$$n = 96$$

3.5 Variables a estudiar

Para realizar la encuesta se tomaron en cuenta las siguientes variables:

3.5.1 Características de los entrevistados

- Género
- Edad
- Nivel de escolaridad
- Número de integrantes por familia

3.5.2 Prácticas de adaptación al cambio climático implementadas

- Tipo de práctica
- Frecuencia de implementación de la práctica
- Funcionalidad de la práctica

3.5.3 Tablas de contingencia

- Tipo de práctica según género
- Tipo de práctica según edad
- Tipo de práctica según nivel de escolaridad

3.6 Formulación de la boleta

Se diseñó la boleta con tres bloques: en el primero, se incluyen preguntas orientadas a conocer las prácticas de adaptación al cambio climático implementadas por los productores de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el municipio Quezaltepeque; en el segundo, se explicó sobre las condiciones ambientales en las cuales los productores están directamente relacionados y la importancia de la adaptación en el territorio; en el último bloque se obtuvo información sobre las características del entrevistado (anexo 1).

Previo a realizar las encuestas, se analizó una prueba de llenado con 10 boletas para verificar que el contenido era adecuado y permitiera recabar la información necesaria para cumplir los objetivos de la investigación.

3.7 Análisis de la información

El análisis de la información obtenida en las encuestas se realizó con pruebas de Chi Cuadrado en conjunto con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System), así mismo se utilizó los programas de Word y Excel, para la realización de gráficos, cuadros y descripción más detallada de los resultados; las pruebas de Chi Cuadrado se realizaron para determinar si existe diferencia significativa entre las múltiples respuestas de una variable y las tablas de contingencia para relacionar el tipo de práctica implementada según características del entrevistado.

3.8 Hipótesis

H₁: Las características del productor como lo son género, edad y nivel de escolaridad influyen en el tipo de práctica de adaptación al cambio climático implementada en las zonas productoras de granos básicos del municipio de Quezaltepeque.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

La determinación de prácticas de adaptación al cambio climático en las zonas productoras de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*); se realizó con una muestra de 96 productores, distribuidos en las 25 aldeas y el casco urbano que conforman el municipio de Quezaltepeque.

Las variables estudiadas están relacionadas con las características del productor; producción de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*); medios de vida del productor; prácticas de adaptación al cambio climático; y el análisis de tablas de contingencia para determinar la relación entre variables.

4.1 Variables relacionadas con las características del productor

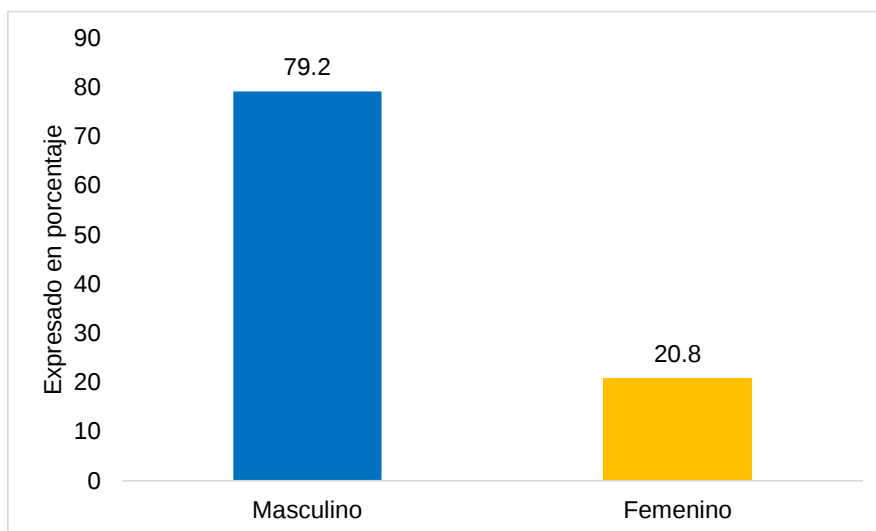
El cuadro 3, muestra los resultados del análisis estadístico de las variables relacionadas con las características del productor como: género, edad, estudios realizados, y número de integrantes por familia, determinándose que existe diferencia significativa $P \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Chi-Cuadrado.

Cuadro 3. Prueba de Chi-Cuadrado para las variables relacionadas con las características del productor en el municipio de Quezaltepeque.

Variables	Opciones	Frecuencia	Porcentaje	Prueba de Chi-Cuadrado
Género del entrevistado	Masculino	76	79.2	$Pr > x^2 < 0.0001$
	Femenino	20	20.8	
Rango de edad	< 17 años	1	1.0	$Pr > x^2 < 0.0001$
	18 - 19 años	6	6.3	
	20 - 29 años	5	5.2	
	30 - 39 años	15	15.6	
	40 - 49 años	19	19.8	
	50 - 59 años	12	12.5	
	60 - 69 años	22	22.9	
	> 70 años	16	16.7	
Estudios realizados	Ninguno	49	51.0	$Pr > x^2 < 0.0001$
	Primaria	34	35.4	
	Básico	6	6.3	
	Diversificado	6	6.3	
	Universitario	1	1.0	
Número de integrantes por familia	1 - 2 personas	12	12.5	$Pr > x^2 < 0.0001$
	3 - 4 personas	45	46.9	
	5 - 6 personas	25	26.0	
	7 - 8 personas	11	11.5	
	9 - 10 personas	3	3.1	

Fuente: Elaboración propia.

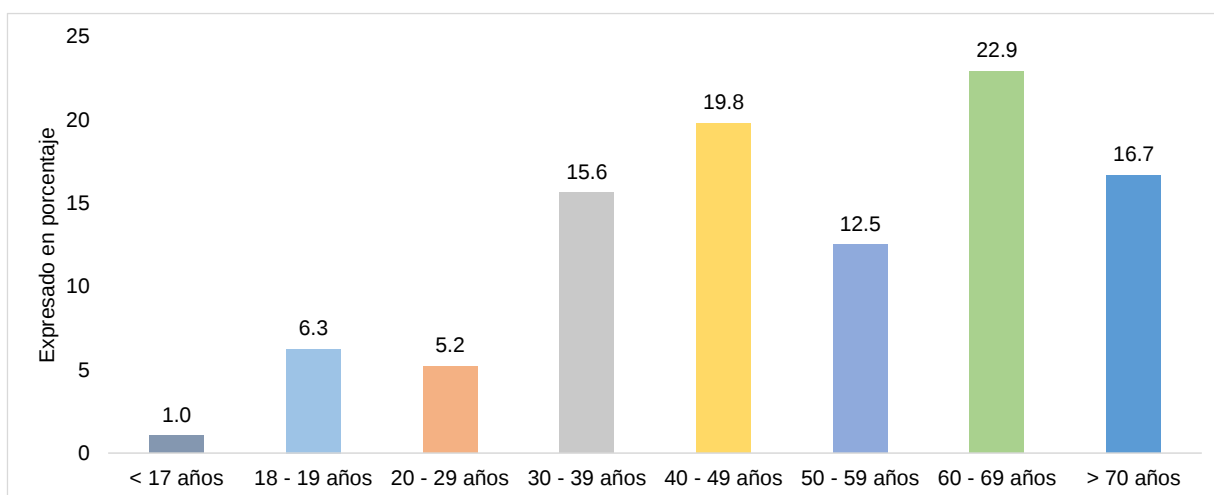
La gráfica 1, muestra que el 79.2 % de los productores de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) son hombres y el 20.8 % mujeres, es importante mencionar que de acuerdo a las entrevistas realizadas, las mujeres participan con mayor frecuencia en actividades del hogar.



Gráfica 1. Género del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque.

Fuente: Elaboración propia.

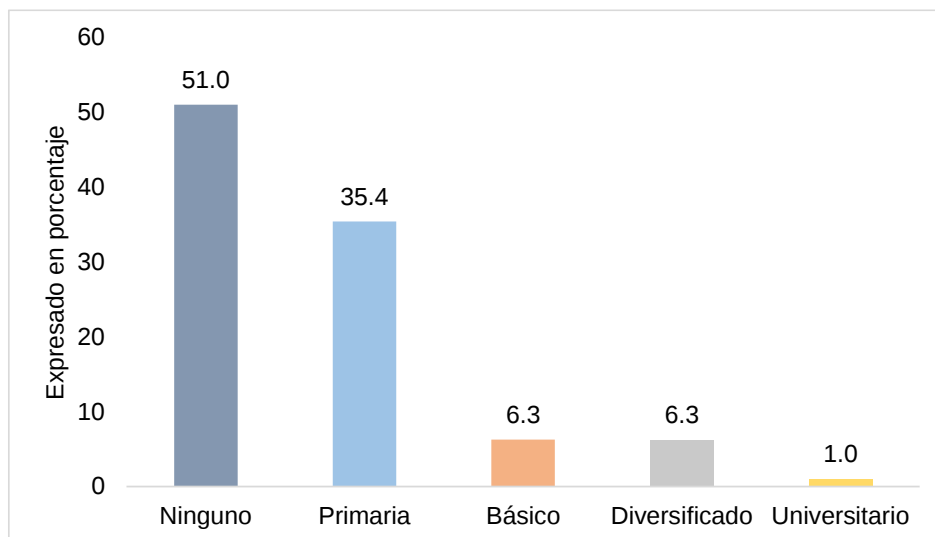
La gráfica 2, muestra que el 22.9 % de los productores de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) tienen edades de 60 - 69 años, el 19.8 % está comprendido en edades de 40 - 49 años, y el 16.7 % de los productores son mayores de 70 años, lo que indica que la mayoría de los productores son de avanzada edad.



Gráfica 2. Rango de edad del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque.

Fuente: Elaboración propia.

