

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large circular emblem. It features a central shield with a figure on horseback, a crown above, and various heraldic symbols. The shield is flanked by two columns. The outer ring of the seal contains the Latin motto: "CETERA ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER".

TRABAJO DE GRADUACIÓN
DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN AGROECONÓMICA DE VARIEDADES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN ASOCIO CON FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) Y MONOCULTIVO Y SERVICIOS REALIZADOS EN SAN PEDRO JOCOPILAS, EL QUICHÉ, GUATEMALA, C.A.

VICTOR DAVID ESTUARDO GARCÍA REYES

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN
DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN AGROECONÓMICA DE VARIETADES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN ASOCIO CON FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) Y MONOCULTIVO Y SERVICIOS REALIZADOS EN SAN PEDRO JOCOPILAS, EL QUICHÉ, GUATEMALA, C.A.

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

POR

VICTOR DAVID ESTUARDO GARCÍA REYES

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
AREA INTEGRADA

RECTOR MAGNÍFICO
Dr. CARLOS ESTUARDO GALVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. LAURIANO FIGUEROA QUIÑONEZ
VOCAL I	Dr. ARIEL ABDERRAMÁN ORTÍZ LÓPEZ
VOCAL II	Ing. Agr. MSc. MARINO BARRIENTOS GARCÍA
VOCAL III	Ing. Agr. MSc. OSCAR RENÉ LEIVA RUANO
VOCAL IV	Br. ANA ISABEL FIÓN RUIZ
VOCAL V	Br. LUIS ROBERTO ORELLANA LOPEZ
SECRETARIO	Ing. Agr. CARLOS ROBERTO ECHEVERRIA ESCOBEDO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2012

Guatemala, septiembre de 2012

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación: **Diagnóstico, Evaluación agroeconómica de variedades de maíz (*Zea mays L.*) en asocio con frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) y monocultivo y Servicios realizados en San Pedro Jocopilas, El Quiché, Guatemala, C.A.** como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Victor David Estuardo García Reyes

ACTO QUE DEDICO

A Dios el que todo lo provee, por haberme dado la vida y guiado en cada momento, por haberme dado la fortaleza y sabiduría para alcanzar este logro.

A mis padres, Mario García y Magalí Reyes quienes me apoyaron incondicionalmente siendo pilares en mi formación y como una muestra de agradecimiento, que este triunfo sea una de recompensa para todos sus esfuerzos y sacrificios.

A mi abuela, María Encarnación Reyes[†], por sabios consejos, su cariño, su amor y servicio incondicional. Este logro va dedicado especialmente a ella.

A mis hermanos, Karim, Fabiola, Antonio, Badí, Yasmín y Dennise[†] que me acompañaron, apoyaron e inspiraron para cumplir este meta. Con mucho cariño para cada uno de ustedes

A mi prometida Cindy Lamothe, que con consejos cariñosos me ha sabido animar y apoyar a través de estos últimos años. Te agradezco de todo corazón.

A mis amigos, especialmente a Marco Hip, Miguel Rivera, Pedro Solares, Norberto Lux, Heidi López, Dennis Reyes, Lenyn Girón y Alejandro Albizures, por haber compartido conmigo momentos importantes y brindarme su amistad incondicionalmente.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A

DIOS

MI PATRIA GUATEMALA

EL DEPARTAMENTO DE QUICHÉ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MULTIPROFESIONAL

AGRADECIMIENTOS

A la municipalidad y agricultores de San Pedro Jocopilas por su colaboración, apoyo y confianza brindada a lo largo del proceso de EPS.

A mis amigos catedráticos, Ing. Agr. Waldemar Nufio, Ing. Agr. Mario Cabrera, Ing. Agr. Francisco Vasquez, Ing. Agr. Julio Berdúo e Ing. Agr. Guillermo Méndez, por compartir sus experiencias y conocimientos adquiridos.

A la comunidad Bahá'í de Guatemala que me brindo apoyo espiritual en cada momento de mi carrera y fue como una segunda familia para mí.

A todos mis compañeros y amigos de la Facultad de Agronomía con los cuales tuve la oportunidad de compartir e intercambiar conocimientos. Gracias por su apoyo.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
RESUMEN	ix

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO JOCOPILAS, EL QUICHÉ, GUATEMALA, C.A

1.1 PRESENTACIÓN.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	5
1.3 METODOLOGÍA	7
1.3.1 Reconocimiento del área de estudio	7
1.3.2 Técnica del Sondeo.....	7
1.3.3 Encuestas	7
1.3.4 Participación de la comunidad en la recolección de información	8
1.3.5 Recolección de información secundaria.....	8
1.4 RESULTADOS.....	9
1.4.1 Generalidades del municipio	9
1.4.2 Organización municipal.	11
1.4.3 Recursos naturales	14
1.4.4 Características de la Población.....	17
1.4.5 Servicios básicos y su infraestructura	20
1.4.6 Estructura agraria.....	24
1.4.7 Actividades Productivas	26
1.4.8 Infraestructura productiva.....	27
1.4.9 Producción agrícola.....	28
1.4.10 Problemas detectados.....	31
1.5 CONCLUSIONES	33
1.6 RECOMENDACIONES	35
1.7 BIBLIOGRAFÍA.....	37

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN AGROECONÓMICA DE VARIEDADES DE MAIZ (*Zea mays* L.) EN ASOCIO CON FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) Y MONOCULTIVO EN SAN PEDRO JOCOPILAS, EL QUICHÉ, GUATEMALA, C.A

2.1 PRESENTACIÓN.....	43
2.2 MARCO CONCEPTUAL	45

CONTENIDO	PÁGINA
2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE MAÍZ:	45
2.2.2 EL MAÍZ EN GUATEMALA :	46
2.2.3 ZONAS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN GUATEMALA	47
2.2.4 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN GUATEMALA:	49
2.2.5 ACCESO A SEMILLAS MEJORADAS	51
2.2.6 VARIABILIDAD CLIMÁTICA COMO FACTOR LIMITANTE	53
2.2.7 EL MAÍZ Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN GUATEMALA	54
2.2.8 PRÁCTICAS AGRONÓMICAS	56
2.2.9 ASOCIO DE CULTIVOS	60
2.2.10 SISTEMA DE CULTIVO DE FRIJOL EN GUATEMALA.....	62
2.2.11 ANÁLISIS ECONÓMICO DE EXPERIMENTOS	64
2.3 MARCO REFERENCIAL	67
2.3.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL:	67
2.3.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL AÑO DE ESTUDIO:	67
2.3.3 CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS:.....	67
2.3.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIETADES DE MAÍZ Y FRIJOL.....	68
2.3.5 ANTECEDENTES.....	69
2.4 OBJETIVOS.....	71
2.5 METODOLOGÍA	73
2.5.1 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	73
2.5.2 MANEJO DEL EXPERIMENTO	75
2.5.3 VARIABLES DE RESPUESTA:.....	76
2.5.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:	79
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	81
2.6.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES.....	81
2.6.2 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	102
2.7 CONCLUSIONES	105
2.8 RECOMENDACIONES	107
2.9 BIBLIOGRAFÍA.....	109
2.10 APÉNDICE.....	111

CAPÍTULO III
SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO JOCOPILAS, EL
QUICHE, GUATEMALA, C.A.

3.1 PRESENTACIÓN.....	127
3.2 ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS FAMILIARES.....	129
3.2.1 OBJETIVOS	129
3.2.2 METODOLOGÍA	129

CONTENIDO	PÁGINA
3.2.3 Resultados y evaluación.....	131
3.3 EXTENSIÓN AGRÍCOLA.....	133
3.3.1 Objetivos	133
3.3.2 Metodología	133
3.3.3 Resultados y evaluación	135

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Árbol de problemas del municipio de San Pedro Jocopilas,	32
Figura 2A. Aldeas y caseríos del municipio de San Pedro Jocopilas..	39
Figura 3. Zonas de producción de maíz en Guatemala.....	48
Figura 4. Distribución de los sistemas de Cultivo de Maíz en Guatemala.....	50
Figura 5. Uso de semilla de maíz en Guatemala.....	53
Figura 6. Producción y consumo de maíz por municipio..	56
Figura 7. Croquis de la Parcela Pequeña del experimento.	74
Figura 8. Croquis de la distribución de los tratamientos y bloques.....	75
Figura 9. Altura de planta de las variedades de maíz evaluadas, en asocio con frijol y monocultivo.....	81
Figura 10. Número de mazorcas por unidad experimental de las variedades de maíz evaluadas en asocio con frijol y monocultivo.....	83
Figura 11. Peso de mazorca de las variedades de maíz evaluadas en asocio con frijol y monocultivo..	85
Figura 12. Número de filas por mazorca de las variedades de maíz evaluadas en asocio con frijol y monocultivo.....	86
Figura 13. Número de granos por fila de las variedades de maíz en asocio con frijol y monocultivo.....	88
Figura 14. Peso de 100 granos de las variedades de maíz evaluadas en asocio con frijol y monocultivo.....	90
Figura 15. Rendimiento de grano de las variedades de maíz evaluadas en asocio con frijol y monocultivo.	91
Figura 16. Rendimiento de frijol ICTA Hunapú en asocio con 5 variedades de maíz y monocultivo.....	93
Figura 17. Índice de Uso Equivalente de la Tierra para las diferentes variedades evaluadas en asocio con frijol..	95
Figura 18. Producción Total de Alimentos para las diferentes variedades de maíz evaluadas en asocio con frijol y monocultivo. Fuente:.....	96
Figura 19. Produccion Total de Proteínas para las variedades de maíz en asocio con frijol y monocultivo.....	98
Figura 20. Rendimiento Teórico vs. Rendimiento Real..	101
Figura 21A. Localización del Caserío Comitancillo, San Pedro Jocopilas	115

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
CUADRO 1.	Instituciones de apoyo al desarrollo de San Pedro Jocopilas	12
CUADRO 2.	Clasificación y tamaño de la población en los años 1994, 2002 y 2009	17
CUADRO 3.	Población económicamente activa.....	18
CUADRO 4.	Ocupación de la población.....	19
CUADRO 5.	Uso del suelo según estratos.....	25
CUADRO 6.	Tenencia de la tierra por tamaño de finca.....	25
CUADRO 7.	Concentración de la tierra	26
CUADRO 8.	Resumen de actividades productivas.	27
CUADRO 9.	Superficie cultivada según especie y tipo de finca.....	28
CUADRO 10.	Niveles tecnológicos aplicados a la agricultura.....	29
CUADRO 11.	Clasificación botánica del maíz.....	45
CUADRO 12:	Zonas agroecológicas productoras de maíz en Guatemala.....	48
CUADRO 13.	Descripción de los tratamientos a evaluar.	73
CUADRO 14.	Resumen de Análisis de Varianza de la Altura de la Planta en metros del cultivo de maíz.	82
CUADRO 15.	Comparación múltiple de medias para la variable altura de la planta en metros y el factor Variedad de maíz.	82
CUADRO 16.	Resumen de Análisis de Varianza para la variable Número de Mazorcas del cultivo de maíz.....	83
CUADRO 17.	Comparación múltiple de medias para la variable Número de mazorcas y el factor Variedad de maíz.	84
CUADRO 18.	Comparación múltiple de medias para la variable Número de mazorcas y el factor Sistema de siembra en Maíz.....	84
CUADRO 19.	Resumen de Análisis de Varianza de Peso de Mazorcas en kg/ha del cultivo de maíz.....	85
CUADRO 20.	Comparación múltiple de medias para la variable Peso de mazorcas (kg/ha) y el factor Variedad de maíz.....	86
CUADRO 21.	Resumen de Análisis de Varianza de Número de filas del cultivo de maíz.	87
CUADRO 22.	Comparación múltiple de medias para la variable Número de filas y el factor Variedad de maíz.	87
CUADRO 23.	Resumen de Análisis de Varianza de Número de granos por fila del cultivo de maíz.	88
CUADRO 24.	Resumen de Análisis de Varianza de Peso de 100 granos del cultivo de maíz.	89
CUADRO 25.	Comparación múltiple de medias para la variable Peso de 100 granos y el factor Variedad de maíz.	90
CUADRO 26.	Resumen de Análisis de Varianza de Rendimiento de grano en kg/ha del cultivo de maíz.....	91
CUADRO 27.	Comparación múltiple de medias para la variable Rendimiento de grano en kg/ha y el factor Variedad de maíz.....	92

CUADRO	PÁGINA
CUADRO 28. Resumen de Análisis de Varianza de Rendimiento de grano en kg/ha del cultivo de frijol variedad ICTA Hunapú.	93
CUADRO 29. Comparación múltiple de medias para la variable Rendimiento de grano de frijol en kg/ha y el factor Sistema de cultivo.	94
CUADRO 30. Resumen de Análisis de Varianza del Índice de Uso de la Tierra.....	95
CUADRO 31. Comparación múltiple de medias para la variable Índice de Uso de la Tierra y el factor Sistema de cultivo..	96
CUADRO 32. Resumen de Análisis de Varianza de la variable Producción Total de Alimentos.	97
CUADRO 33. Comparación múltiple de medias para la variable Producción Total de Alimentos y el factor Variedad de maíz.....	97
CUADRO 34. Resumen de Análisis de Varianza de la variable Producción Total de Proteínas del cultivo de maíz en asocio con frijol y monocultivo.....	98
CUADRO 35. Comparación múltiple de medias para la variable Producción Total de Proteínas y el factor Variedad de maíz.	99
CUADRO 36. Comparación múltiple de medias para la variable Producción Total de Proteínas y el factor Sistema de cultivo.	99
CUADRO 37. Comparación múltiple de medias para la variable Producción Total de Proteínas y la interacción Variedad-Sistema de cultivo.	100
CUADRO 38. Resumen de Análisis de Varianza de la variable Rendimiento Teórico de grano en kg/ha del cultivo de maíz en asocio con frijol y monocultivo.	101
CUADRO 39. Costo por hectárea del cultivo de maíz.	102
CUADRO 40. Analisis de presupuestos parciales y dominancia.	103
CUADRO 41. Tasa marginal de retorno para los tratamientos No Dominados	103
CUADRO 42A. Datos de la variable altura de la planta en metros	115
CUADRO 43A. Datos de la variable Número de mazorcas por tratamiento.	116
CUADRO 44A. Datos de la variable Peso de mazorcas.....	116
CUADRO 45A. Datos de la variable Número de filas.	116
CUADRO 46A. Datos de la variable Número de granos.....	117
CUADRO 47A. Datos de la variable Peso de 100 granos de maíz.....	117
CUADRO 48A. Datos de la variable Rendimiento de grano de maíz	118
CUADRO 49A. Datos de la variable Rendimiento de grano de frijol a.....	118
CUADRO 50A. Datos de la variable Índice de Uso Equivalente de la Tierra	118
CUADRO 51A. Datos de la variable Producción Total de Alimentos.....	119
CUADRO 53A. Datos de la variable Rendimiento Teórico de grano	120
CUADRO 54A. Pérdidas de cosecha en hectáreas debidas a la sequía en el municipio de San Pedro Jocopilas	120
CUADRO 55A Resumen de la precipitación pluvial en milímetros de lluvia registrados en la estación del caserío Comitancillo, San Pedro Jocopilas en el año 2,009.	121
CUADRO 56A. Costos de producción por hectárea de los diferentes tratamientos evaluados.	123

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN AGROECONÓMICA DE VARIEDADES DE MAÍZ (*Zea mays L.*) EN ASOCIO CON FRIJOL (*Phaseolus vulgaris L.*) Y MONOCULTIVO EN SAN PEDRO JOCOPILAS, QUICHÉ, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el producto de las actividades realizadas en el municipio de San Pedro Jocopilas como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía durante el período de febrero a noviembre de 2,009 con el apoyo del programa de Ejercicio Profesional Supervisado Multiprofesional –EPSUM- de la Universidad de San Carlos y la municipalidad de San Pedro Jocopilas.

En el primer capítulo, se presenta el diagnóstico del municipio de San Pedro Jocopilas el cual fue el resultado de un proceso sistemático con el que se reconocieron las características generales y la situación agrícola del municipio, ésta información contribuyó a la sistematización de los problemas que afectan a población. La pobreza en que se encuentran la mayoría de sus habitantes fue identificado como el problema principal teniendo sus causas de este en los elevados niveles de analfabetismo, desempleo y la baja productividad agrícola provocando el deterioro de los recursos naturales, la inseguridad alimentaria y el bajo crecimiento económico del municipio.

En el segundo capítulo se presenta el informe de la investigación titulada “Evaluación agroeconómica de variedades de maíz (*Zea mays L.*) en asocio con frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) y monocultivo en San Pedro Jocopilas, El Quiché” la cual tuvo como principal objetivo comparar agrónomicamente cinco variedades de maíz cultivadas en asocio frijol versus monocultivo de maíz, así como determinar la rentabilidad financiera de cada tratamiento, cabe mencionar que dos de las variedades de maíz utilizadas fueron materiales criollos del municipio. Se determinó mediante la realización de la investigación que el asocio maíz y frijol produce un mejor aprovechamiento de los recursos de la tierra

sin afectar el rendimiento del maíz, además se determinó que la variedad mejorada ICTA B-1 produjo un mejor rendimiento y su monocultivo presenta el mayor beneficio económico para los agricultores.

Por último, el capítulo tres describe los resultados de los servicios realizados en diferentes comunidades del municipio, siendo uno de estos el “Establecimiento de Huertos Familiares” que benefició a las familias de los caseríos de Chuijá y Pachicui y a la aldea de Santa María a través de capacitación técnica y establecimiento de parcelas demostrativas, dándoles así la oportunidad de contar con una fuente de ingresos rentable, al mismo tiempo que garantizaron el alimento para sus propias familias. Otro de los servicios fue el de “Extensión agrícola” capacitando a los agricultores del caserío Chuijá en la elaboración de aboneras tipo Bocashi y a los agricultores del caserío Comitancillo en la elaboración de estructuras de conservación de suelos.

1. CAPÍTULO I
DIAGNÓSTICO DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO JOCOPILAS, EL QUICHÉ,
GUATEMALA, C.A.

1.1 PRESENTACIÓN

El presente diagnóstico es el resultado de un proceso sistemático con el que se reconocieron las características generales y la situación agrícola del municipio de San Pedro Jocopilas ésta información contribuyó a la identificación de los principales problemas los cuales son los más urgentes de resolver por lo que a raíz de la problemática existente en el municipio, se generó un árbol de problemas en el que se identificaron las causas y efectos de estos, así como el problema central de esta sistematización.

Para la realización de este diagnóstico, fue necesario recabar información, la cual fue obtenida por los siguientes medios: Revisión bibliográfica, entrevistas con líderes comunitarios, recorridos y observación directa, visitas al centro de salud y a la escuela, entrevistas a los líderes comunitarios (experiencias personales).

Este diagnóstico se realizó durante la ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía en el período comprendido de febrero a noviembre de 2009, con el apoyo de la municipalidad de San Pedro Jocopilas, Quiché y el Programa de Ejercicio Profesional Supervisado Multiprofesional (EPSUM) de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 GENERAL

- Elaborar un diagnóstico general del municipio de San Pedro Jocopilas, El Quiché con el propósito de obtener información descriptiva y actualizada de la comunidad y la detección de sus principales problemas

1.2.2 ESPECÍFICOS

- Describir los aspectos biofísicos, productivos, sociales, culturales y organizacionales propios del municipio de San Pedro Jocopilas.
- Determinar las principales actividades económicas del municipio de San Pedro Jocopilas.
- Determinar y priorizar los principales problemas y necesidades que afectan el desarrollo del municipio

1.3 METODOLOGÍA

1.3.1 Reconocimiento del área de estudio

Se realizaron caminamientos, guiados por un representante de la Oficina Municipal de Planificación, para conocer las principales vías de acceso a los caseríos, cantones y aldeas. Así también las principales zonas de producción agrícola en el municipio.

1.3.2 Técnica del Sondeo

Se entrevistó personalmente a representantes de organizaciones, tales como OMP, COCODES, centros de salud, escuelas, promotores agrícolas y emisoras de radio. Estos tienen a cargo responsabilidades relacionadas con la demografía y el sector agrícola y ambiental en el municipio, por tanto se obtuvo de ellos información vital para este diagnóstico.

Para conocer la situación del municipio, se realizaron encuestas a manera de un sondeo, en el cual se involucraron 4 personajes clave para obtener la información. Estos personajes son: agricultores, promotores agrícolas, maestros de escuelas y líderes comunitarios. Se decidió de esta manera debido a que ellos conocen la situación relacionada al sector agrícola de las diferentes aldeas y caseríos del municipio.

Se decidió utilizar esta técnica de diagnóstico porque es la más adecuada ya que el tiempo y los recursos son escasos como para profundizar demasiado, y más aún el recurso humano. El área es muy grande y lo que se quiere es conocer ciertas particularidades del municipio.

1.3.3 Encuestas

La encuesta consistió en tomar muestras al azar, se hicieron 20 encuestas para agricultores, debido al corto tiempo. Estas muestras fueron hechas en 6 caseríos para cubrir la mayor área posible. De igual manera se hicieron 5 encuestas para promotores agrícolas, 5 para líderes comunitarios y 5 para maestros de escuela.

Se visitaron escuelas en los diferentes caseríos y aldeas, para conocer el sector de la niñez en el municipio. Para esto se realizó una boleta especial, (ver anexo). La razón de

entrevistar a los maestros es porque conocen detalladamente los problemas de la comunidad y específicamente los de la niñez, tales como deserción escolar y muchas otras que sólo se pueden conocer por medio de ellos.

Se hicieron entrevistas a líderes comunitarios COCODES, tanto de la cabecera municipal como de las diferentes comunidades. Esto se realizó para obtener datos específicos de la organización comunitaria, los problemas de la comunidad, sus necesidades principales, logros obtenidos con este tipo de organización y antecedentes de dichos aspectos.

Se visitaron promotores agrícolas de diferentes organizaciones gubernamentales y no gubernamentales con el objetivo de obtener datos específicos de los programas de desarrollo que se realizan en la región. En este sentido, al profundizar en el conocimiento del sistema agrícola del municipio, es necesario conocer el aspecto de asesoría y consejería que dan estas organizaciones a los agricultores.

1.3.4 Participación de la comunidad en la recolección de información

La información más valiosa de éste diagnóstico se obtuvo no en entrevistas formales y encuestas, sino a través del diálogo con los habitantes, niños, mujeres, campesinos, líderes comunitarios, comerciantes, etc. De esta manera la problemática existente es reflejada, pues muchos argumentos de este documento son las palabras directas de alguno de ellos.

1.3.5 Recolección de información secundaria

Se consultó en sitios de internet y en la oficina municipal de planificación sobre diagnósticos anteriores y así tener un mejor panorama del lugar. A través de esta metodología se encontraron monografías y diagnósticos realizados en años anteriores, disponibles en libros así como páginas web de organizaciones no gubernamentales que han hecho estudios en esta comunidad

1.4 RESULTADOS

1.4.1 Generalidades del municipio

1.4.1.1 Antecedentes históricos

Fuentes y Guzmán, anotó en su obra “Recordación Florida”, que alrededor de 1690, los pobladores de San Pedro Jocopilas se dedicaban a producir adobes y buena teja. El pueblo contaba con 148 habitantes. El arzobispo de Guatemala, Cortes y Larraz, quien visitó la diócesis en 1769, en su “Descripción Geográfico-Moral de diócesis de Guatemala” describe a San Pedro Jocopilas como un lugar donde no se miraba siembra cultivo o ganado aunque sí mucho terreno. A consecuencia de la organización territorial, durante el régimen liberal, que contempló la creación del departamento de Quiché por Decreto Gubernativo 72 del 12 de agosto de 1872, figuró San Pedro Jocopilas dentro de sus municipios integrantes.

Respecto al nombre de Jocopilas se conocen diversas versiones acerca de su origen, una de ellas señala que proviene de Xocopilá, nombre del río que se forma en esta región y que de su ribera se obtiene el barro utilizado para la elaboración de alfarería, que caracteriza al Municipio (FUNCEDE, 1995).

Otra versión menciona que la palabra Jocopilas de Xocotla, de origen Nahuatl (idioma de México), la cual se interpreta como “muchos jocotes”, “jocotes chiquitos” o “mucho fruta”. Otras consideran que Jocopilas proviene de la palabra Jacobal, nombre que se le da a un raspador que se utiliza en la elaboración de las vasijas de barro.

1.4.1.2 Localización

El municipio de San Pedro Jocopilas está ubicado a una altitud de 2,135 metros sobre el nivel del mar, con una latitud norte 15° 05' 39" y una longitud oeste de 91° 09' 06", y por pertenecer al departamento de Quiché se ubica en el Noroccidente o Región VII. Sus colindancias son al norte con el municipio de Sacapulas y San Bartolomé Jocotenango, al sur con Chinique, Santa Cruz del Quiché y San Antonio Ilostenango; al este con San Andrés Sajcabajá y al oeste con Santa Lucía la Reforma del departamento de Totonicapán y con Malacatancito del departamento de Huehuetenango. La ubicación geográfica se presenta en la sección de anexos.