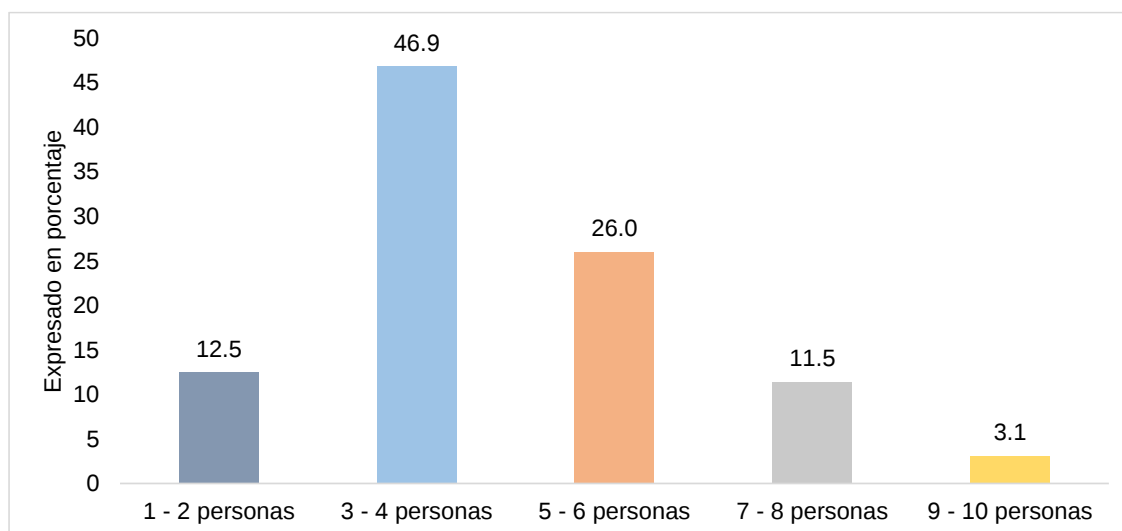
La gráfica 3, muestra que el 51 % de los productores de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) no poseen ningún nivel de escolaridad y el 35.4 % cursó únicamente estudios a nivel primario.



Gráfica 3. Nivel de escolaridad del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque.

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 4, muestra que el 46.9 % de las familias están conformadas por 3 a 4 personas; y únicamente el 3.1 % de las familias están conformadas por 9 a 10 personas.



Gráfica 4. Número de integrantes por familia del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque.

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Variables relacionadas con la producción de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el municipio Quezaltepeque.

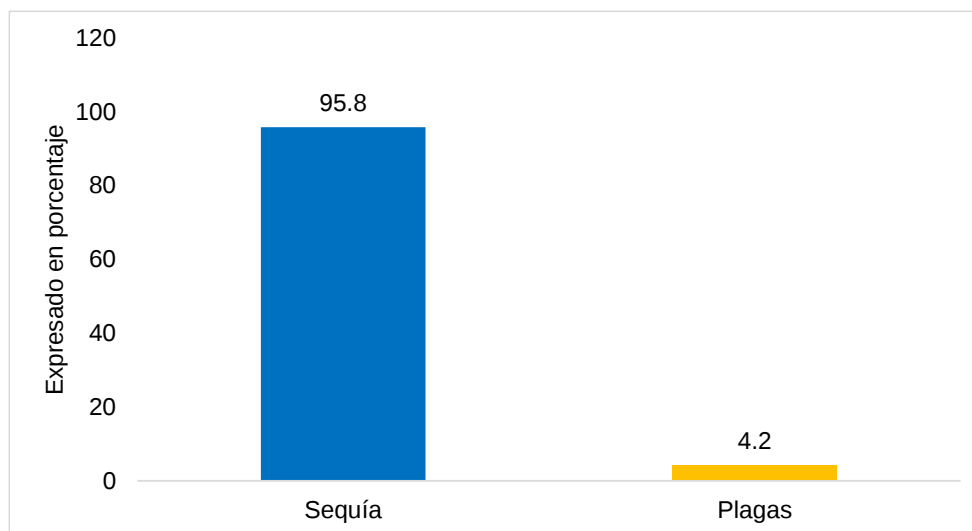
El cuadro 4, muestra los resultados del análisis estadístico para las variables relacionadas con la producción de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), determinando que existe diferencia significativa $P \leq 0.05$ para las variables: amenaza que provocó pérdida de cultivos; período en años que se presentó pérdida de cultivos; período en años que existió variación en el comportamiento de las lluvias; período en años que existió variación en el comportamiento de la temperatura; y únicamente la variable utilización de sistemas para riego en la producción de granos básicos no presentó diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Chi-Cuadrado, tomando en cuenta que el 100 % de los productores se orientaron a una opción.

Cuadro 4. Prueba de Chi-Cuadrado para las variables relacionadas con la producción de maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el municipio Quezaltepeque.

Variables	Opciones	Frecuencia	Porcentaje	Prueba de Chi-Cuadrado
Amenaza que provocó pérdida de cultivos	Sequía	92	95.8	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
	Lluvias extremas	0	0.0	
	Huracanes	0	0.0	
	Inundación	0	0.0	
	Heladas	0	0.0	
	Plagas	4	4.2	
Período en años que se presentó pérdida de cultivos	2010 - 2016	0	0.0	$Pr > \chi^2 0.0001$
	2011 - 2016	0	0.0	
	2012 - 2016	0	0.0	
	2013 - 2016	29	30.2	
	2014 - 2016	67	69.8	
	2015 - 2016	0	0.0	
Período en años que existió variación en el comportamiento de las lluvias	2010 - 2016	0	0.0	$Pr > \chi^2 0.0002$
	2011 - 2016	0	0.0	
	2012 - 2016	0	0.0	
	2013 - 2016	30	31.3	
	2014 - 2016	66	68.8	
	2015 - 2016	0	0.0	
Utilización de sistemas de riego para la producción de granos básicos	Si	0	0.0	NS
	No	96	100.0	
Período en años que existió variación en el comportamiento de la temperatura	2010 - 2016	0	0.0	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
	2011 - 2016	0	0.0	
	2012 - 2016	0	0.0	
	2013 - 2016	24	25.0	
	2014 - 2016	70	72.9	
	2015 - 2016	2	2.1	

Fuente: Elaboración propia.

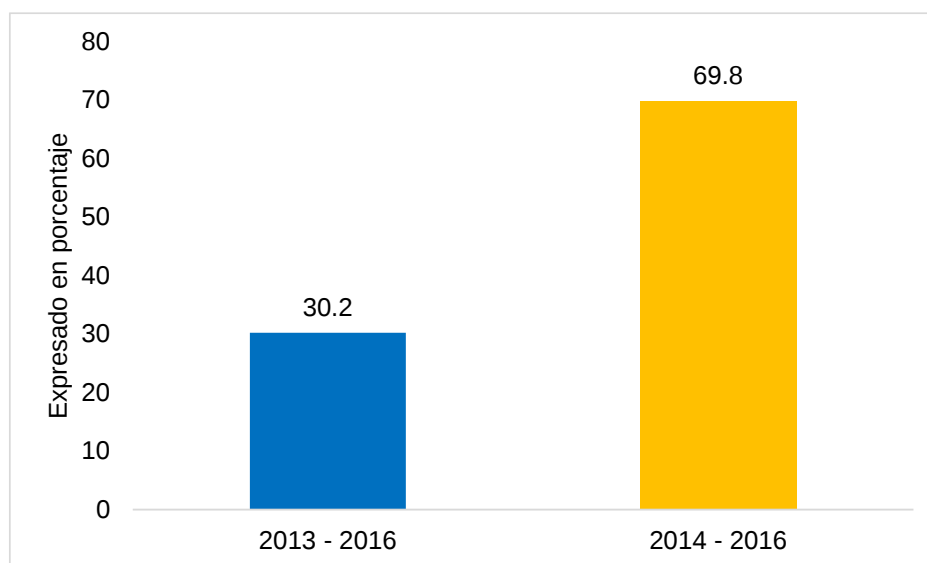
La gráfica 5, muestra que el 95.8 % de los productores indicaron los períodos frecuentes de sequía como la principal amenaza que provocó pérdidas en la producción, y el 4.2 % de los productores indicaron que la pérdida se debe a la presencia de plagas.



Gráfica 5. Amenaza que provocó pérdida de cultivos en los últimos años (2010 – 2016) en el municipio de Quezaltepeque 2017.

Fuente: Elaboración propia.

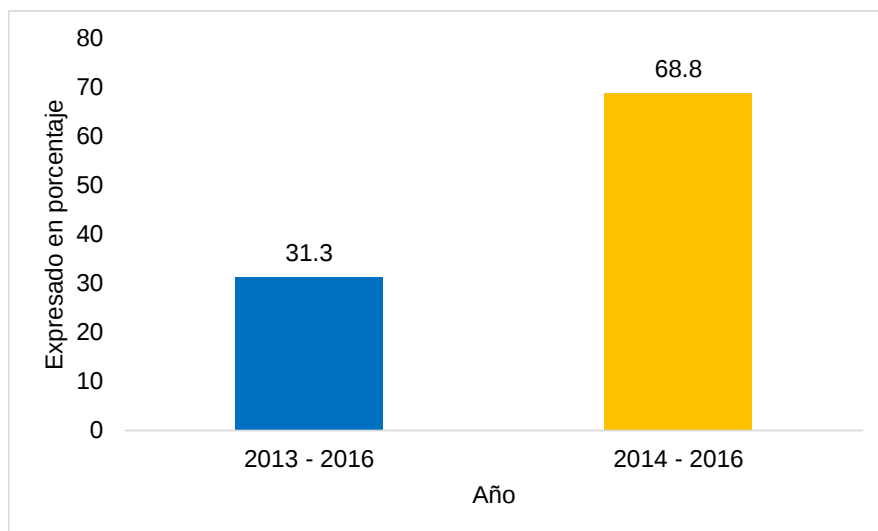
La gráfica 6, muestra que el 69.8 % de los productores indicaron que la pérdida de cultivos se presentó durante un período de 3 años (2014 - 2016); mientras que el 30.2 % de los productores indicaron un período de 4 años (2013 - 2016) de forma consecutiva.



Gráfica 6. Años en los cuales existió pérdida de cultivos en el municipio de Quezaltepeque.

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 7, muestra que el 68.8 % de los productores indicaron variación en el comportamiento de las lluvias en un período de 3 años (2014 - 2016); y el 31.3 % de los productores indicaron un período de 4 años (2013 - 2016).

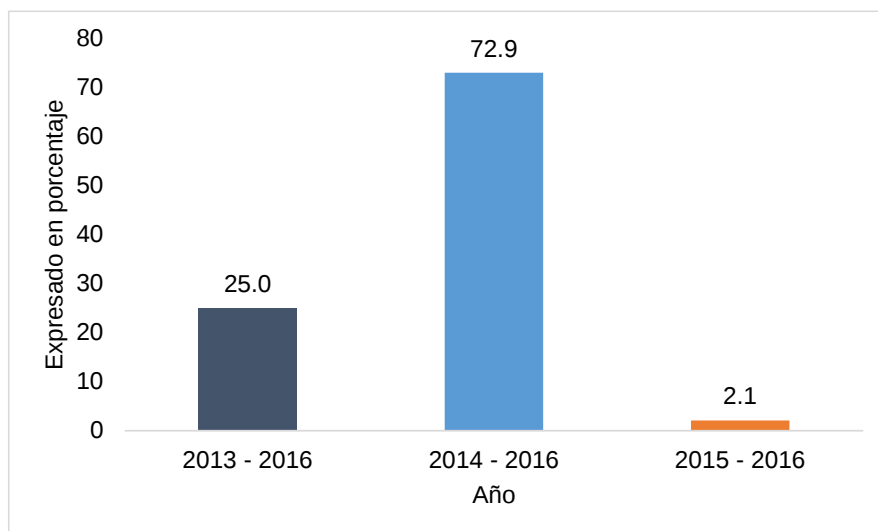


Gráfica 7. Percepción del productor sobre el comportamiento de las lluvias en el municipio de Quezaltepeque.