1.4.1.3 Extensión territorial

La extensión territorial es de 576 kilómetros cuadrados que representa el 6.7% del total del departamento de Quiché. Cuenta con 52 centros poblados, distribuidos en un pueblo (Cabecera Municipal) y 51 comunidades. Sin embargo de acuerdo al trabajo de campo realizado se determinó que existen 34 centros poblados que no están inscritos en la Municipalidad(FUNCEDE, 1995)

1.4.1.4 Orografía

La extensión total del Municipio es de 29,413.70 hectáreas. Los grandes paisajes más importantes por su extensión que se manifiestan en: montañas volcánicas altas de occidente con una extensión de 13,075.97 hectáreas, que representan el 44.46% del Municipio; macizo intrusivo de Huehuetenango y Sacapulas con una extensión de 8,903.04 hectáreas, que representa el 30.27% del Municipio; relleno Piroclásico Pamaria con una extensión de 4,897.21 hectáreas, que representa el 16.65% y sierra de Chuacús con una extensión de 2,522.99 hectáreas, que representan el 8.58% del Municipio.

1.4.1.5 Clima

Éste Municipio pertenece a las tierras altas cristalinas del altiplano occidental. Sus climas son muy variables en el cual predomina el frío y el templado, existiendo zonas cálidas.

Se establecen dos épocas definidas: invierno y verano. La primera que es la época de lluvia, inicia en mayo y se extiende hasta septiembre u octubre, el verano, que es la época de sol, se presenta en noviembre y finaliza en abril.

Según información obtenida de la estación meteorológica del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH-, ubicada en el departamento de Quiché, los regímenes de temperatura según la estación de Chiguilá son: Temperatura media 16.48°C, según la estación Chixoy son: Temperatura máxima promedio 31.67°C, mínima promedio 17.87°C, máxima absoluta 40.42°, mínima absoluta 9.91°C. Respecto a los regímenes de lluvia el promedio anual es de 964 mm, el promedio en días de lluvia mensual es de 127.

1.4.2 Organización municipal.

1.4.2.1 División política

Según un trabajo realizado por Santos en 2,008, se observa cambios en la división política del Municipio, éstos muestran un aumento de centros poblados en un 60% aproximadamente en comparación con el censo del 2002. También se determinó que tres centros poblados reconocidos por el censo del 2002, no figuran en la división política para el año del estudio.

Se pudo verificar que la división política del Municipio ha variado a través de los años, aumentando el número de centros poblados y la categorización de los mismos (ver anexos). Sin embargo, debido a la falta de procedimientos para el correcto registro de cada aldea, caserío, cantón, finca o paraje, las comunidades se adjudican la categorización que consideran ser, sin quedar algún documento que confirme y autorice dicha clasificación, de acuerdo a los requisitos establecidos en el Código Municipal.

Siendo un claro ejemplo de lo anterior, los centros poblados de Comitancillo y la Primavera de acuerdo al censo 2002 estaban clasificados en la categoría de caserío, y en la investigación de campo se autodenominaron aldeas; así como existen 22 centros poblados que en el censo antes mencionado se encontraban en la categoría de caserío y que en la investigación efectuada ya eran cantones.

Asimismo, se determinó que dentro de las causas de la variación en la división política del municipio, se halla, el crecimiento continuo de la población, la dispersión de los hogares en las comunidades, diferencias políticas, culturales y religiosas, así como la falta de procedimientos para llevar a cabo la inscripción legal de los centros poblados.

1.4.2.2 División administrativa

Dentro de la participación y representación de la población, se identificaron 36 comunidades que cuentan con alcaldes auxiliares y alguaciles, representadas por dos alcaldes indígenas, con sede en el casco urbano (Santos, 2008).

El derecho consuetudinario indígena es ejercido en el Municipio a través de la alcaldía indígena. De acuerdo a información de dicha alcaldía, actualmente existen 76 alcaldes

principales y 176 comunitarios. Los principales están conformados por alcaldes indígenas y comunitarios.

Los alcaldes comunitarios, según el artículo 55 del Código Municipal, son los representantes de las comunidades y están a cargo de la organización y ejecución de la administración jurídica de la comunidad, así como la resolución de conflictos.

1.4.2.3 Organización social y productiva

Las organizaciones que participan en el proceso de desarrollo del Municipio, tienen una importancia significativa, porque de ellas depende la capacidad de colaborar con la población, dentro de estas organizaciones se puede mencionar los Consejos Comunitarios de Desarrollo –COCODES- los que se han creado desde el año 2004 con el fin de organizar a la población y sean ellos quienes desarrollen proyectos de agua potable, energía eléctrica, drenajes y otros.

Se observa además la participación de los padres de familia y maestros en las Juntas escolares que tiene como fin, velar por la ayuda del estado para la cobertura de aspectos de alimentación, infraestructura de escuelas y útiles escolares. La presencia de las iglesias es muy importante también en el municipio, sobresalen las católicas y evangélicas, mismas que realizan varias actividades en sus comunidades para fomentar la colaboración de la población.

Dentro del Municipio, existen diversas instituciones que brindan apoyo a las comunidades para alcanzar el desarrollo de la región. Entre las que se mencionan están: instituciones estatales y organizaciones no gubernamentales, las cuales se detallan en el cuadro 1.

CUADRO 1. *Instituciones de apoyo al desarrollo de San Pedro Jocopilas, El Quiché durante el año: 2009*

Institución	Sector	Funciones	Cobertura
Policía Nacional Civil	Público	Salvaguarda las vidas y los intereses de la población.	Área urbana y rural
Juzgado de Paz	Público	Aplicar la justicia en el Municipio, en el ramo civil, penal y familiar.	Área urbana y rural

Institución	Sector	Funciones	Cobertura
Centro de Salud	Público	Proporcionar el servicio de salud a la población (vacunación, atención médica general, salud reproductiva).	Área urbana y rural
Sub Delegación Tribunal Supremo Electoral	Público	Tener un registro de los ciudadanos que tienen el derecho a emitir sufragio.	Área urbana y rural
Escuelas de educación primaria	Público	Brindar el servicio de educación a los niños en edad escolar de la comunidad.	Área urbana y rural
Escuela de párvulos	Público	Brindar el servicio de educación a los niños en edad preescolar.	Área urbana y rural
Centros de convergencia	Público	Brindar apoyo a las comunidades como centros de albergue y acopio al momento de un desastre.	Área rural
Instituto Nacional de Bosques (INAB)	Público	Regular la deforestación en el Municipio, mediante la aplicación del Decreto 101-96.	Área rural
Programa de Desarrollo Rural (PRORURAL)	Público	Apoyar a los productores de escasos recursos con asesoría y capacitación especialmente en el ámbito agrícola.	Área rural
Coordinación Administrativa Técnica (CTA)	Público	Mantener las estadísticas en materia educacional, coordina al personal docente y lleva registro de los alumnos inscritos en cada centro y nivel educativo.	Área urbana y rural
Oficina Municipal de Planificación	Público	Desarrollar proyectos de infraestructura con el requerimiento de los COCODE.	Área urbana y rural
Programa Nacional de Autogestión Educativa (PRONADE)	Público	Realizar un modelo de trabajo descentralizado para llevar educación a las comunidades lejanas y pobres del Municipio.	Área rural
Comité Nacional de Alfabetización (CONALFA)	Público	Complementar la cobertura de educación a la población mayor de doce años, a quienes se les imparte clases en iglesias, escuelas y casas particulares, en horarios flexibles, con el fin de reducir la tasa de analfabetismo.	Área urbana y rural

Institución	Sector	Funciones	Cobertura
Asociación de Desarrollo Integral de Productores (ASODIP)	ONG	Otorgar microcréditos a los productores, facilitándoles la adquisición de fertilizantes.	Área urbana y rural
Corporación de servicios y apoyo para el desarrollo comunitario (CORSADEC)	ONG	Brindar servicio de salud a todas las comunidades del municipio a través de los centros de convergencia ubicados en diferentes aldeas.	Área urbana y rural
CARE	ONG	Apoyar al municipio para tener instalaciones y programas adecuados para la educación de los niños.	Área urbana y rural
Asociación de Cooperación de Desarrollo Integral de Huehuetenango (ACODIHUE)	ONG	Brindar servicio de salud a todas las comunidades del Municipio a través de los centros de convergencia ubicados en las aldeas.	Área urbana y rural
Salud Sin Límites	ONG	Impartir charlas a niños, jóvenes y adultos sobre salud reproductiva y capacitaciones laborales.	Área urbana y rural
Instituto de Educación Básica por Cooperativa	Privado	Brindar el servicio de educación a los jóvenes del Municipio, con el apoyo de la Municipalidad y los padres de familia.	Área urbana y rural

Fuente: Elaboración Propia, 2009.

1.4.3 Recursos naturales

Los recursos naturales son clasificados en bienes renovables y no renovables de los cuales el hombre dispone para satisfacer sus necesidades y constituyen la riqueza y potencialidad de una región.

1.4.3.1 Hidrología

El río Chixoy o Negro atraviesa el Municipio, éste perteneciente a la cuenca del río Salinas, mismo que se deriva de la vertiente del Golfo de México y que abarca un área de 2.44% respecto a la cuenca. De la misma forma, atraviesa la cuenca del río Motagua, el cual representa en el Municipio un 0.01% del área respecto a la cuenca.

En el Municipio se encuentra una variedad de ríos como lo son: Negro, Chopac, Santa

María, Vega Grande, Xoljá, Xocopilá, Ecka, Cucul, Chioj (FUNCEDE,1995). Es importante resaltar que los ríos van cambiando su nombre de acuerdo a cada centro poblado que recorre, asimismo, durante la época de invierno, se encuentran ríos de lluvia, los cuales no tienen un nombre definido.

Se determinó que la población hace uso de la fuente hidrográfica para el abastecimiento de agua, debido a que un 37% y 25% de la población del área rural y urbana respectivamente, no cuenta con este servicio básico. Asimismo, los ríos en su totalidad están contaminados con desechos sólidos y líquidos (detergentes).

1.4.3.2 **Bosques**

San Pedro Jocopilas es un territorio con una zona de vida caracterizada por un bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS), representa el 99.44% del Municipio, con altitudes de 1,500 a 2,135 metros sobre el nivel del mar. La precipitación pluvial anual oscila entre 1,000 a 2,000 milímetros cúbicos. En el Municipio se encuentran dos tipos de bosques: Coníferas y mixtos (FUNCEDE,1995)

1.4.3.3 **Suelo**

La composición de los suelos es profunda, de textura mediana o pesada, bien drenados o moderadamente drenados, de color pardo o café. Sin embargo, la mayor parte de los suelos no son aptos para el cultivo, más bien tienen vocación forestal.

a) **Tipos de suelo**

Según la Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala, elaborada por Simmons (1959) dentro de los tipos de suelo que se encuentran en el Municipio están:

- **Chixocol -Chx-:** suelos poco profundos, mal drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea cementada. Clima característico moderadamente templado, húmedo-seco. De relieve casi plano en valles intramontañosos. El suelo superficial a una profundidad de 10 a 15 centímetros es franco limoso, friable, de color gris oscuro o café grisáceo.
- **Quiché -Qi-:** suelos profundos, bien drenados, sobre ceniza volcánica pomácea

firmemente cementada, con clima húmedo-seco a relativamente templado. Con relieves suavemente ondulados a inclinados con altitudes entre 1,200 y 2,100 metros sobre el nivel del mar. El suelo superficial, a una profundidad de 20 centímetros, es franco arcillo arenoso, friable, de color café oscuro.

- **Sacapulas -SA-:** suelos poco profundos, bien drenados, desarrollados sobre granito suave y gris, clima seco a húmedo. Relieve inclinado de altitudes medianas. En la superficie existe una alfombra de dos a cinco centímetros de espesor de hojas y ramas caídas. El suelo superficial, a una profundidad de cinco centímetros, es franco arenoso de color café grisáceo a café grisáceo oscuro.
- **Sinaché -Si-:** suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea débilmente cementada, clima templado y húmedo seco. En relieves de pendiente suave a moderadamente inclinado, con elevaciones medianas. Suelo superficial con profundidad de 30 centímetros, franco arcilloso, friable, de café a café oscuro. Son suelos erosivos, pero que han sido usados para cultivos de maíz.
- **Suelos de los Valles -SV-:** clase de terreno que describe los valles grandes, en las cuales ningún tipo de suelo es dominante.
- **Zacualpa -Zc-:** los suelos Zacualpa son excesivamente drenados, poco profundos, desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro, de clima húmedo-seco, ocupa relieves muy inclinados. suelo superficial a una profundidad de 10 centímetros, es franco arenoso suelto de color café a café grisáceo.

b) Usos del suelo

La capacidad y uso del suelo dentro del Municipio, está representada por las clases agrológicas de suelo III, VI y VII.