Fuente: Elaboración propia.

Es importante indicar que el 100 % de los productores no cuentan con sistemas de riego en las áreas de producción de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el municipio de Quezaltepeque, por lo tanto la producción se rige por la época lluviosa.

La gráfica 8, muestra que el 72.9 % de los productores indicaron que percibieron un incremento en la temperatura a partir del año 2014; el 25 % de los productores percibieron un incremento de la temperatura a partir del año 2013; y el 2.1 % indicó que percibió un incremento de la temperatura a partir del año 2015.



Gráfica 8. Percepción del productor sobre el comportamiento de la temperatura en el municipio de Quezaltepeque.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Variables relacionadas con los medios de vida

El cuadro 5, muestra la simbología utilizada para describir los medios de vida del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque.

Cuadro 5. Simbología utilizada para describir los medios de vida del entrevistado

Medios de vida	
Simbología	Descripción
MF	Producción de granos básicos
MFCA	Producción de granos básicos y café
MFJor	Producción de granos básicos y jornales
MFPA	Producción de granos básicos y aves
MFPACA	Producción de granos básicos, aves y café
MFPAJor	Producción de granos básicos, aves y jornales
MFPAPG	Producción de granos básicos, aves y ganado
MFPAPez	Producción de granos básicos, aves y peces
MFPAPGPC	Producción de granos básicos, aves, ganado y cerdos

Fuente: Elaboración propia.

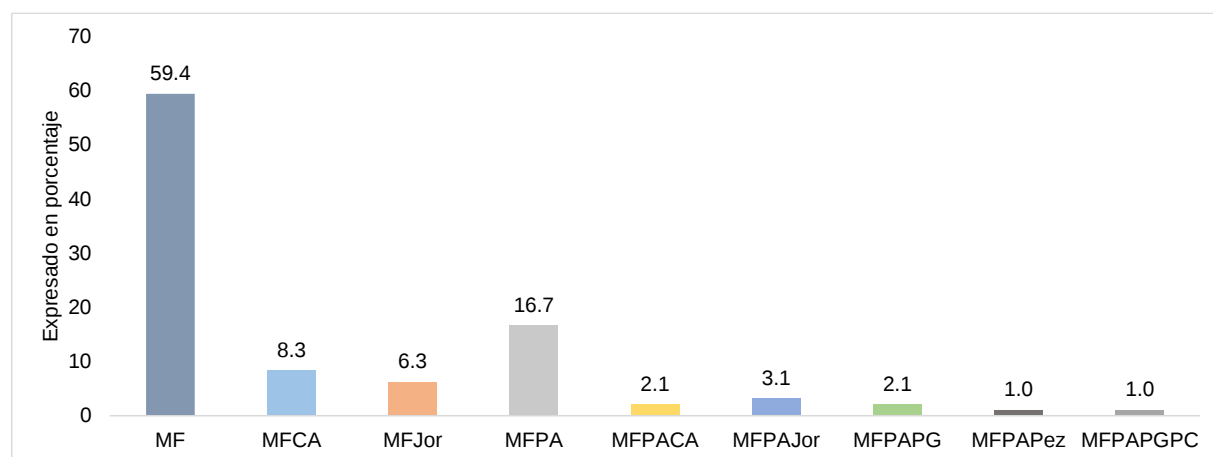
El cuadro 6, muestra los resultados del análisis estadístico de la variable relacionada con los medios de vida del productor en el municipio de Quezaltepeque, determinando que existe diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Chi-Cuadrado.

Cuadro 6. Prueba de Chi-Cuadrado para la variable relacionada con los medios de vida del productor en el municipio Quezaltepeque.

Variable	Opciones	Frecuencia	Porcentaje	Prueba de Chi-Cuadrado
Fuentes de ingreso en su familia	MF	57	59.4	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
	MFCA	8	8.3	
	MFJor	6	6.3	
	MFPA	16	16.7	
	MFPACA	2	2.1	
	MFPAJor	3	3.1	
	MFPAPG	2	2.1	
	MFPAPez	1	1.0	
	MFPAPGPC	1	1.0	

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 9, muestra que el 59.4 % de los productores su principal fuente de ingreso es la producción de granos básicos; 16.7 % su principal fuente de ingreso es la producción de granos básicos y la producción de aves; 8.3 % su principal fuente de ingreso es la producción de granos básicos y producción de café; 6.3 % su principal fuente de ingreso es la producción de granos básicos y venta de mano de obra; 3.1 % su principal fuente de ingreso es la producción de granos básicos, producción de aves y venta de mano de obra; 2.1 % su principal fuente de ingreso es la producción de granos básicos, producción de aves, producción de café y producción de ganado; 1 % su principal fuente de ingreso es la producción de granos básicos, producción de aves, producción de peces, producción de ganado y producción de cerdos.



Gráfica 9. Medios de vida del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque.

Fuente: Elaboración propia.

Es importante indicar que la producción de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) es la principal fuente de ingresos para los productores en el municipio de Quezaltepeque.

4.4 Variables relacionadas con las prácticas de adaptación al cambio climático

El cuadro 7, muestra la simbología utilizada para identificar y evaluar las prácticas de adaptación al cambio climático implementadas por los productores de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el municipio de Quezaltepeque.

Cuadro 7. Simbología utilizada para identificar y evaluar las prácticas de adaptación al cambio climático implementadas por los productores de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el municipio de Quezaltepeque.

Prácticas de adaptación al cambio climático			
Simbología	Descripción	Simbología	Descripción
1	Fechas de siembra	A	Información climática
2	Cultivos resistentes	B	Sistemas agroforestales
3	Barreras vivas	C	Sistemas silvopastoriles
4	Barreras muertas	D	Manejo de rastrojo
5	Acequias	E	Abono orgánico
6	Diversificación de cultivos	F	Incentivos forestales
7	Uso de semillas criollas	G	Captación de agua de lluvia
8	Bosques energéticos	H	Estufas ahorradoras de leña
9	Reforestación	I	Otra

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 8, muestra los resultados de la variable relacionada con las prácticas de adaptación al cambio climático utilizada por los productores de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el municipio de Quezaltepeque.

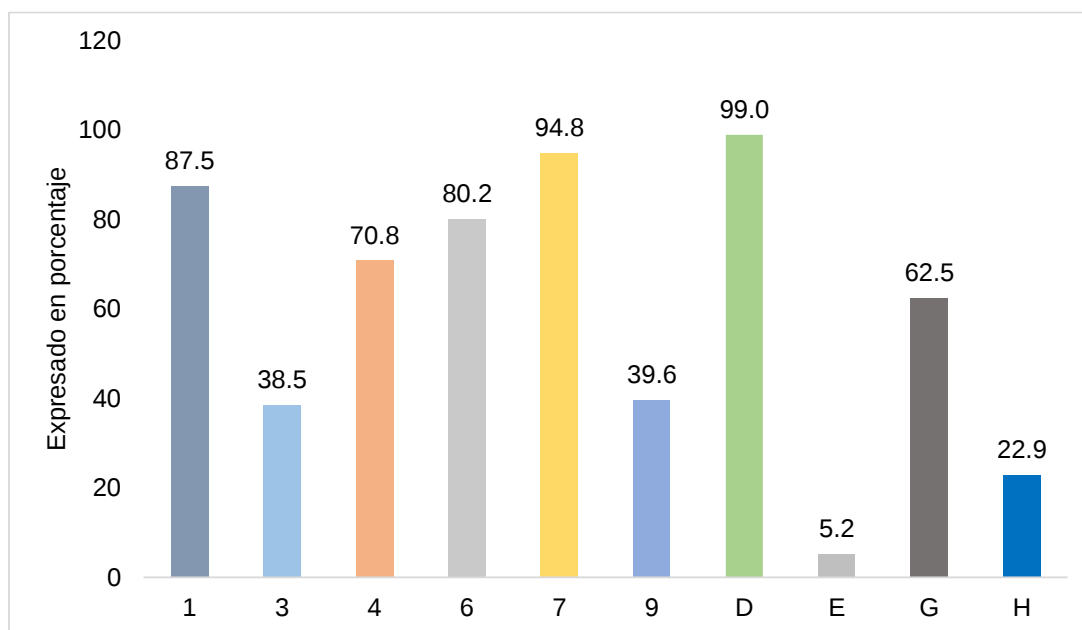
Dichas prácticas están relacionadas con el manejo de rastrojo; uso de semillas criollas; modificación en la fecha de siembra; diversificación de cultivos; barreras muertas; captación de agua de lluvia; reforestaciones; barreras vivas; estufas ahorradoras de leña; y elaboración de abono orgánico.

Cuadro 8. Utilización de prácticas de adaptación al cambio climático por los productores de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en el municipio de Quezaltepeque.

Simbología	Descripción	Frecuencia	Porcentaje en relación al total de productores
1	Fechas de siembra	84	87.5
3	Barreras vivas	37	38.5
4	Barreras muertas	68	70.8
6	Diversificación de cultivos	77	80.2
7	Uso de semillas criollas	91	94.8
9	Reforestación	38	39.6
D	Manejo de rastrojo	95	99.0
E	Abono orgánico	5	5.2
G	Captación de agua de lluvia	60	62.5
H	Estufas ahorradoras de leña	22	22.9

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 10, muestra el resultado de la variable tipo de práctica de adaptación al cambio climático utilizada, donde el 99 % de los entrevistados indicaron que manejan el rastrojo para evitar la erosión del suelo, fuente de materia orgánica, y alimentación de ganado; 94.8 % utilizan semillas criollas de acuerdo a las características del territorio; 87.5 % modificaron la fecha de siembra principalmente en los meses de abril, mayo y junio; 80.2 % utiliza la diversificación de cultivos como lo son café, anona, jocote, banano, yuca, mango, naranja, berenjena, chipilín, hierva mora, maicillo, limón, ayote y camote; 70.8 % utilizan barreras muertas principalmente construidas de piedra; 62.5 % almacenan agua de lluvia para uso domiciliario y agropecuario en tanques, charcas, barriles, pilas y rotoplas; 39.6 % realizan reforestaciones con especies de cacahuanance, cedro, ciprés, guachipilín, pino, aripín caulote y matiliguat; 38.5 % utilizan barreras vivas con izote, piñuela, cacahuanance y jote; 22.9 % utilizan estufas ahorradoras de leña; y el 5.2 % indicó que elabora abono orgánico a partir de residuos sólidos.



Gráfica 10. Prácticas de adaptación al cambio climático utilizadas en el municipio de Quezaltepeque.

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 9, muestra los resultados del análisis estadístico de la variable frecuencia con que utiliza las prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque, el cual refleja un valor no significativo de acuerdo a la prueba de Chi-Cuadrado tomando en cuenta que el 100 % de los productores se orientaron a una opción.

Cuadro 9. Prueba de Chi-Cuadrado para la variable relacionada con la frecuencia con que se utilizan las prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque.

Variable	Opciones	Frecuencia	Porcentaje	Prueba de Chi-Cuadrado
Frecuencia con que utiliza las prácticas de adaptación al cambio climático	Anual	96	100	NS
	Cada 2 años	0	0	
	Cada 3 años	0	0	
	Cada 4 años	0	0	
	Cada 5 años	0	0	
	> 5 años	0	0	

Fuente: Elaboración propia.

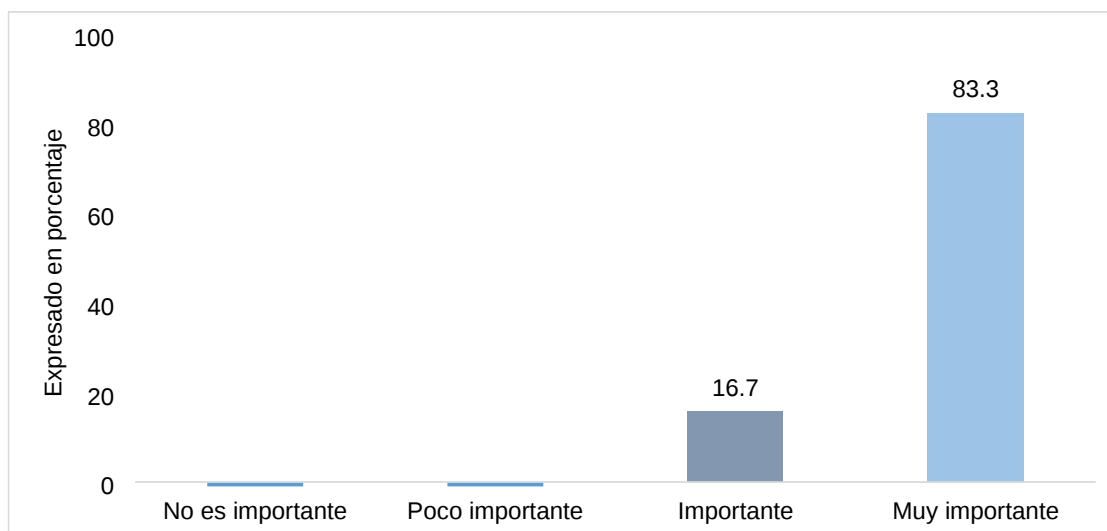
El cuadro 10, muestra los resultados del análisis estadístico de la variable funcionalidad de las prácticas de adaptación al cambio climático, determinando que existe diferencia significativa $P \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Chi-Cuadrado.

Cuadro 10. Prueba de Chi-Cuadrado para la variable relacionada con la funcionalidad de las prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque.

Variable	Opciones	Frecuencia	Porcentaje	Prueba de Chi-Cuadrado
Funcionalidad de las prácticas de adaptación al cambio climático	No es importante	0	0.0	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
	Poco importante	0	0.0	
	Importante	16	16.7	
	Muy importante	80	83.3	

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 11, muestra que el 83.3 % de los productores indicaron que las prácticas de adaptación al cambio climático tienen una funcionalidad muy importante y el 16.7 % indicaron que tienen una funcionalidad importante.



Gráfica 11. Funcionalidad de las prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque.

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 11, presenta la simbología utilizada para describir las limitantes que impiden implementar prácticas de adaptación al cambio climático.

Cuadro 11. Simbología utilizada para describir las limitantes que impiden implementar prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque.

Limitantes	
Simbología	Descripción
DTyPcono	Disponibilidad de tiempo y poco conocimiento
Pconoci	Poco conocimiento
PconoyTA	Poco conocimiento y terrenos arrendados
REyPcono	Recurso económico y poco conocimiento
RecursoE	Recurso económico
TA	Terrenos arrendados

Fuente: Elaboración propia.

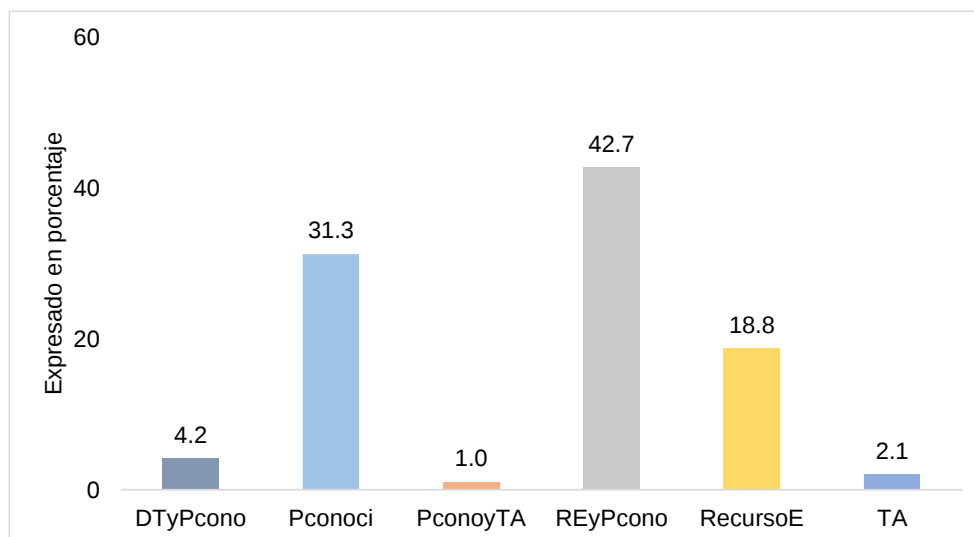
El cuadro 12, muestra los resultados del análisis estadístico de la variable limitantes que impiden implementar prácticas de adaptación al cambio climático, determinando que existe diferencia significativa $P \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Chi-Cuadrado.

Cuadro 12. Prueba de Chi-Cuadrado para la variable relacionada con las limitantes que impiden implementar prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque.

Variable	Opciones	Frecuencia	Porcentaje	Prueba de Chi-Cuadrado
Limitantes que impiden implementar una práctica de adaptación al cambio climático	DTyPcono	4	4.2	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
	Pconoci	30	31.3	
	PconoyTA	1	1.0	
	REyPcono	41	42.7	
	RecursoE	18	18.8	
	TA	2	2.1	

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 12, presenta que el 42.7 % de los entrevistados atribuyen al recurso económico y poco conocimiento la mayor limitante para implementar prácticas de adaptación al cambio climático; el 31.3 % lo atribuyen al poco conocimiento; el 18.8 % lo atribuyen directamente al recurso económico; el 4.2 % lo atribuyen a la disponibilidad de tiempo en conjunto con el poco conocimiento; el 2.1 % lo atribuyen al arrendamiento de terrenos y el 1 % lo atribuyen al poco conocimiento y arrendamiento de terrenos.



Gráfica 12. Limitantes que impiden implementar prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque.

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 13, presenta los resultados del análisis estadístico de la variable disposición para promover prácticas de adaptación al cambio climático, el cual refleja un valor no significativo de acuerdo a la prueba de Chi-Cuadrado tomando en cuenta que el 100 % de los productores se orientaron a una opción.

Cuadro 13. Prueba de Chi-Cuadrado para la variable relacionada con la disposición a promover prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque.

Variable	Opciones	Frecuencia	Porcentaje	Prueba de Chi-Cuadrado
Disposición a promover prácticas de adaptación al cambio climático	Si	96	100	NS
	No	0	0	

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados, muestran que el 100 % de los productores están dispuestos a promover las prácticas de adaptación al cambio climático en sus comunidades, porque consideran que es importante transmitir el conocimiento.

El cuadro 14, presenta la simbología utilizada para describir las alternativas para implementar prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque.

Cuadro 14. Simbología utilizada para describir las alternativas para implementar prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque.

Alternativas	
Simbología	Descripción
AsiCapGi	Asistencia técnica, capacitaciones y giras
AsiCapPa	Asistencia técnica, capacitación y parcelas demostrativas
AsiTycap	Asistencia técnica y capacitaciones
AsiTyci	Asistencia técnica y giras
AsiT	Asistencia técnica
CapGiPa	Capacitaciones, giras y parcelas demostrativas
Capacita	Capacitaciones
CapayGi	Capacitaciones y giras
CapayPa	Capacitaciones y parcelas demostrativas

Fuente: Elaboración propia.