De acuerdo al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, la clase agrológica VII es la que predomina en todo el municipio de San Pedro Jocopilas, siendo ésta, tierras no cultivables, aptas solamente para producción forestal, con relieve quebrado y pendientes muy inclinadas; sin embargo, los suelos son utilizados para la agricultura, especialmente del maíz y frijol y en una menor proporción a la ganadería, perdiendo la vocación forestal que poseen, esto debido a la pobreza y extrema pobreza en la que vive

la mayor parte de la población del municipio, que ha sido forzada a tener cultivos de subsistencia.

1.4.4 Características de la población

Es bien sabido que el principal recurso de la sociedad en general y del Municipio estudiado, es el poblacional y que éste juega un papel importante en el proceso de desarrollo del mismo, a través de las relaciones de intercambio de bienes y servicios.

1.4.4.1 Clasificación de la población

El cuadro 2 se observa la clasificación de la población de San Pedro Jocopilas datos con los cuales se puede establecer que en los años de 1994 y 2002, la población del municipio creció en un 36.55%, lo que representa una tasa media anual de crecimiento poblacional del 4.57%, mismo que se considera alto tomando en cuenta que la tasa anual promedio a nivel país es de un 3.30%. Este análisis es sumamente importante para la proyección de nacimientos y determinar a la población económicamente activa, entre otras.

CUADRO 2. Clasificación y tamaño de la población en los años 1994, 2002 y 2009

Descripción	1994		2002		2009	
	Habitantes	%	Habitantes	%	Habitantes	%
Población Total	15,951	100	21,782	100	27,514	100
Población por Sexo						
Hombres	7,816	49	10,461	48	13,214	48
Mujeres	8,135	51	11,321	52	14,300	52
Población por área						
Urbana	708	4	948	4	1,198	4
Rural	15,243	96	20,834	96	26,316	96
Población por grupo étnico						
Indígena	14,550	91	20,483	94	25,873	94
No indígena	1,430	9	1,299	6	1,641	6
Población por Edad						
00 – 06	3,937	25	5,396	25	6,816	25
07 – 14	3,617	23	5,349	25	6,756	25
15 – 64	7,933	50	10,271	47	12,974	47
65 y más	464	2	766	3	968	3

Fuente: INE y Centro de atención permanente.

Según el X Censo Nacional de Población y V de Habitación de 1994 del INE, un 4% de la población de San Pedro Jocopilas habitaba en el casco urbano del Municipio y el 96% de la población en el área rural. Para el XI Censo Nacional de Población VI de Habitación de 2002, se mantuvo esta proporción.

Según las proyecciones para el 2009 y la información proporcionada por el Centro de Atención Permanente de San Pedro Jocopilas, dicha relación aún se mantiene, lo cual indica que aunque el crecimiento de la población ha sido acelerado, no hay una concentración demográfica marcada, ya que la población establecida en el área rural es en su mayoría indígena y dada su actividad agrícola, prefieren estar cerca de sus lugares de trabajo.

1.4.4.2 Población económicamente activa -PEA-

Dada la situación económica, la población económicamente activa de los municipios de Guatemala, está conformada por habitantes de entre siete (7) y sesenta y cuatro (64) años de edad. Al analizar la estructura de la población económicamente activa en el Municipio, se tomó de base el X Censo Nacional de Población y V de Habitación de 1994, se compararon con los resultados del XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación de 2002 y las proyecciones para el año 2009, las cuales se resumen a en el cuadro 3. Las actividades productivas básicas a que se dedica la mayoría de la población en el Municipio son: la agricultura, la actividad pecuaria y por último la artesanal.

CUADRO 3. Población económicamente activa del municipio de San Pedro Jocopilas, El Quiché

Descripción	1994		2002		2009	
	Habitantes	%	Habitantes	%	Habitantes	%
P.E.A.	4,718	100	3,753	100	4,740	100
Hombres	4,236	90	3,176	85	4,012	85
Mujeres	482	10	577	15	728	15
P.E.A.	4,718	100	3,753	100	4,740	100
Urbana	537	11	728	19	919	19
Rural	4,181	89	3,025	81	3,821	81

Fuente: INE y CAP.

1.4.4.3 Empleo

El empleo y niveles de ingreso influyen en las condiciones de vida de los habitantes del municipio. En el cuadro 4 se puede observar que más de la mitad de la población en capacidad de trabajar ocupan su tiempo en las labores agrícolas, la segunda actividad ocupacional importante es la pecuaria y le sigue la actividad de comercio. Entre los ladinos con mayor capacidad económica que habitan en el casco urbano hay algunos comerciantes prósperos, transportistas y empleados asalariados con cargos públicos.

CUADRO 4. Ocupación de la población de San Pedro Jocopilas, El Quiché

Actividad	Hogares	%
Agrícola	311	51
Pecuaria	131	22
Artesanal	23	4
Comercio	90	15
Transporte	4	1
Empleado público	12	2
Educación	5	1
Servicios	24	4
Totales	600	100

Fuente: Elaboración propia.

1.4.4.4 Emigración e inmigración

El fenómeno de emigración e inmigración consiste en el desplazamiento de personas hacia fuera como hacia dentro del Municipio. Que conllevan cambios de residencia más o menos permanente, por lo regular esta situación se debe a factores económicos, laborales, sociológicos o políticos. Según un estudio realizado en el 2,008, Santos determinó que solamente el 4% de la población no son originarios del Municipio, el 96% restante son originarios de San Pedro Jocopilas, además indica que el 46% de la población tiene familiares que han emigrado a otros lugares en busca de oportunidades de trabajo y el 54% de las familias residen en su totalidad en el municipio.

Un alto porcentaje de la población del municipio emigra a la ciudad de Guatemala, en su mayoría, gente que se dedica al comercio, con puestos permanentes en mercados, también estableciéndose en varias colonias de la ciudad capital con tiendas de consumo o

bien se dedican a las ventas ambulantes. Según Santos (2008) un 5% emigra al extranjero, específicamente a los Estados Unidos de Norteamérica en busca de mejores oportunidades y un 6% se traslada a la costa para realizar trabajos estacionales, constituyéndose en mano de obra asalariada.

1.4.4.5 Niveles de pobreza y desnutrición

Según la Organización de Naciones Unidas -ONU-, para determinar la pobreza se tiene que utilizar la línea de pobreza, que representa el ingreso mínimo necesario para cubrir el costo de la canasta individual para la satisfacción de las necesidades básicas, alimenticias y no alimenticias, que en nuestro medio se conoce como canasta básica, para el caso del municipio de San Pedro Jocopilas es de Q. 2,225.50, por lo que según Santos solamente un 8% de la población supera este nivel de ingresos, clasificando al 94% restante como pobres. El 68% de la población del Municipio está en extrema pobreza, en su mayoría del área rural, en donde realizan actividades agrícolas de subsistencia (Santos, 2008)

Según la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional (2002), la desnutrición alcanza niveles críticos en el área rural, afecta principalmente a mujeres embarazadas y lactantes, niños y jóvenes, y se agrava entre la población indígena. Según los habitantes del municipio, básicamente el 100% de su dieta consiste en maíz y frijol, con un mínimo acceso a carne, pescado, lácteos etc. Según el Centro de Atención Permanente de San Pedro Jocopilas, aproximadamente un 13% de población está en estado de desnutrición, la mayoría son niños comprendidos entre cero (0) y seis (6) años.

1.4.5 SERVICIOS BÁSICOS Y SU INFRAESTRUCTURA

1.4.5.1 Educación

En el Municipio existen 15 escuelas de educación preprimaria, 59 de educación primaria y cuatro de educación media, de las cuales dos son públicas y dos por cooperativa. El deficiente servicio de educación en el Municipio se debe a las siguientes causas: no existe equidad de número de maestros en relación a el número de alumnos, las escuelas no poseen las características físicas mínimas, no poseen suficiente material didáctico y las condiciones de vida de la población obliga a los niños a desertar con el objetivo de trabajar en las actividades agrícolas.

Para el año 2006 el 90% de niños inscritos corresponde al sector de primaria, un 5% al sector preprimaria y en igual porcentaje para básicos, en el año 2009 el porcentaje de niños inscritos para el sector primaria es del 95%, el 2% corresponde al sector preprimaria y el 3% restante para el nivel medio, sin embargo esto no significa que el número de niños haya incrementado para el año 2009. De hecho para dicho año se presenta una disminución en un 27% del total de niños inscritos en edad de estudiar. La falta de recursos financieros, la necesidad de requerir mano de obra en los meses de siembra y cosecha y desinterés de los padres de familia ha permitido esta disminución entre los dos años comparativos.

Adicional al decremento de niños inscritos se presenta otro obstáculo que no permite el buen desarrollo educacional y esto se debe a que la capacidad de cobertura no es la suficiente y necesaria para abarcar el 100% y en caso extremo para el nivel diversificado al no contar con algún establecimiento que imparta dicho nivel, lo que obliga a los estudiantes a trasladarse a la Cabecera Departamental para continuar una carrera a nivel medio, es necesario mencionar que el número de estudiantes graduados a nivel medio se incrementaría si dentro del mismo Municipio existiera un instituto o colegio que facilitara tal servicio, y esto únicamente motivaría a los jóvenes a continuar una carrera a nivel universitario.

Referente a las tasas de deserción para el sector preprimaria y primaria se mantiene en un 3% , el sector medio específicamente básicos presenta tasas manejadas entre un 8% y 10% para los años comparados. Las razones son varias, la principal se considera la necesidad de ayudar a los padres en las actividades agrícolas cuando se requiere, la cultura general no les permite ver el alcance que sus hijos podrían obtener a nivel profesional, personal y financiero si estos culminaran con su educación, no lo ven necesario y se mantienen en la posición de formar buenos agricultores y no profesionales.

Lo anterior mencionado también repercute en las tasas de repetición debido a que al ausentarse por varias semanas de la escuela, su rendimiento al final no es el mismo al de un niño que asiste regularmente, e incrementa así la tasa de repetición y por tanto disminuir el número de promovidos. Si bien es cierto el porcentaje de promovidos aumentó en el año 2009 en relación al año 2006 en un 20% no se debe considerar

como una mejora en nivel de educación, esto se debe principalmente a que el total de niños inscritos disminuyó considerablemente en este año como se mencionó anteriormente, lo que permitió una mejor atención por parte de los maestros hacia los alumnos.

1.4.5.2 **Salud**

Este servicio prestado inicialmente por el Centro de Atención Permanente -CAP- y Centros de Salud comunitarios los cuales reciben además el apoyo de instituciones tales como Corporación de Servicios y Apoyo para el Desarrollo Comunitario -CORSADEC- y la Asociación Comunitaria de Desarrollo Integral de Huehuetenango -ACODIHUE-. A la fecha existen 3 puestos de salud y 29 centros de convergencia.

Cabe mencionar que el CAP tiene una afluencia de 800 personas semanalmente. Sin embargo para el caso de las mujeres en período de gestación el 98% de estas aún utilizan el servicio de comadronas tradicionales.

Según se determinó durante la realización del diagnóstico que dentro las diferentes enfermedades que afectan a la población se pueden mencionar las afecciones respiratorias, parasitosis intestinal, infecciones intestinales y enfermedades pépticas con un 72%. Adicional a esto se puede mencionar que dentro de las principales causas de mortalidad se encuentran el trastorno del equilibrio, neumonías, paros cardíacos, anemias con un 70% esto según datos del CAP.

1.4.5.3 **Agua Potable**

En el casco urbano y rural este servicio es prestado por la municipalidad y consiste únicamente en su distribución, ya que no existen contadores para su medición, este servicio no tiene ningún costo para los pobladores de la cabecera municipal.

De acuerdo a resultados de la encuesta un 60% del total de la población cuenta con el servicio de agua potable de la cual el 65% posee chorro de uso exclusivo, el 14% comparten entre varios hogares y un 21% hace uso de pozos comunitarios. En el área rural los métodos de captación más utilizados son: el entubamiento cercano a nacimientos, elaboración de pozos artesianos y/o acarreos superficiales próximos a las

viviendas sin embargo existe el riesgo de contaminación, por el hecho de que las viviendas tienen cerca de sus hogares fosas sépticas cuyos desechos se infiltran en la tierra y contaminan los mantos acuíferos superficiales y/o de nacimientos.

A través de la observación se determinó que en las comunidades rurales el agua utilizada para consumo no posee las condiciones mínimas de salubridad, por lo que los pobladores se ven en la necesidad de utilizar diferentes técnicas de desinfección tales como: hervir o clorar. Debido a la falta de recursos financieros los proyectos de agua potable no han podido ser expandidos en la totalidad del Municipio.

1.4.5.4 Energía eléctrica

Actualmente el servicio es prestado por la empresa Distribuidora de Electricidad de Occidente, S.A. –DEOCSA-, al año 1994, existía prestación de servicio a 2,693 hogares, que representa el 10%, para el 2002 se incrementó considerablemente a 3,559 que equivalen al 64% del total de hogares, según el INE.

Según la Oficina municipal de planificación -OMP- en el año 2009 existió una cobertura del 95% de hogares para la cabecera municipal y de 70% para el área rural, el crecimiento del servicio se ha incrementado en un 19% en comparación al año 2002, el resto de la población no cuenta con luz eléctrica debido a varios factores, entre los más importantes carencia de recursos económicos y falta de proyectos por parte de la Municipalidad para atender comunidades lejanas.

1.4.5.5 Drenajes

El servicio de drenajes en la Cabecera Municipal tiene más de 25 años, los colectores que existen desembocan en diferentes lugares cercanos donde existen riachuelos y el río Xocopilá, los que generan contaminación y que puede verificarse por la simple observación. No existen plantas de tratamiento de aguas residuales, por lo que la incidencia de enfermedades en la población aumenta.

Se determinó en la realización del diagnóstico que no existen drenajes en el área rural. Las aguas servidas yacen a flor de tierra alrededor de las viviendas, además utilizan pozos sépticos o ríos cercanos a la población donde desembocan todos los residuos.

1.4.5.6 Sistema de recolección de basura

Según datos del Centro de atención permanente, en el año 2009 el 78% de la población de área urbana utiliza el servicio de camión que recolecta desechos dos veces por semana, el municipio carece de un predio de control y manejo de desechos, la basura recolectada es vertida en un predio municipal de la cabecera departamental donde es incinerada. Los vecinos que no pagan el servicio utilizan barrancos aledaños al área urbana, como vertederos, que ocasiona serios daños al medio ambiente y a la calidad de vida de los habitantes.

El 100% del área rural carece del servicio de recolección de basura, ésta es lanzada en sitios baldíos y en barrancos, sin control de ninguna autoridad y en otras ocasiones es quemada o bien utilizada como abono sin realizar ningún tratamiento, lo cual representa riesgos para la salud de los habitantes de las comunidades.

1.4.5.7 Letrinas

Se determinó que de la totalidad de los encuestados en el área rural, el 50% cuenta con letrina; 15% con fosa séptica; mientras que el 35% no utiliza ningún tipo de servicio sanitario. Con respecto a la ausencia del servicio sanitario, es importante indicar que la mayoría son viviendas del área rural. Esta situación ocasiona problemas o focos de contaminación que pueden tener consecuencias graves en la salud de los pobladores. La municipalidad no tiene registros que permitan determinar la cantidad de hogares y el lugar donde poseen estos servicios.

1.4.6 ESTRUCTURA AGRARIA

1.4.6.1 Uso actual y potencial de la tierra

Se refiere al uso y aprovechamiento que realiza el ser humano de la tierra que posee. Los cultivos anuales o temporales han disminuido derivado por el desgaste que ha sufrido la tierra, el cual se acentúa con la tala inmoderada que se ha dado en los últimos años, así como al interés de la crianza de ganado bovino, el cual requiere de grandes extensiones de terreno. En el cuadro 5 se analiza el uso actual de la tierra del municipio de San Pedro Jocopilas.

CUADRO 5. Uso del suelo según estratos en el municipio de San Pedro Jocopilas

Uso de la Tierra	Hectáreas	%
Cultivos anuales o temporales	2,005.02	39
Cultivos permanentes y semipermanentes	82.509	2
Pastos	942.66	18
Bosques	2,098.91	41
Totales	5129.089	100

Fuente: INE, 2003.

1.4.6.2 Tenencia de la tierra

Describe la forma de ocupación de la tierra, que incluye los derechos que el productor pueda tener sobre la tierra que trabaja; según datos de la Oficina municipal de planificación, existen dos formas básicas de tenencia de la tierra: propia y arrendada. En el cuadro 6 se puede observar cómo se encuentra la situación de la tenencia de la tierra, en el municipio.

CUADRO 6. Tenencia de la tierra por tamaño de finca en el municipio de San Pedro Jocopilas

Regimen	Hectáreas	%
Propia	5,070.70	99.29
Arrendada	22.365	0.44
En colonato	0.441	0.01
En usufructo	11.088	0.22

Fuente: INE, 2004

Del año 1979 al 2009 como resultado del proceso de atomización, el cual consiste en fraccionar los latifundios, los regímenes como el colonato, usufructo y otras tomaron la tendencia de desaparición, derivado a la compra directa, herencias, desmembraciones y negociaciones contractuales entre particulares.

1.4.6.3 Concentración de la tierra

Para el sector agrícola y pecuario, la extensión del terreno se divide en cinco unidades económicas, las que se clasifican en microfincas, fincas subfamiliares, fincas familiares, fincas multifamiliares medianas, fincas multifamiliares grandes según su tamaño. El cuadro 7 indica que se ha dedicado más superficie de tierra a la creación de minifundios (microfincas y fincas subfamiliares), como resultado de la división o desmembración de

los latifundios (fincas familiares y multifamiliares) por repartición, herencia entre parientes o venta a terceros, que representan un 95.48% del total de fincas con un 46.57% de extensión, mientras que a los latifundios les corresponde el 4.52% con un 53.43% de extensión.

CUADRO 7. Concentración de la tierra en el municipio de San Pedro Jocopilas.

	Cantidad de fincas	%	Superficie (ha)	%
Censo 1964				
Microfincas	170	11.53	72.8	0.61
Sub familiares	980	66.44	2,713.20	22.86
Familiares	287	19.46	4,519.20	38.07
Multifamiliares	38	2.58	4,565.40	38.46
Censo 2003				
Microfincas	1,532	53.64	875.11	13.4
Sub familiares	1,195	41.84	2,167.09	33.17
Familiares	125	4.38	2,965.64	45.4
Multifamiliares	4	0.14	524.5	8.03

Fuente: INE, 2004

1.4.7 Actividades Productivas

Se observa en el cuadro 8 que el valor económico de la actividad artesanal sobrepasa a la agrícola en un 4% aproximadamente, esto por obtener mayor valor agregado en su propia actividad. En el Municipio principal actividad es la agricultura, debido a que esta es la que provee los alimentos básicos de la dieta de los productores, dentro de la actividad pecuaria se puede observar un poco desarrollo de la misma, esto se debe a que los suelos no son los adecuados para realizarlo, dentro de esta actividad se determinó que el primordial es la crianza de pollos. Finalmente la actividad artesanal donde se destaca la panadería, carpintería, elaboración de trenzas de palma y en menor escala la alfarería, esta actividad se transmite de generación en generación. No se identificaron actividades industriales, agroindustriales, extractivas o turísticas

CUADRO 8. Resumen de actividades productivas en San Pedro Jocopilas.

Actividades	Generación de empleo	%	Valor de la producción	%
Agrícola	762	38	2,414,585	34
Pecuario	670	33	1,934,800	28
Artesanal	57	3	2,660,232	38
Comercio y servicio	539	26	0	0

Fuente: Elaboración propia.

1.4.8 Infraestructura productiva

El municipio de San Pedro Jocopilas, cuenta con una infraestructura deficiente, ya que la mayoría de productores agrícolas y pecuarios utilizan métodos rudimentarios y escasas instalaciones en sus procesos productivos debido a lo fragmentada que se halla la producción, en múltiples pero pequeños productores. Y que los productos obtenidos de dichas actividades son destinados principalmente al consumo familiar o autoconsumo. Dentro de las principales se encuentra la existencia de tres centros de acopio, secundarios ubicados en la Cabecera Municipal y las comunidades de Comitancillo y El paraíso. El acceso hasta el Municipio se encuentra totalmente asfaltado y en excelentes condiciones, el 90% de las vías de acceso hacia las comunidades aún son de terracería. Los puentes identificados suman 15 en todo el Municipio, y además cuentan con energía eléctrica, servicio prestado a la fecha por la Empresa Distribuidora de Energía de Occidente, Sociedad Anónima –DEOCSA- lo anterior son ventajas con las que se disponen y que pueden ser aprovechadas por la población para fines comerciales, que les permita mejorar su calidad de vida, se hace énfasis en el hecho de que cuentan con la mejor carretera asfaltada como acceso al Municipio de todo el Departamento, condición que a la fecha no ha sido aprovechada al máximo.

1.4.8.1 Beneficios y silos

La producción agrícola es destinada principalmente al consumo familiar, esto constituye un factor determinante para la inexistencia de beneficios o silos que normalmente son utilizados para almacenar excedentes de producción. Según información proporcionada por los habitantes este tipo de infraestructura no ha existido en el Municipio. Para el almacenamiento y protección de los productos agrícolas, utilizan costales y sus propias viviendas como graneros.

1.4.8.2 Sistemas de riego

Su utilización es mínima o casi nula, debido a la carencia de recursos financieros y a la falta de conocimientos técnicos entre la población. La mayoría de los productores utilizan el sistema natural o agua de lluvia, la que se aprovecha directamente en el invierno e indirectamente en el verano, a través del sistema de riego artesanal denominados tomas o aguadas, que no es más que una cabida de unos 15 metros de diámetro en el suelo, que sirve precisamente para la acumulación del vital líquido. El riego que se practica actualmente corresponde a sistemas por gravedad, implementados empíricamente por las personas del lugar.

1.4.9 Producción agrícola

La actividad productiva principal del Municipio es la agrícola la cual representa el 36% de la producción total y el 38% en generación de empleo; siendo ésta la base de la economía del municipio de San Pedro Jocopilas. Esta producción concentra principalmente en los granos básicos, la cual se desarrolla con mayor intensidad en el área rural junto con otras actividades tales como pecuarias y artesanales; y es realizada por el agricultor con ayuda de otros miembros que regularmente son familiares, en pocas ocasiones se utiliza mano de obra asalariada. En el cuadro 9 se presenta un resumen de las actividades productivas agrícolas en el municipio, en este cuadro se puede observar que los principales cultivos son el maíz y frijol, los cuales se producen en todos los centros poblados del municipio, es de notar que en las microfincas y fincas subfamiliares existe una mayor diversidad de cultivos que en las fincas familiares y multifamiliares.

CUADRO 9. Superficie cultivada según especie y tipo de finca en San Pedro Jocopilas.

Tipo de finca/Cultivo	Superficie cultivada en hectáreas
Microfincas	402.37
Arveja	6.41
Frijol	152.2
Güicoy	12.06
Haba	24.19
Maíz	207.51
Subfamiliar	140.32
Arveja	0.44
Frijol	55.31

Güicoy	0.94
Haba	7
Maíz	76.63
Familiares	2.5
Frijol	1.25
Maíz	1.25
Multifamiliar	1.5
Frijol	0.25
Maíz	1.25
Total general	546.69

Fuente: Elaboración propia.

1.4.9.1 Niveles Tecnológicos

Los principales cultivos observados durante la realización del diagnóstico dependen básicamente para su desarrollo de la temporada de invierno, esto para llevar a cabo la siembra. La mayor parte de la producción es utilizada para el autoconsumo o consumo familiar y en una mínima cantidad se destina a la comercialización. En el cuadro 10 se puede observar el nivel de tecnología encontrada en las actividades agrícolas durante el año de estudio.

CUADRO 10. Niveles tecnológicos aplicados a la agricultura en San Pedro Jocopilas.

Niveles	Conservación de suelos	Agroquímicos	Riego	Asistencia Técnica	Crédito	Semillas
I TRADICIONAL	No se practican métodos de conservación	Se aplican en baja proporción y son mal utilizados	Cultivo de invierno	Hay escasa cobertura	No tienen acceso	Criollas
II BAJA TECNOLOGÍA	Algunas practicas de conservación	Se aplican en baja proporción y son mal utilizados	Cultivo de invierno	Se recibe de agroservicios	Acceso a mínima parte	Criollas y mejoradas

Fuente: Elaboración propia.