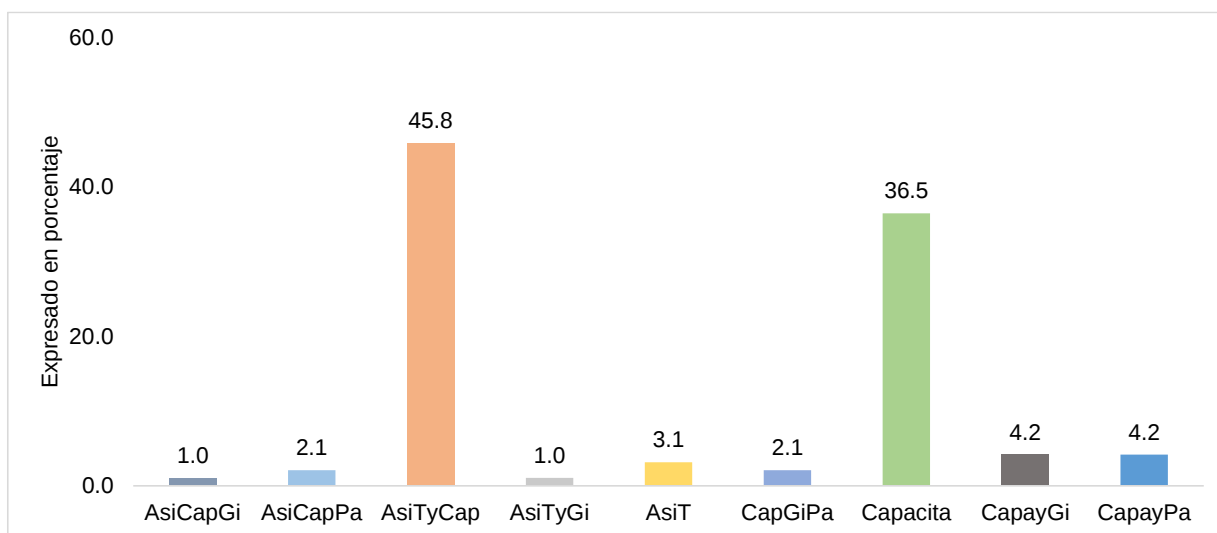
El cuadro 15, muestra los resultados del análisis estadístico de la variable alternativa para promover prácticas de adaptación al cambio climático, determinando que existe diferencia significativa $P \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Chi-Cuadrado.

Cuadro 15. Prueba de Chi-Cuadrado para la variable relacionada con las alternativas para promover prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque.

Variable	Opciones	Frecuencia	Porcentaje	Prueba de Chi-Cuadrado
Alternativa para promover prácticas de adaptación al cambio climático	AsiCapGi	1	1.0	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
	AsiCapPa	2	2.1	
	AsiTycap	44	45.8	
	AsiTyci	1	1.0	
	AsiT	3	3.1	
	CapGiPa	2	2.1	
	Capacita	35	36.5	
	CapayGi	4	4.2	
	CapayPa	4	4.2	

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 13, refleja que de acuerdo a la opinión de los productores la asistencia técnica en conjunto con capacitaciones constantes son las mejores alternativas para promover prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque.



Gráfica 13. Alternativa para promover prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque.

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Tablas de contingencia

Las tablas de contingencia permitieron analizar la relación de las variables relacionadas con las características del productor y las prácticas de adaptación al cambio climático implementadas en el municipio de Quezaltepeque.

Es importante tomar en cuenta que las prácticas de adaptación al cambio climático identificadas en la investigación son: **manejo de rastrojo; uso de semillas criollas; modificación en la fecha de siembra; diversificación de cultivos; barreras muertas; captación de agua de lluvia; reforestaciones; barreras vivas; estufas ahorradoras de leña; y elaboración de abono orgánico.**

El cuadro 16, muestra los resultados utilizando tabla de contingencia para las variables tipo de práctica implementada y género del entrevistado, en el cual se determinó que estadísticamente existe diferencia significativa $P \leq 0.05$ en cuanto a las prácticas: fechas de siembra; barreras vivas, barreras muertas, diversificación de cultivos, uso de semillas criollas, reforestación, manejo de rastrojo y captación de agua de lluvia; así mismo, estadísticamente no existe diferencia significativa $P > 0.05$ para las prácticas: elaboración de abono orgánico tomando en cuenta que solo es utilizada por el 5.2 % de los productores y estufas ahorradoras de leña porque es utilizada a nivel de hogar, de acuerdo a la prueba de Chi-Cuadrado.

Cuadro 16. Tabla de contingencia para las variables tipo de práctica relacionada con el género del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque.

Práctica	Descripción	Frecuencia		Prueba de Chi-Cuadrado
		Masculino	Femenino	
1	Fechas de siembra	66	18	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
3	Barreras vivas	29	8	$Pr > \chi^2 \quad 0.0006$
4	Barreras muertas	54	14	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
6	Diversificación de cultivos	60	17	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
7	Uso de semillas criollas	73	18	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
9	Reforestación	32	6	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
D	Manejo de rastrojo	76	19	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
E	Abono orgánico	4	1	$Pr > \chi^2 \quad 0.1797$
G	Captación de agua de lluvia	52	8	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
H	Estufas ahorradoras de leña	14	8	$Pr > \chi^2 \quad 0.2008$

Fuente: Elaboración propia.

De los entrevistados en el estudio el 79.2 % son hombres y 20.8 % mujeres, lo cual refleja la importancia del trabajo de las mujeres en la producción de granos básicos aunque en la mayoría de los casos es practicada por hombres.

Las prácticas de adaptación al cambio climático más utilizadas según género son: manejo de rastrojo, uso de semillas criollas, modificación en la fecha de siembra y diversificación de cultivos.

El cuadro 17, presenta los resultados utilizando tabla de contingencia para las variables tipo de práctica implementada y edad del entrevistado, donde se determinó que estadísticamente existe diferencia significativa $P \leq 0.05$ en las prácticas: fechas de siembra; barreras vivas, barreras muertas, diversificación de cultivos, uso de semillas criollas, reforestación, manejo de rastrojo y captación de agua de lluvia; así mismo, estadísticamente no existe diferencia significativa $P > 0.05$ para las prácticas: elaboración de abono orgánico tomando en cuenta que solo es utilizada por el 5.2 % de los productores y estufas ahorradoras de leña tomando en cuenta que es utilizada por productores que se encuentran entre las edades de 30 años a mayores de 70 años, de acuerdo a la prueba de Chi-Cuadrado.

Cuadro 17. Tabla de contingencia para las variables tipo de práctica relacionada con la edad del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque.

Práctica	Descripción	Frecuencia								Prueba de Chi-Cuadrado
		<17	18 - 19	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	60 - 69	> 70	
1	Fechas de siembra	1	4	4	15	14	10	21	15	$Pr > x^2 < 0.0001$
3	Barreras vivas	0	4	2	6	14	1	7	3	$Pr > x^2 0.0013$
4	Barreras muertas	0	4	3	9	16	6	18	12	$Pr > x^2 0.0017$
6	Diversificación de cultivos	1	6	5	10	19	9	18	9	$Pr > x^2 0.0002$
7	Uso de semillas criollas	1	5	5	13	19	11	21	16	$Pr > x^2 < 0.0001$
9	Reforestación	1	1	1	2	10	7	11	5	$Pr > x^2 0.0006$
D	Manejo de rastrojo	1	6	5	15	19	12	21	16	$Pr > x^2 0.0001$
E	Abono orgánico	0	1	0	1	0	0	2	1	$Pr > x^2 0.8964$
G	Captación de agua de lluvia	1	4	2	7	13	9	12	12	$Pr > x^2 0.0037$
H	Estufas ahorradoras de leña	0	0	0	6	6	3	6	1	$Pr > x^2 0.3065$

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que el 22.9 % de los productores están comprendidos entre las edades de 60 - 69 años, reflejando que la mayoría de los productores tienen una avanzada edad; en contraste con el 5.2 % que corresponde a productores entre las edades de 20 - 29 años.

Las prácticas de adaptación al cambio climático más utilizadas por los productores comprendidos entre los 60 - 69 años de edad son: manejo de rastrojo, uso de semillas criollas y modificación en la fecha de siembra; así mismo, las prácticas más utilizadas por los productores entre 40 - 49 años de edad son: manejo de rastrojo, uso de semillas criollas y diversificación de cultivos.

El cuadro 18, muestra los resultados utilizando la tabla de contingencia para las variables tipo de práctica implementada y nivel de escolaridad del entrevistado, determinando que existe diferencia significativa $P \leq 0.05$ en las prácticas: fechas de siembra; barreras vivas, barreras muertas, diversificación de cultivos, uso de semillas criollas, reforestación, manejo de rastrojo y captación de agua de lluvia; y no existe diferencia significativa $P > 0.05$ para las prácticas: elaboración de abono orgánico y estufas ahorradoras de leña, de acuerdo a la pruebas de Chi-Cuadrado.

Cuadro 18. Tabla de contingencia para las variables tipo de práctica relacionada con el nivel de escolaridad del entrevistado en el municipio de Quezaltepeque.

Práctica	Descripción	Frecuencia					Prueba de Chi-Cuadrado
		Ninguno	Primaria	Básico	Diversificado	Universidad	
1	Fechas de siembra	45	31	4	3	1	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
3	Barreras vivas	15	16	2	3	1	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
4	Barreras muertas	35	25	3	4	1	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
6	Diversificación de cultivos	37	27	6	6	1	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
7	Uso de semillas criollas	49	30	6	5	1	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
9	Reforestación	20	15	1	1	1	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
D	Manejo de rastrojo	48	34	6	6	1	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
E	Abono orgánico	2	2	0	1	0	$Pr > \chi^2 \quad 0.8187$
G	Captación de agua de lluvia	30	24	2	3	1	$Pr > \chi^2 < 0.0001$
H	Estufas ahorradoras de leña	10	12	0	0	0	$Pr > \chi^2 \quad 0.6698$

Fuente: Elaboración propia.

Las prácticas de adaptación al cambio climático más utilizadas según el nivel de escolaridad son: manejo de rastrojo, uso de semillas criollas, modificación en las fechas de siembra y diversificación de cultivos.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados de la investigación las prácticas de adaptación al cambio climático están directa e indirectamente relacionadas con la conservación del agua en las unidades de producción.
- Según la percepción de los productores de granos básicos de maíz y frijol en el municipio de Quezaltepeque, la pérdida de cultivo y producción durante un período de 3 años (2014 - 2016) se debe principalmente a la sequía.
- Las prácticas de adaptación al cambio climático utilizadas por los productores en el municipio de Quezaltepeque están relacionadas con el manejo de rastrojo; uso de semillas criollas; modificación en la fecha de siembra; diversificación de cultivos; barreras muertas; captación de agua de lluvia; reforestaciones; barreras vivas; estufas ahorradoras de leña; y elaboración de abono orgánico.
- Las mayores limitantes que impiden implementar prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque según los productores es el recurso económico y poco conocimiento.
- De acuerdo con los productores la mejor alternativa para promover las prácticas de adaptación al cambio climático es la asistencia técnica en conjunto con capacitaciones a productores.
- Las características del productor como: género, edad y nivel de escolaridad tienen influencia en la utilización de prácticas de adaptación al cambio climático: modificación en las fechas de siembra; barreras vivas, barreras muertas, diversificación de cultivos, uso de semillas criollas, reforestación, manejo de rastrojo y captación de agua de lluvia.