1.4.10 Problemas detectados

Los resultados del diagnóstico muestran que el problema más relevante en el municipio de San Pedro Jocopilas es la pobreza en la que viven la mayoría de sus habitantes, cuyas causas y efectos se presentan en el árbol de problemas presentado en la figura 1. Esta problemática refleja diversos efectos sobre la población, entre los que destacan la baja productividad agrícola, la desintegración familiar, la delincuencia y alcoholismo, la migración a otros centros urbanos o al extranjero y el incremento de problemas de salud. Para entender los problemas que afectan a la población se identificaron las causas que los generan, de estas causas se pueden mencionar las principales: como la mala planificación familiar lo que genera que se observen familias muy numerosas y con pocos recursos económicos para satisfacer las necesidades de la familia, esto está ligado al alto grado de analfabetismo ya que sus precarias condiciones económicas no les permiten tener acceso a la educación.

Por otra parte el desempleo que aqueja a muchos de los pobladores influye en que opten por medidas delictivas para satisfacer sus necesidades económicas o que se vuelvan adictos al alcohol y las drogas. Además las comunidades tiene desconocimiento del cuidado y manejo de los recursos naturales, por eso la existencia de excesiva deforestación en los alrededores de la aldeas y centros poblado debido a la necesidad que tienen las personas para la obtención de leña como recurso energético y también por la tala inmoderada de árboles para sacar madera para la construcción de viviendas. Esto aunado al bajo nivel de tecnología que los agricultores utilizan en los cultivos, es una de las causas principales de la erosión de los suelos y la pérdida de su fertilidad bajando así la productividad agrícola en la región.

Los efectos que genera la pobreza en esta aldea son bastante graves tal es el caso de la desnutrición que provoca alta mortalidad materno infantil, bajo rendimiento escolar, problemas de salud congénitos y en general una baja calidad de vida.

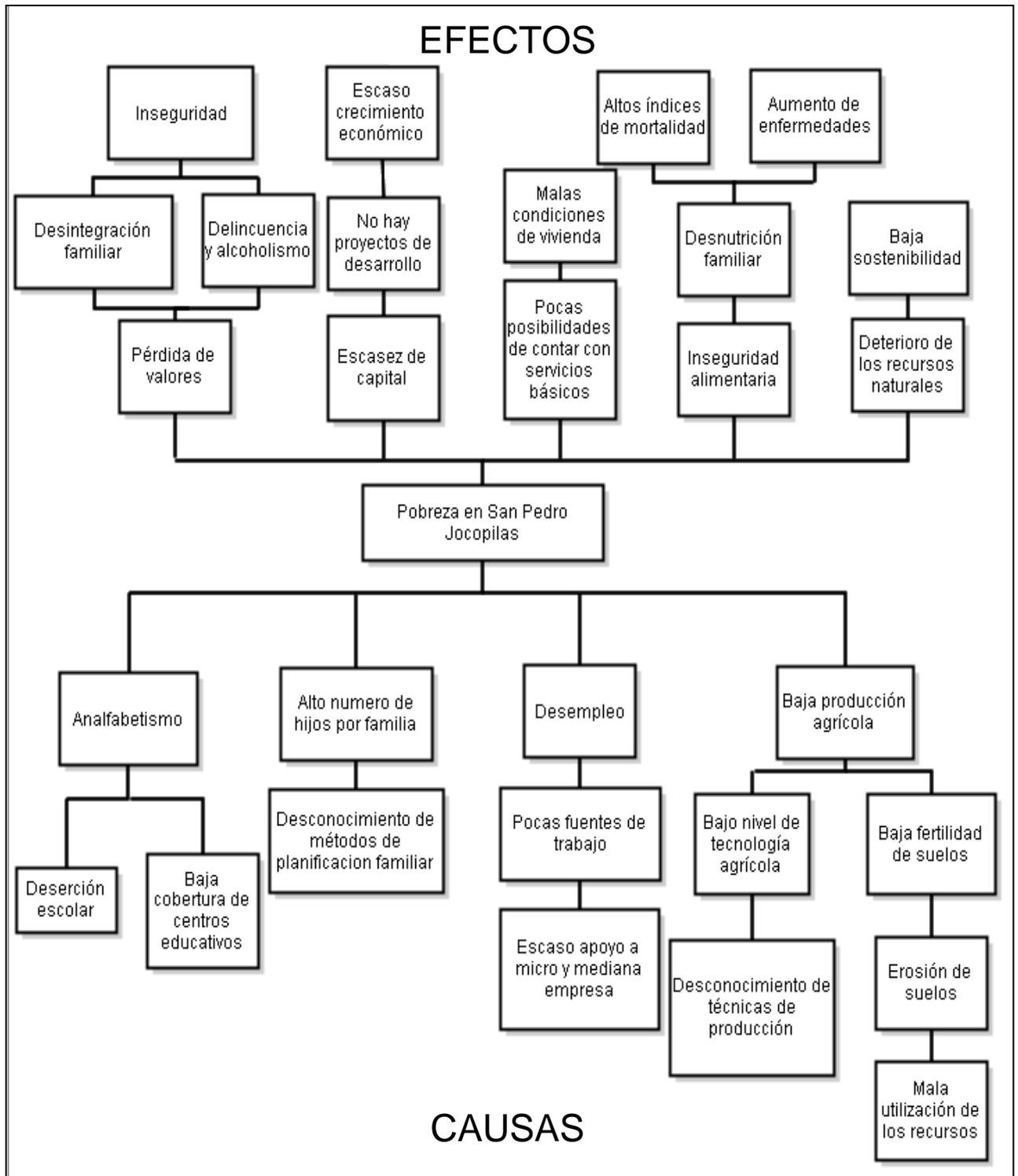


Figura 1. Árbol de Problemas del municipio de San Pedro Jocopilas, El Quiché. Fuente: Elaboración propia.

1.5 CONCLUSIONES

- Se describieron los aspectos biofísicos, sociales, culturales y organizacionales así como las condiciones generales del municipio de San Pedro Jocopilas en el año 2,009.
- La principal actividad económica del municipio es la agricultura, ésta es una actividad de subsistencia basada en el cultivo de maíz y frijol, por razones de tradición y cultura la gente sigue con estas siembras a pesar de que sus rendimientos son bajísimos, utilizando el 90% de la cosecha para autoconsumo y el 10% restante para la venta.
- El principal problema del municipio es la pobreza que afecta a la mayoría de habitantes, se identificó que las principales causas de este problema son los altos índices de analfabetismo, el desempleo, la baja productividad agrícola y la alta tasa de crecimiento de la población. Los efectos de la pobreza son muchos destacando el deterioro de los recursos naturales, la inseguridad alimentaria y que no existe crecimiento económico en el municipio.

1.6 RECOMENDACIONES

- Es indispensable que se promueva la implementación de tecnología agrícola y de proyectos pecuarios adaptados a la región con el fin de generar ingresos económicos para los agricultores y no solamente de subsistencia.
- Las autoridades y organizaciones del municipio deben mejorar los servicios básicos, promover la inversión y el establecimiento de empresas que contribuyan a la creación de fuentes de trabajo así como crear capacidad en las propias comunidades para realizar proyectos de desarrollo económico y social.
- La municipalidad y los dirigentes de la comunidad deben velar por que se mejoren las condiciones de las escuelas, así como brindar mayor cobertura educativa y además deben realizar programas que promuevan los valores, competencias y habilidades que sean de beneficio para el municipio.
- Se debe fomentar la organización y participación de las mujeres en los proyectos productivos con un enfoque de equidad y género, ya que son ellas un pilar importante en el desarrollo de la comunidad.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Centro de atención permanente de San Pedro Jocopilas. 2009. Estadísticas poblacionales de San Pedro Jocopilas. (Documento interno no publicado).
2. FUNCEDE (Fundación centroamericana para el desarrollo,GT).1995. Diagnóstico y plan de desarrollo del municipio de San Pedro Jocopilas departamento de Quiché. Guatemala. 58 p.
3. INE (Instituto nacional de estadística, GT). 2005. IV Censo Nacional Agropecuario Guatemala 2003 4. Guatemala. 365 p.
4. INE (Instituto nacional de estadística, GT). 1996. Censo nacional de población, X y V de habitación : departamento de Quiché. Cifras definitivas. Guatemala. 138 p. (Serie Censos de Guatemala 1994; 14)
5. INE (Instituto nacional de estadística, GT) .2003 Censos Nacionales XI de Poblacion y VI de Habitacion, Guatemala 2002. Guatemala. 271 p.
6. INSIVUMEH, 2009. Parámetros metereologicos de la estación Chigüila Quiché (en línea). Guatemala. Consultado 25 sep 2009. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/QUICHE/CHIGUILA%20PARAMETROS.htm>
7. INSIVUMEH, 2009. Parámetros metereologicos de la estación Chixoy Quiché (en línea). Guatemala. Consultado 25 sep 2009. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/QUICHE/CHIXOY%20QUICHE%20PARAMETROS.htm>
8. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:250,000. Color. 1 CD.
9. Santos, E.2009. Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión en el municipio de San Pedro Jocopilas. Guatemala. s.p. (borrador).
10. Simmons, C; Tarano, J.; Pinto, J.1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la Republica de Guatemala. Guatemala. Instituto agropecuario nacional. 1000 p.



Vo. Bo. CEDIA:

Rolando Barrios

1.8 APÉNDICE

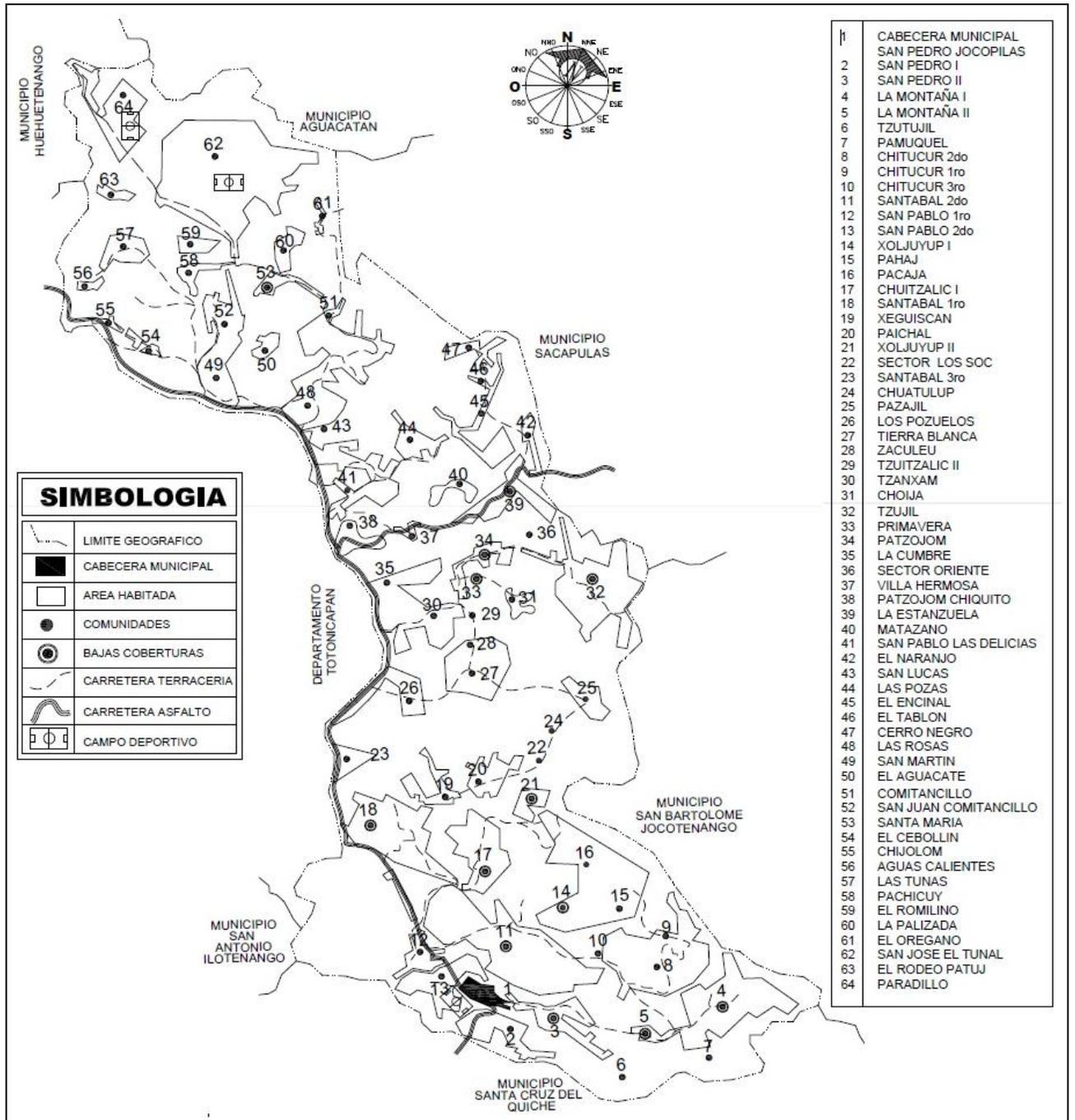


Figura 2A. Aldeas y caseríos del municipio de San Pedro Jocopilas, El Quiché. Fuente: Santos, 2010.