RECOMENDACIONES

- Promover e incentivar a los productores de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) del municipio de Quezaltepeque, el uso de prácticas relacionadas con sistemas agroforestales como el Kuxur Rum.
- Fortalecer alianzas inter-institucionales con diferentes actores locales como Ong's, municipalidad, ministerios y cooperativas del municipio de Quezaltepeque, para establecer estrategias en conjunto que contribuyan a la seguridad alimentaria y nutricional.
- Aprovechar el agua de lluvia como alternativa para establecer sistemas de riego que permitan la producción de granos básicos en las 25 aldeas y el casco urbano que conforman el municipio de Quezaltepeque.
- Realizar estudios para identificar zonas de recarga hídrica, que permitan acciones de protección y conservación en el municipio de Quezaltepeque.
- Instalar estaciones meteorológicas en la parte alta, media y baja del municipio de Quezaltepeque, para monitorear el clima y generar una base de datos que contribuya a la toma de decisiones.
- Sistematizar experiencias exitosas en la producción de granos básicos utilizando prácticas de adaptación al cambio climático a través del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), para socializar los resultados y que pueda ser una herramienta en la toma de decisiones.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Y. 2011. Impactos del cambio climático en la agricultura de América Central y en las familiar productoras de granos básicos (en línea). Nicaragua, Observatorio de la sostenibilidad red latinoamericana –SUSWATCH-. 117 p. Consultado 09 may. 2017. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REN40I34.pdf>
- Bonilla, A. 2014. Patrones de sequía en Centroamérica. Su impacto en la producción de maíz y frijol y uso del índice normalizado para los sistemas de alerta temprana (en línea). Tegucigalpa, Honduras, GWP Centroamérica; Cooperación Suiza; CRRH. 54 p. Consultado 29 mar. 2017. Disponible en: http://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/patrones-de-sequia_fin.pdf
- Cambio climático global. 1997 - 2017. Los gases de efecto invernadero global (en línea, sitio web). Estados Unidos de América. Consultado 10 may. 2017. Disponible en: <http://cambioclimaticoglobal.com/>
- Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2013. Bancos comunitarios de semillas criollas: una opción para la conservación de la agrobiodiversidad (en línea). Turrialba, Costa Rica. 18 p. Consultado 07 mar. 2018. Disponible en: <https://www.catie.ac.cr/guatemala/attachments/article/17/bancos-comunitarios-de-semillas-criollas.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC) del Sistema de Integración Centroamericana (SICA). 2014. Impactos potenciales del cambio climático sobre el café en Centroamérica. México, D.F. 129 p.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC) del Sistema de Integración Centroamericana (SICA). 2013. Impactos potenciales del cambio climático sobre los granos básicos en Centroamérica. México, D.F. 139 p.
- Consejo Municipal de Desarrollo, Guatemala. 2010. Plan de desarrollo Quezaltepeque, Chiquimula (en línea). Quezaltepeque, Chiquimula, Guatemala, SEGEPLAN. 88 p. Consultado 22 mar. 2017. Disponible en: http://sintet.net/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=166&sobi2Id=972&Itemid=

- Díaz, A. 2008. Buenas prácticas agrícolas, guía para pequeños y medianos agroempresarios (en línea). Tegucigalpa, Honduras, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 59 p. Consultado 29 mar. 2017. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B0737e/B0737e.PDF>
- Escoto Gudiel ND. 2004. El cultivo de frijol: manual técnico para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores (en línea). Tegucigalpa, Honduras, SAG; DICTA, PROMOSTA. 37 p. Consultado 29 mar. 2017. Disponible en: <http://www.dicta.hn/files/Manual-cultivo-de-FRIJOL-2004.pdf>
- García Nevárez, G; Tarango Rivero, SH. 2009. Manejo biorracional del gusano cogollero en maíz (en línea). Chihuahua, México, Inifap. 37 p. (folleto técnico no. 30) Consultado 29 mar. 2017. Disponible en: <http://www.inifap-nortecentro.gob.mx/files/biblioteca/ft20109193.pdf>
- Gómez de Segura, RB. s.f. Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis (en línea). Bilbao, España, Hegoa. 60 p. Consultado 19 abr. 2017. Disponible en: <http://www.dhl.hegoa.ehu.es/ficheros/0000/0784/Sostenibilidad.pdf>
- Global Water Partnership (GWP). 2013. Guía para la aplicación de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) a nivel municipal (en línea). Tegucigalpa, Honduras. 80 p. Consultado 06 mar. 2018. Disponible en: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/guia-girh-a-escala-municipal.pdf
- Guzmán de Serrano RF, Sandoval Linares OE, Deras Flores HR. 2014. Guía para identificar el complejo mancha de asfalto en el cultivo de maíz en El Salvador (en línea). La Libertad, El Salvador, CENTA. 16 p. Consultado 19 abr. 2017. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/GUIA%20MANCHA%20ASFALTO%20MAIZ.pdf>
- Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio M. 2014. Metodología de la Investigación. 6ª. Edición, Editoriales McGraw-Hill interamericana: México. 634 p.

IARNA (Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente); URL (Universidad Rafael Landívar, Guatemala). 2015. Cambio y variabilidad climática: una guía para autoridades municipales y líderes comunitarios. Guatemala. URL, CARA PARENS, IARNA. 32 p. Consultado 17 mar. 2017. Disponible en: <https://www.url.edu.gt/publicacionesurl/FileCS.ashx?Id=40468>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura); PMA (Programa Mundial de Alimentos). 2014. Manual para cultivo de maíz en la región oriente de Guatemala. Guatemala. 37 p.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura); PMA (Programa Mundial de Alimentos). 2014. Manual para cultivo de frijol negro en la región oriente de Guatemala. Guatemala. 41 p.

IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). 2007. Cambio climático 2007: informe de síntesis (en línea). Ginebra, Suiza. 104 p. Consultado 19 abr. 2017. Disponible en: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf

IPCC (Panel Intergubernamental Sobre el Cambio Climático). 2001. Tercer informe de evaluación cambio climático 2001: impactos, adaptación y vulnerabilidad, resumen para responsables de políticas y resumen técnico (en línea). Ginebra, Suiza. 101 p. Consultado 19 abr. 2017. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/impact-adaptation-vulnerability/impact-spm-ts-sp.pdf>

Lavell, A. 2003. La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica (en línea). Guatemala, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPRENAC). 101 p. Consultado 22 sep. 2018. Disponible en <http://www.disaster-info.net/lideres/portugues/brasil%2006/Material%20previo/Allangestriesg.pdf>

MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2016. Estimación de producción de granos básicos del municipio de Quezaltepeque (programa Excel). Chiquimula, Guatemala, DICORER.

MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala). 2009. Informe ambiental del estado. – GEO Guatemala 2009 (en línea). Guatemala. 286 p. Consultado 10 may. 2017. Disponible en: http://recursosbiblio.url.edu.gt/publicjlg/IARNA/infor_amb/2009.pdf

MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala) 2010. Política nacional de cambio climático (en línea). Guatemala. 16 p. Consultado 10 may. 2017. Disponible en: <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/56.pdf>

Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2015. Guía de capacitación en temas agrícolas para agricultores familiares (en línea). Managua, Nicaragua. 52 p. consultado 09 mar. 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5249s.pdf>

Pérez Porto, J; Merino, M. 2009. Definición de calentamiento global (en línea, sitio web). Consultado 08 mar. 2018. Disponible en: <https://definicion.de/calentamiento-global/>

Política Nacional de Desarrollo Rural Integral -PNDRI- 2009. Gobierno de la república de Guatemala. 43 p.

Porter, J.R., L. Xie, A.J. Challinor, K. Cochrane, S.M. Howden, M.M. Iqbal, D.B. Lobell, and M.I. Travasso, 2014: Food security and food production systems (en línea)., Cambridge, United Kingdom and New York, NY , USA, Cambridge University Press. p. 485-533. Consultado 09 may. 2017. Disponible en: http://danida.vnu.edu.vn/cpis/files/IPCC/wg2/pdf/WGIIAR5-Chap7_FINAL.pdf

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia –SEGEPLAN-. 2014. Plan Nacional de Desarrollo K´atun: nuestra Guatemala. 2032. Guatemala. 502 p.

Tunke Vilca; KA; Acho Quispe, V; Ortega Laura, A. 2015. Gases de efecto invernadero (en línea). Perú, UNAM, Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental. 24 diapositivas. Disponible en: <http://es.slideshare.net/karenadrianatv/gases-de-efecto-invernadero-47131784>

UNEP (United Nations Enviroment Programme, GRID ARENDAL). 2002. The greenhouse effect (en línea). Estados Unidos de América. Consultado 09 may. 2017. Disponible en: <http://grimstad.uia.no/puls/climatechange/nng01/02nng01.htm>

Vázquez, M. 2004. Consecuencias del cambio climático en la salud de la población mundial (en línea). Perú, MINAM. 60 p. Consultado 22 mar. 2017. Disponible en: <http://cdam.minam.gob.pe/publielectro/cambio%20climatico/saludcambioclimatico.pdf>

APÉNDICE

Apéndice 1. Propuesta de acciones para fortalecer y promover las prácticas de adaptación al cambio climático en zonas productoras de granos básicos de maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el municipio de Quezaltepeque.

Para fortalecer y promover las prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque, se plantean 4 acciones; la primera, orientada a la Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH); la segunda, al uso del sistema agroforestal Kuxur Rum; la tercera, al establecimiento de bancos comunitarios de semillas; y la cuarta, a un programa de capacitación.

1.1 Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH)

“La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) se puede definir como un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales” (GWP, 2013).

Todos los usuarios del agua deben ser considerados de forma integrada para su administración, aprovechamiento y conservación, siendo la unidad lógica de gestión la cuenca hidrográfica.

Lo anterior implica que la distribución del agua y las decisiones de gestión deben considerar los efectos de cada uno de los usos, sin detrimento entre ellos, buscando un equilibrio entre la extracción del agua del sistema hídrico, la alteración de la calidad del agua del sistema por descargas puntuales o difusas de aguas residuales y la búsqueda de soluciones conjuntas (GWP, 2013).

Los principios básicos, considerados como fundamentales para la mejora de la gestión y la gobernabilidad del agua para alcanzar la GIRH, se les conocen como los principios de Dublín:

- El agua dulce es un recurso vulnerable y finito, esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.
- El desarrollo y manejo del agua debe estar basado en un enfoque participativo, involucrando a los usuarios, planificadores y realizadores de políticas a todo nivel.
- La mujer juega un papel central en la provisión, el manejo y la protección del agua.
- El agua posee un valor económico en todos sus usos competitivos y debiera ser reconocido como un bien económico.