2. CAPITULO II

EVALUACIÓN AGROECONOMICA DE VARIEDADES DE MAIZ (*Zea mays* L.) EN ASOCIO CON FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) Y MONOCULTIVO EN SAN PEDRO JOCOPILAS, EL QUICHÉ, GUATEMALA, C.A.

AGROECONOMIC EVALUATION OF VARIETIES OF MAIZE (*Zea mays* L.) INTERCROPPED WITH COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) AND MONOCULTURE IN SAN PEDRO JOCOPILAS, EL QUICHÉ, GUATEMALA, C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

En el sistema de cultivo de maíz en San Pedro Jocopilas predomina el uso de variedades locales, que aunque constituyen parte de la identidad cultural de cada una de las aldeas y caseríos del lugar, muchas veces su rendimiento no cubre las necesidades alimentarias de las familias, reflejando elevados índices de desnutrición en las comunidades que dependen de este cultivo.

Al utilizar variedades de maíz mejoradas los agricultores podrían llegar a producir lo suficiente para proveer de alimento a sus familias y crear excedentes los cuales podrían almacenar o vender para obtener ganancias económicas que ayuden a la economía familiar, sin embargo en estas localidades las variedades mejoradas no han sido comparadas con las variedades locales desconociendo que su rendimiento sea mejor bajo las condiciones de San Pedro Jocopilas.

Una práctica comúnmente utilizada de manera empírica por algunos agricultores del lugar, es el asocio de cultivos, principalmente maíz con frijol; este sistema al ser comparado con el sistema de monocultivo de maíz, provee múltiples beneficios destacando el mejor aprovechamiento de los recursos, así como un mayor aporte nutritivo a la dieta de los agricultores, sin embargo no se existen datos científicos que confirmen que los cultivos maíz y frijol asociados bajo las condiciones de cultivo en San Pedro Jocopilas sean de beneficio para la seguridad alimentaria de los agricultores locales, por lo que se hace necesario crear estas referencias científicas para validar su uso como una práctica favorable en estas localidades.

Tomando en cuenta lo anterior y la importancia que tiene el cultivo de maíz en el Municipio de San Pedro Jocopilas se evaluaron tres variedades mejoradas promisorias para la región y se comparó su rendimiento con 2 variedades locales manejadas por los agricultores, asimismo se realizó una comparación agronómica de cada variedad bajo los sistemas de asocio con frijol y monocultivo, los cuales fueron distribuidos bajo un modelo bifactorial con arreglo en parcelas divididas y bloques al azar, utilizando tres repeticiones, y una prueba de medias DMS, como parte del programa de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía en el período de febrero a diciembre del 2,009,

con el apoyo de la municipalidad de San Pedro Jocopilas, Quiché y el Programa de Ejercicio Profesional Supervisado Multiprofesional (EPSUM) de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE MAÍZ:

El maíz es una gramínea anual, robusta, de 1-4 m de altura, determinada, normalmente con un solo tallo dominante, pero puede producir hijos fértiles, hojas alternas en ambos lados del tallo, pubescentes en parte superior y glabras en parte inferior, monoica con flores masculinas en espiga superior y flores femeninas en jilotes laterales; potándrica con la floración masculina ocurriendo normalmente 1-2 días antes que la femenina, polinización libre y cruzada con exceso de producción de polen: 25-30 mil granos por óvulo, granos en hileras encrustados en el olote, mazorca en su totalidad cubierta por hojas; metabolismo fotosintético C4 (Fisher y Palmer, 1984).

CUADRO 11. *Clasificación Botánica del maíz*

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Andropogoneae
Género:	Zea
Especie:	Z. mays L.

Fuente: Wikipedia, 2009

El maíz tiene una amplia diversidad genética, esto se encuentra reflejado en las más de 250 razas clasificadas en todo el mundo. Mesoamérica es considerada centro de origen del maíz, donde se cultiva desde las épocas precolombinas. Wellhausen en 1957 identificó 13 razas de maíz en Guatemala, entre las cuáles se pueden mencionar: Raza Olotón, San Marceño, Quicheño, Naltel, entre otros. Dentro de la diversidad de maíz existen cultivares de menos de 1 m de altura, 8-9 hojas y una madurez de 60 días y otros con más de 5 m de altura, 40-42 hojas y una madurez de 340 días.

El grano de maíz es una fruta completa (cariopsis) con una semilla. La semilla, que consiste fundamentalmente en el embrión y el endosperma, se encuentra incrustada en el pericarpio, que es parte del ovario. En promedio, el pericarpio ocupa 5.5%, el endosperma 82%, el embrión 11.5% y el pedicelo solamente 1% del total. El grano contiene alrededor de 1.5-1.6% de N, 0.3% de P, 0.35% de K, 0.03% de Ca, 0.12% de S, 0.17% de Mg, correspondiente con 75% de carbohidratos, 10% de proteína, 5% de lípidos y 10% de agua. El endospermo que forma la mayor parte del grano 80-85% contiene en su superficie una capa llamada aleurona, cuyo espesor está formado por una célula, capa que es muy rica en proteínas y grasas. El contenido de proteína promedio en el maíz es de 8-10%, aproximadamente la mitad o las tres cuartas partes se hallan en la porción de gluten corneo. El germen constituye 10-15% del peso del grano, encierra la quinta parte del total de proteínas del grano entero. Los hidratos de carbono equivalen a 73% del grano de maíz y está formado por hidratos de carbono bajo la forma de almidón, azúcar y fibra (celulosa). El almidón se encuentra principalmente en el endospermo, el azúcar en el germen y la fibra o celulosa en la cubierta (Fuentes, 2002).

2.2.2 EL MAÍZ EN GUATEMALA :

El cultivo del maíz (*Zea mays* L.) forma parte del grupo de los granos básicos que constituyen base de la dieta de la población guatemalteca por su alto contenido energético y de proteínas, cuya parte consumida es la semilla sexual. En Guatemala, las principales especies de granos básicos son el maíz, frijol negro, arroz y sorgo. Estos granos revisten una importancia especial por sus implicaciones culturales, socioeconómicas y alimentarias.

Los granos básicos son la principal fuente de carbohidratos (65%) y de proteína (71%) en la dieta de los guatemaltecos. El principal cultivo de los granos básicos es el maíz. La contribución del maíz en la ingesta per cápita de energía y proteína es de 37.7% y 36.5%, respectivamente, comparado con el frijol negro que presenta valores de 9.5% y 22.9%. El consumo promedio per cápita de maíz por año es de 114 kg. Sin embargo, este valor bajo condiciones de menor ingreso económico familiar, puede hasta duplicarse (Fuentes, 2002).

2.2.3 ZONAS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN GUATEMALA

Las zonas de producción de maíz de grano blanco y amarillo en Guatemala se ubican en diferentes ambientes agroecológicos, ubicados entre 0 y 3,100 msnm (Figura 3). Cada uno de los ambientes dispone de diferentes condiciones climáticas, relacionadas con altitud, temperatura, humedad relativa y precipitación, entre otros, que caracterizan su condición agroclimática. En Guatemala existen principalmente dos grandes zonas: el Trópico Bajo (0-1,400 msnm) y la zona del Altiplano (1,500-3,100 msnm).

El Trópico Bajo se subdivide en áreas con condiciones de humedad favorecida y de humedad limitada. La zona de Trópico con condición de humedad favorecida tiene una mejor distribución de la precipitación pluvial, ocupa el 45% del área de maíz (421,393 mz). En esta zona se ubican áreas de cultivo que corresponden a los departamentos Retalhuleu, Escuintla, Santa Rosa, la zona baja de San Marcos y Quetzaltenango, algunas zonas de Jutiapa, Alta Verapaz, Izabal, así como la zona baja de Huehuetenango, Quiché y El Peten (MAGA, 1998).

El área con condiciones de humedad limitada, que presenta problemas de distribución errática de la precipitación y períodos prolongados de sequía (canícula), ocupa el 25% del área maicera (234,107 mz). En esta zona se ubican áreas que corresponden a los departamento de Jutiapa, Chiquimula, Jalapa, Zacapa, El Progreso, Baja Verapaz, algunas zonas de sequía ubicadas en Quiché, Huehuetenango y El Petén. Así mismo, en los últimos años se ha identificado como zona con problema de sequía una franja de 15 km a lo largo del Océano Pacífico que incluye áreas maiceras de los departamentos de San Marcos, Retalhuleu, Suchitepéquez y Escuintla (MAGA, 1998).

Por su parte, el Altiplano, que se subdivide en un área de transición (1500-1800 msnm) y las tierras altas (más de 1800 msnm), ocupa el 30% del área total de maíz (280,928 mz) (ICTA, 2000). Esta zona presenta diversidad de condiciones agroecológicas relacionadas a altitud, temperatura y precipitación. Incluye áreas maiceras correspondientes a los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Quiché, Sololá, Totonicapán, Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango y algunas localidades ubicadas en Jalapa (ICTA, 2000).

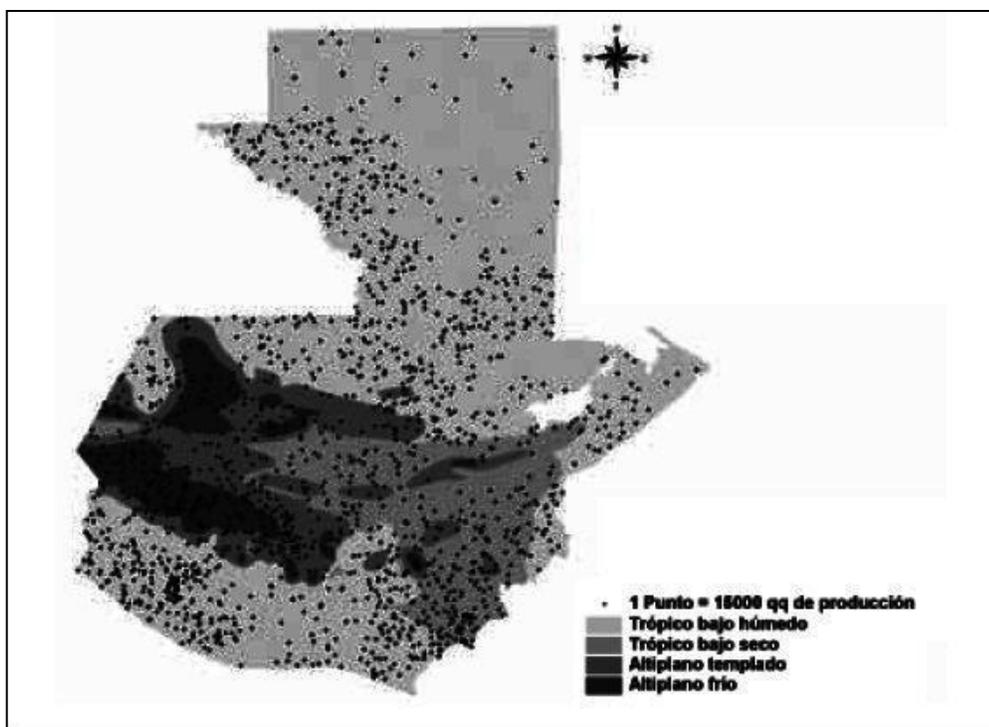


Figura 3. Zonas de producción de maíz en Guatemala. Fuente: Fuentes et al, 2005.

En ambas zonas se encuentran áreas de producción ubicadas en condiciones de plan y ladera. El mayor porcentaje de agricultores que producen bajo condiciones marginales se presenta en la zona con humedad limitada (ICTA, 2000).

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) para fines de ubicación geográfica, rango de adaptación y condiciones agroclimatológicas, agrupa el área cultivada con maíz en tres principales zonas que se describen en el Cuadro 12.