Figura 11. Diagrama del marco general de la GIRH.

Fuente: Basado en el Informe Brundtland (1987).

Según GWP (2013), los pasos a seguir para aplicación de la Gestión Integral del Recurso Hídrico a nivel municipal se encuentran:

- **Identificar sectores:** municipalidad, Organizaciones Comunitarias de Servicios de Agua y Saneamiento (OCSAS), consejos de cuenca o comités de microcuenca, organizaciones de productores agrícolas y pecuarios, organizaciones de desarrollo, instituciones públicas.
- **Definir políticas y regulaciones:** brindar no solo los lineamientos generales que se aplicaran en el territorio municipal para el uso sostenible del recurso hídrico, sino también definir objetivos, principios y compromisos claros, que serán de base para la elaboración de un plan de manejo y la implementación de acciones concretas.
- **Definir estructura organizativa:** se debe definir con la participación de todos los sectores y de forma consensuada, así mismo se deben definir tanto las reglas relacionadas con la toma de decisiones, los mecanismos y la frecuencia de las comunicaciones de las reuniones, como un plan de acción que guíe el trabajo a realizar.
- **Planificar el uso del recurso hídrico:** se debe realizar la caracterización de la microcuenca; un diagnóstico participativo sobre la percepción de los actores estratégicos del estado de la microcuenca: elaborar un plan de acción; gestionar recursos económicos; creación de sistemas de información y comunicación; educación y sensibilización.

1.2 Sistema agroforestal Kuxur Rum

Tomando en cuenta las condiciones climáticas, edáficas y topográficas de la región se propone el uso del sistema agroforestal Kuxur Rum (figura 12).

Kuxu Rum significa mi tierra húmeda en Ch'ortí, consiste en un sistema de producción de la agricultura familiar que integra la producción agrícola en el sistema agroforestal, de tal forma que del mismo lote de terreno se puede obtener leña, postes y producción de granos básicos (FAO, 2016).

Los principios a considerar para la implementación del sistema son los siguientes:

- No quema de los rastrojos del ciclo anterior
- Barbecho del terreno y distribución sobre la superficie del mismo
- Trazado de curvas a nivel utilizando el nivel tipo "A"
- Recolección de material vegetativo o semilla botánica de Madre Cacao (*Gliricidia sepium*)
- Trazado y estaquillado del terreno estableciendo los surcos en curvas a nivel
- Plantación o siembra de la especie forestal
- Siembra del cultivo de maíz y/o frijol de variedades criollas o mejoradas
- Definición de un plan de fertilización
- En el segundo ciclo es necesario realizar podas a las plantas de Madre Cacao (*Gliricidia sepium*)

Los pasos para establecer un sistema Kuxur Rum:

- **Identificación de las familias o unidades productivas:** el primer paso para establecer el sistema agroforestal Kuxur Rum es identificar las áreas con potencial e interés de los agricultores en implementar el sistema agroforestal, dependiendo del área del terreno, pendiente y recursos locales se podrá elaborar un plan de finca que permita visualizar como se espera que este la finca en el futuro.
- **Organización y capacitación:** previo a iniciar las labores en campo, se deberá de pensar en la organización de las familias o grupos, con la finalidad de que las actividades futuras sean planificadas por los mismos agricultores y ellos determinen los mejores tiempos, fechas de siembra, métodos de propagación, etc. Idealmente, a través de una asamblea comunitaria se podrá elegir a un promotor comunitario quien será el responsable de la asistencia técnica y seguimiento a las parcelas. Una vez organizadas las familias se puede iniciar con las capacitaciones, giras de intercambio de experiencias y otras actividades orientadas a dar a conocer los beneficios de implementar esta práctica.

- **Preparación del terreno:** se inicia con la conservación del rastrojo de los ciclos anteriores, es decir eliminar por completo la costumbre de quemar los residuos de las cosechas anteriores; luego se procede a realizar el trazado de curvas a nivel, puesto que el sistema agroforestal Kuxur Rum se recomienda establecerlo siguiendo curvas a nivel para minimizar la degradación de los suelos, en algunos casos también se implementan obras de conservación de suelos como barreras muertas de piedra; sobre la curva a nivel, se procede a marcar donde se sembrarán las plantas de madre cacao, realizando esta marcación a 1 metro de distancia sobre la curva (distanciamiento entre plantas) y a 6 metros promedio entre cada curva a nivel (surco o callejón).
- **Método de siembra:** se han identificado tres diferentes métodos de siembra que se pueden utilizar para el establecimiento del sistema agroforestal Kuxur Rum, siendo el método por semilla, por pilón y por estaca. Se debe tomar en cuenta que siempre se presentan pérdidas de plantas por sequía, daños durante las labores dentro de la parcela, plagas y/o enfermedades, por lo que es necesario considerar una re siembra.

Es importante considerar a los sistemas agroforestales como un conjunto de prácticas con potencial de ser vinculados a programas públicos de incentivos de pago por servicios ambientales, como el caso de los incentivos forestales.



Figura 12. Sistema agroforestal Kuxur Rum.

Fuente: FAO (2016).

1.3 Bancos comunitarios de semillas

Las semillas criollas, también llamadas semillas nativas o locales son aquellas que creciendo de forma natural, silvestre en los campos son aprovechadas por los pobladores quienes las usan como alimento y material para cultivar sus propias parcelas (CATIE, 2013).

Estas semillas cuentan con características dadas por el entorno donde se desarrollan de forma natural, soportan las condiciones del clima, son resistentes a plagas y enfermedades, y cuentan con características nutritivas especiales (CATIE, 2013).

Existen varias formas en las que se puede organizar un banco de semillas, esto depende de la comunidad que lo va administrar: bancos centralizados, funcionan como un banco convencional, solo que no se presta dinero sino semillas, el beneficiario obtiene las semillas que necesita para su cultivo y cuando cosecha su producción debe entregar al banco la cantidad que le fue prestada más un interés que será una cantidad de semilla adicional la cual debe ser establecida por el banco y sus miembros.

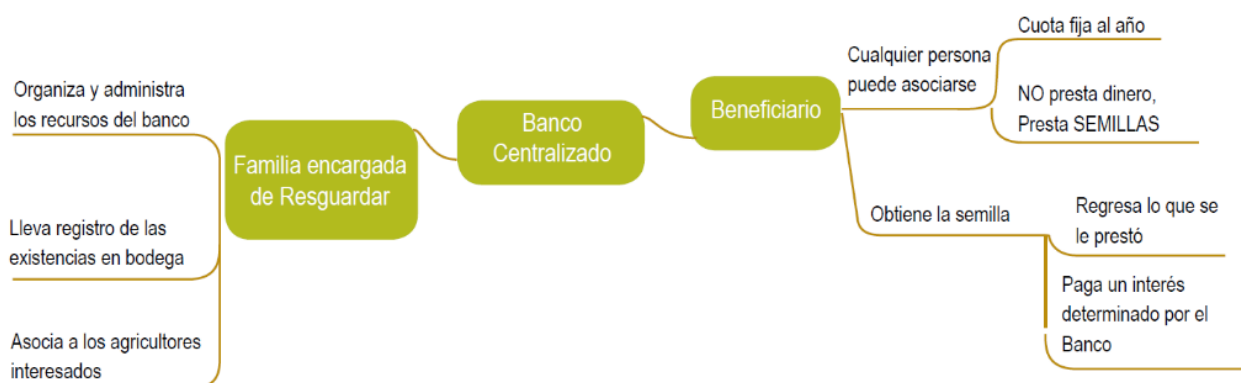


Figura 13. Banco comunitario centralizado de semillas.

Fuente: CATIE (2013).

Por otro lado, los bancos descentralizados o en red familiar no cuentan con una bodega única sino que cada familia que se una al banco lleva un registro de que semilla tiene guardada, cuál es la cantidad y variedad, de esta manera se tiene una gran variedad de semillas aunque sea en poca cantidad.

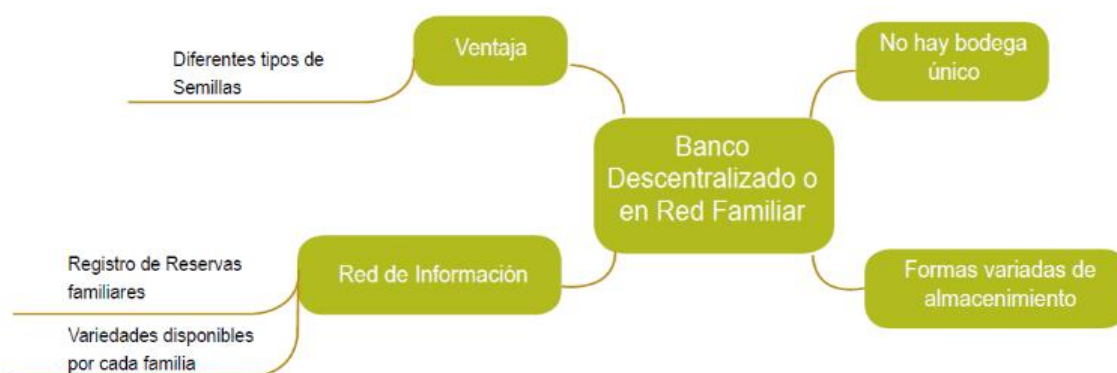


Figura 14. Banco comunitario descentralizado de semillas

Fuente: CATIE (2013).

CATIE (2013), proporciona información sobre las maneras de almacenar semillas para que se conserven a través del tiempo y se mantengan viables:

- **Botellas plásticas o vidrio en buen estado:** se pueden utilizar dándoles un lavado con agua caliente y dejándolas secar muy bien, antes de agregar las semillas debemos asegurarnos de que estas estén libres de insectos y patógenos que las puedan afectar durante el almacenamiento, una opción para que las semillas se conserven secas es agregar en el fondo de la botella un poco de ceniza bien seca, esto ayudara a absorber la humedad normal de las semillas y las mantendrá libres de hongos.
- **Recipientes plásticos o de madera:** se pueden utilizar cajas de madera que no presente orificios ni señales de humedad y hongos, aquí también se puede implementar el uso de ceniza en el fondo e incluso trozos pequeños de ajo fresco, este se secura y ayudara a repeler insectos y patógenos en general. Una opción es poner la caja de madera dentro de una caja plástica para que sea mucho más hermético el empaque.
- **Recipientes metálicos o latas:** estos recipientes son muy útiles porque en general se pueden cerrar muy bien y además no presentan agujeros que faciliten la entrada de insectos, además la mayoría son opacos lo que impide la entrada de luz que puede afectar la durabilidad de las semillas.
- **Bolsas de papel:** este tipo de empaque es muy práctico y de fácil consecución, es importante que las semillas estén secas y libres de insectos a la hora de empacarlas, la bolsa se puede sellar con cinta adhesiva o si no es posible conseguirla se pueden hacer varios dobleces y cerrarla con ganchos de oficina (clips).

Así mismo, es importante tener en cuenta la rotulación, contenido de oxígeno, temperatura y luz:

- **Rotulado:** cuando almacenamos nuestras semillas, es de vital importancia para el control del banco que cada recipiente contenga la siguiente información: fecha de empaque; contenido; cantidad aproximada; observaciones.
- **Contenido de oxígeno:** es importante llenar lo más posible el recipiente que se esté usando para guardar las semillas, esto evitara que quede una cantidad muy alta de oxígeno que obligara a las semillas a tener procesos de respiración aeróbica que las deterioraran en poco tiempo, entre menos oxígeno exista dentro del recipiente las semillas tendrán más durabilidad.
- **Temperatura:** el lugar donde vamos a guardar los recipientes con las semillas debe ser un lugar de preferencia fresco y con una temperatura no muy alta, esto ayudará que las semillas se conserven por mucho más tiempo.
- **Luz:** es importante resaltar que la luz directa puede afectar las semillas, por lo que se recomienda que el lugar sea oscuro o por lo menos que los recipientes no estén expuestos a la luz directa.

1.4 Programa de capacitación

Los productores de granos básicos de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) identificaron que la asistencia técnica en conjunto con capacitaciones es la mejor alternativa para fortalecer y promover las prácticas de adaptación al cambio climático en el municipio de Quezaltepeque.

FAO (2015), proporciona información acerca de consideraciones generales que se deben tomar en cuenta que para lograr una mejor comprensión del proceso de aprendizaje:

- Antes de iniciar la capacitación, el facilitador debe informarse del tipo de participantes y su nivel de escolaridad, esto permitirá preparar el material a utilizar en la capacitación.
- Evitar dar charlas teóricas demasiado extensas, planificando actividades participativas como trabajos de grupo y giras.
- Evitar la utilización de conceptos demasiados técnicos o científicos que limitan el aprendizaje de los agricultores.
- Metodológicamente el grupo no debe exceder los 30 participantes; cada participante debe recibir los materiales de trabajo necesarios para la comprensión del tema, según sugerencias técnicas y metodológicas en el proceso de planificación del taller.

- Capacitar grupos pequeños permite asegurar: logro de los objetivos de la capacitación; mayor captación durante el proceso de aprendizaje; cumplimiento de los tiempos de agenda.
- Para iniciar el taller se sugiere realizar una dinámica de presentación entre los participantes y explorar las expectativas que se tienen del taller, esto facilitará la evaluación del aprendizaje obtenido en la capacitación.
- Escribir reglas que prevalecerán en el transcurso de las capacitaciones, por ejemplo: apoyo grupal, participación activa, respeto, puntualidad, entre otros.
- Las actividades grupales o visitas a parcelas de campo se sugiere formar grupos con un máximo de 6 participantes, con el objetivo de facilitar la participación activa y mejorar el proceso de aprendizaje.

Los temas a considerar para el programa de capacitación a productores de granos básicos en el municipio de Quezaltepeque son los siguientes:

- Cambio climático y sus efectos para la agricultura
- Plagas y enfermedades
- Análisis de riesgo a desastres
- Sistemas de alerta temprana
- Información climática
- Protección de los recursos naturales
- Conservación del agua
- Captación de agua de lluvia
- Sistemas de riego
- Conservación de suelos
- Agroecología
- Cogestión adaptativa de cuencas hidrográficas
- Experiencias exitosas en la producción de granos básicos utilizando prácticas de adaptación al cambio climático
- Fortalecimiento organizacional

Bibliografía

- Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2013. Bancos comunitarios de semillas criollas: una opción para la conservación de la agrobiodiversidad (en línea). Turrialba, Costa Rica. 18 p. Consultado 07 mar. 2018. Disponible en: <https://www.catie.ac.cr/guatemala/attachments/article/17/bancos-comunitarios-de-semillas-criollas.pdf>
- Global Water Partnership (GWP). 2013. Guía para la aplicación de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) a nivel municipal (en línea). Tegucigalpa, Honduras. 80 p. Consultado 06 mar. 2018. Disponible en: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/guia-girh-a-escala-municipal.pdf
- Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2015. Guía de capacitación en temas agrícolas para agricultores familiares (en línea). Managua, Nicaragua. 52 p. consultado 09 mar. 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5249s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2016. Buenas prácticas de Sistemas Agroforestales, el sistema Kuxur Rum en Guatemala para fortalecer la resiliencia a la época de canícula en la región Ch'ortí (en línea). Disponible en: <http://teca.fao.org/es/read/8633>

ANEXOS

Anexo 1. Formato de boleta para recabar información



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



Encuesta para determinar las prácticas de adaptación al cambio climático implementadas por los productores de granos básicos de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) en el municipio de Quezaltepeque.

Objetivo: recopilar información para determinar las prácticas de adaptación al cambio climático implementadas por los productores de granos básicos de maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el municipio de Quezaltepeque; su nombre no es necesario para la encuesta.

Por ello le agradecería que me dedicara 10 minutos de su tiempo para contestar algunas preguntas.

Lugar

PRIMERA PARTE

Preguntas relacionadas con las prácticas de adaptación al cambio climático implementadas en su territorio.

1. ¿Identifique cuál de los siguientes eventos extremos han afectado el territorio en los últimos años (2010 – 2016)?

Sequía	☐
Lluvias extremas	☐
Huracanes	☐
Inundación	☐
Heladas	☐
Otro	☐

¿Cuál? _____

2. ¿En los últimos años (2010 – 2016) cuándo se presentó pérdida de cultivos?

Año	Existió pérdida de cultivos	
	Sí	No
2016		
2015		
2014		
2013		
2012		
2011		
2010		

3. ¿Cómo se han comportado las lluvias en los últimos años (2010 – 2016)?

Año	Normal	Existió variación
2016		
2015		
2014		
2013		
2012		
2011		
2010		

4. ¿Utiliza riego para producción de cultivos agrícolas?

Sí ☐

No ☐ (si la respuesta es No, pasar a la pregunta 6)

5. ¿Qué tipo de sistema de riego utiliza para la producción de cultivos agrícolas?

Riego por gravedad ☐

Riego por aspersión ☐

Riego por goteo ☐

Riego localizado (manguera) ☐

Otro ☐

¿Cuál? _____

6. ¿Cómo se ha percibido el comportamiento de la temperatura en los últimos años (2010 – 2016)?

Año	Normal	Aumentó	Disminuyó
2016			
2015			
2014			
2013			
2012			
2011			
2010			

7. ¿Cuáles son las fuentes de ingresos en su familia?

Cultivos de granos básicos (maíz y frijol)

☐

Producción de ganado

☐

Producción de aves

☐

Venta de mano de obra (jornalero)

☐

Remesas

☐

Comercio

☐

Otro

☐

¿Cuál? _____

8. ¿Cuál es el tipo de práctica de adaptación al cambio climático que implementa?

Fechas de siembra

☐

Basada en información climática

☐

Cultivos resistentes

☐

Sistemas agroforestales

☐

Barreras vivas

☐

Sistemas silvopastoriles

☐

Barreras muertas

☐

Manejo de rastrojo

☐

Acequias

☐

Abonos orgánicos

☐

Diversificación de cultivos

☐

incentivos forestales

☐

Uso de semillas criollas

☐

Captación de agua de lluvia

☐

Bosques energéticos

☐

Estufas ahorradoras de leña

☐

Reforestación

☐

Otra

☐

¿Cuál? _____

9. ¿Con que frecuencia usted utiliza las prácticas de adaptación al cambio climático?

Cada año	☐	Cada 4 años	☐
Cada 2 años	☐	Cada 5 años	☐
Cada 3 años	☐	Mayor a 5 años	☐

10. ¿Qué importancia tiene para usted las prácticas de adaptación al cambio climático?

Valoración (1 – 10): _____

Rango de valoración	
1 - 2	No es importante
3 - 4	Poco importante
5 - 6	Importante
7 - 10	Muy importante

11. ¿Cuáles considera podrían ser las limitantes que impiden implementar una práctica de adaptación al cambio climático?

Recurso económico	☐
Disponibilidad de tiempo	☐
Poco conocimiento	☐
Poco interés	☐
Otro	☐

¿Cuál? _____

SEGUNDA PARTE

A continuación le explicaré brevemente la importancia de implementar prácticas de adaptación al cambio climático en el territorio.

Descripción del contexto local

El cambio climático es uno de los mayores retos que enfrenta la humanidad, principalmente en el área rural en donde los medios de vida dependen directamente del aprovechamiento de los recursos naturales y de las actividades agropecuarias, ejemplo de ello es la sequía que provoca la pérdida de cultivos, incrementa las condiciones de pobreza del país y genera inestabilidad en la seguridad alimentaria, bajo ese contexto es de suma importancia implementar prácticas que coadyuven al desarrollo rural del territorio con enfoque de sostenibilidad.

12. Tomando en cuenta lo anterior: ¿está dispuesto a promover las prácticas de adaptación al cambio climático con otros productores?

Sí ☐

No ☐ (si la respuesta es No, pasar a la tercera parte de la encuesta)

13. ¿Indique desde su percepción cuál es la mejor alternativa para promover las prácticas de adaptación al cambio climático con los productores?

Asistencia técnica	☐
Capacitaciones	☐
Giras	☐
Parcelas demostrativas	☐
Medios de comunicación	☐
Iglesias	☐
Otro	☐

¿Cuál? _____

TERCERA PARTE

Las siguientes preguntas son muy importantes para el estudio, le recuerdo, que todas sus respuestas son estrictamente confidenciales.

14. Género del entrevistado:

Masculino

☐

Femenino

☐

15. Rango de edad:

17 años o menor

☐

18 a 19 años

☐

20 a 29 años

☐

30 a 39 años

☐

40 a 49 años

☐

50 a 59 años

☐

60 a 69 años

☐

70 o mayor

☐

16. Estudios realizados:

Ninguno

☐

Primaria

☐

Básico

☐

Diversificado

☐

Universitario

☐

Postgrado

☐

17. ¿Cuántas personas viven en su casa?

Gracias por su colaboración