CUADRO 12: Zonas agroecológicas productoras de maíz en Guatemala

Zona	Area (ha)	%	Altitud (msnm)	Descripción
Tropico con humedad favorecida	301,000	43	0-1400	Precipitación relativamente uniforme
Tropico con humedad limitada	175,000	25	0-1400	Precipitación deficiente y errática
Altiplano (Central y Occidental)	224,000	32	1400-3000	Precipitación relativamente uniforme

Fuente: ICTA, 2000

2.2.4 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN GUATEMALA:

De acuerdo a factores de topografía y clima, la producción de maíz en Guatemala se caracteriza por dos sistemas bien diferenciados. En el primer sistema, agricultores de pequeña, mediana y gran escala producen maíz en los valles y otras zonas con alto potencial productivo. Estos agricultores usan en algún grado insumos comprados, tales como semilla mejorada, fertilizantes inorgánicos y otros.

En contraste, en el segundo sistema, agricultores de pequeña escala participan en la producción de maíz en regiones de ladera, normalmente en sistemas asociados de dos o más cultivos, especialmente maíz-frijol o maíz-sorgo. Estos agricultores usan muy pocos insumos comprados y realizan prácticas tradicionales de manejo de los cultivos. Los insumos más importantes en estos sistemas de cultivo son la mano de obra (casi siempre familiar), la tierra y la semilla tradicional. Es importante resaltar que un gran número de pequeños agricultores con baja productividad, coexiste con un número menor de agricultores comerciales que mantienen un nivel adecuado de rendimiento.

Se estima que el 55% de la producción nacional de maíz se realiza en fincas menores a 5 mz y el 12% en fincas entre 5 y 10 mz; en conjunto, se estima que el 67% de la producción se realiza en fincas menores a 10 mz. La producción estimada en estas fincas equivale a 13.7 millones de quintales (Fuentes et al, 2005)

También se establece que el 13% de la producción se realiza en fincas con rangos de 10-32 mz, lo que equivale a disponer de 2.3 millones de quintales. El resto de la producción se realiza en fincas mayores de 64 mz. En estas dos últimas categorías es importante explicar que el tamaño de la finca se refiere a todos los usos de tierra dentro de ella, donde el maíz ocupa sólo una parte de la superficie total de la finca (Fuentes et al, 2005).

En este contexto, es importante resaltar que un alto porcentaje de la producción nacional de grano blanco se dedica al autoconsumo familiar, mientras que el excedente se dedica a la venta. En fincas de mayor tamaño, el producto se destina principalmente a la venta (Fuentes et al, 2005).

La producción nacional de maíz se realiza a través de diferentes sistemas de producción que involucra épocas de siembra y sistemas de siembra que incluye la práctica de asociar

e intercalar con otros cultivos. Para el caso en que la producción de maíz se realice en sistema de monocultivo o en asocio o relevo (Figura 4), el asocio o relevo depende de la zona agroecológica donde se encuentra la producción de maíz, y se puede realizar entre otros cultivos, principalmente con frijol, cucurbitáceas, haba, sorgo y ajonjolí. De acuerdo al IV Censo Agropecuario Nacional 2003 (INE, 2004), la producción de maíz de grano blanco se realiza en sistema de monocultivo (75%) y en asocio o relevo (25%), mientras el maíz amarillo se produce en sistema de monocultivo (69%) y en asocio o relevo (31%).

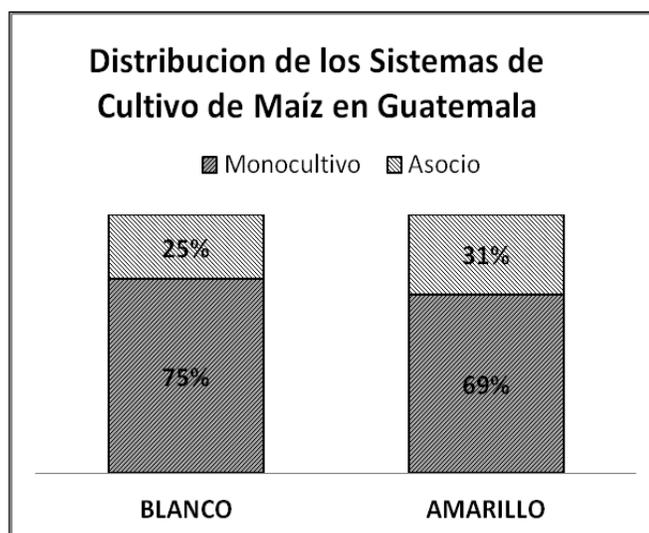


Figura 4. Distribución de los sistemas de Cultivo de Maíz en Guatemala. Fuente: INE, 2004.

En relación a la época de siembra, esta varía dependiendo de la altitud de ubicación de la localidad. A nivel nacional el mayor porcentaje de siembra (>80%) se realiza bajo condiciones de temporal y varían según la ubicación de la localidad referente a la altitud sobre el nivel del mar. Generalmente estas siembras se realizan en función del período de lluvia y otras localidades como el Altiplano, las siembras dependen de la humedad residual observada en el suelo. Las zonas maiceras que se encuentren ubicadas abajo de los 1400 msnm realizan siembras entre mayo y junio. Las siembras de segunda se realizan en septiembre. Bajo condiciones del Altiplano (>1500 msnm) se observan diferentes épocas de siembra. En promedio las siembras de primera se realizan entre marzo-abril y siembras de segunda entre abril-mayo. Las siembras bajo condiciones de riego se observa

principalmente en la zona del Trópico Bajo y se pueden realizar en cualquier época del año (Fuentes, 2002)

Los métodos de siembra varían según la zona de cultivo. Para la zona del Trópico Bajo, las siembras se realizan principalmente bajo el sistema de chuzo y sistema mecanizado. En ambos sistemas los niveles tecnológicos pueden variar significativamente, dependiendo de la disponibilidad económica de los agricultores. Para condiciones de el Altiplano en su mayoría se realiza por medio de siembras manuales y un bajo porcentaje con siembras mecanizadas (Fuentes,2002).

2.2.5 ACCESO A SEMILLAS MEJORADAS

La utilización de la tecnología semilla a nivel nacional está relacionada con el área agroecológica de producción, tipo de agricultura (autoconsumo, comercial), tamaño de finca, acceso a mercados de insumos y el precio de mercado. Se puede distinguir dos sistemas de abasto de semilla: el sistema formal y el sistema informal (Fuentes et al, 2005).

En el sistema formal la semilla proviene de un proceso de investigación y mejoramiento genético a través de instituciones públicas, privadas o mixtas.

En el sistema informal los productores utilizan semilla nativa o también llamada “criolla”, proveniente de su misma finca o de un vecino cercano. Esta semilla se obtiene del mismo lote de producción, y son variedades locales de polinización libre.

Los sistemas de manejo de semilla producen tipos de semillas diferentes:

1. **Variedades de polinización libre:** son variedades mejoradas que presentan características agronómicas definidas en ciclo de cultivo, color y que son de interés para los agricultores. El precio de la semilla de este tipo puede estar en una relación de 1:5 en relación al coste del grano comercial.
2. **Híbridos de maíz:** Son de una superior tecnología y presentan un mayor potencial de rendimiento que las descritas anteriormente. El precio de la semilla puede estar en un rango de 5 a 10 veces en relación al coste del grano comercial.

3. **Semilla reciclada:** Semilla utilizada por agricultores que compran semilla mejorada para un ciclo de cultivo y que, posteriormente, seleccionan la semilla de su área de cultivo y la utilizan para una nueva siembra. El costo estimado de la semilla es mínimo, pero puede tener implicaciones en disminución del rendimiento, pérdida de las características agronómicas entre otras, sobre todo si se deriva de un híbrido.

Aunque los precios de la semilla mejorada de maíz en Guatemala se encuentran entre los más bajos de la región de Centroamérica, el uso de variedades mejoradas no se ha generalizado en el país y prevalece el uso de variedades locales. Saín y López-Pereira (1997) indican que la utilización de semilla mejorada en Guatemala fue del 19% en variedades de polinización libre y 12% en híbridos. El área restante fue a través de variedades locales (Figura 5). La utilización de semilla mejorada ha sido más importante en la zona del Trópico Bajo, especialmente en localidades en donde el maíz se dedica a la comercialización, tales como parcelamientos ubicados en Suchitepéquez, Escuintla, Retalhuleu y parte baja de San Marcos. En zonas del Altiplano el uso de semilla mejorada es mínimo y no supera el 1% del área.

En los últimos años tiende a disminuir el uso de semilla mejorada. Dada la larga tradición del fitomejoramiento y la producción de semillas de maíz en Guatemala en los sectores público y privado, esto indica que existen grandes barreras para la adopción de estas tecnologías. Los problemas están relacionados con la baja transferencia, promoción y difusión de variedades mejoradas, crédito agrícola escaso, bajo acceso y disponibilidad oportuna de semilla y problemas de calidad y adaptabilidad de la semilla (Fuentes et al, 2005).

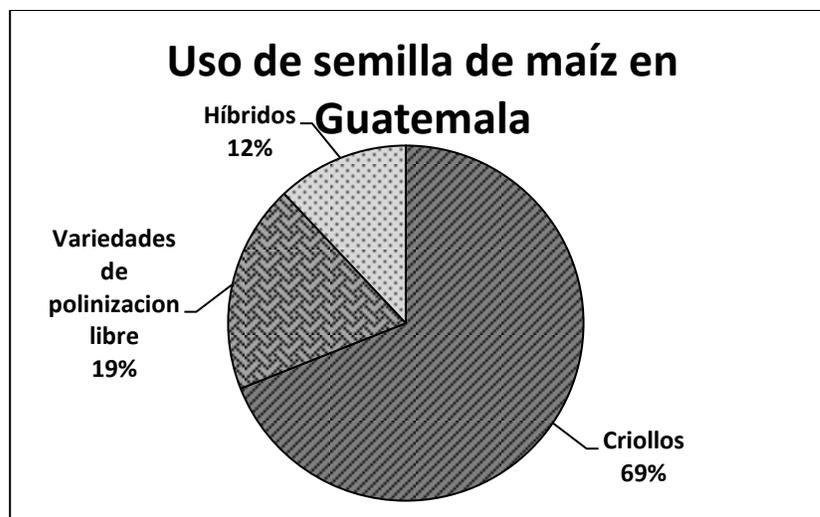


Figura 5. Uso de semilla de maíz en Guatemala. Fuente: Fuentes et al, 2005.

A pesar de que el insumo semilla es estratégico, ya que produce la mejor tasa de retorno a la inversión comparado con otros insumos que intervienen en el proceso productivo, no se dispone de una política de apoyo a mediano y largo plazo que propicie mejorar las tasas de adopción de esta tecnología. En el esfuerzo por ampliar este componente, debe contemplarse la participación del sector privado, organizaciones no gubernamentales e instituciones del estado a fin de beneficiar principalmente a los productores ubicados en áreas marginales. El fitomejoramiento participativo podría ser una metodología apropiada para estos últimos. En ésta el agricultor juega un papel como innovador y productor de semillas que es complementario a la función del fitomejoramiento formal (Fuentes et al, 2005)

2.2.6 VARIABILIDAD CLIMÁTICA COMO FACTOR LIMITANTE EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ

Entre los diferentes factores que limitan la producción de maíz en Guatemala se destaca la sequía recurrente, que afecta a un alto porcentaje de la zona maicera. La mayoría de productores realizan el cultivo del maíz bajo condiciones de temporal, donde en los últimos años se ha acentuado la presencia de períodos largos de sequía o también conocida como canícula, que afecta al rendimiento del maíz. Durante el ciclo de cultivo 2004, este problema se acentuó en diferentes áreas de la Costa Sur, Altiplano, Norte, principalmente en municipios de Quiché y Baja Verapaz, y Oriente, que incluye a El Progreso, Zacapa, Jutiapa, Jalapa y Chiquimula

El rendimiento del maíz se afecta significativamente por la presencia de períodos de sequía durante el proceso de polinización. Para la zona tropical, períodos de sequía entre 12 y 16 días pueden causar efectos de reducción del rendimiento hasta en un 90%. Para contrarrestar esta situación crítica, es importante disponer de tecnología de semillas con tolerancia genética a este tipo de estrés, así como manejo agronómico que posibilite la conservación de la humedad (Fuentes et al, 2005).

2.2.7 EL MAÍZ Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN GUATEMALA

La Ley del Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) de Guatemala, en su artículo primero establece como Seguridad Alimentaria y Nutricional “el derecho de toda persona a tener acceso físico, económico y social, oportuna y permanentemente, a una alimentación adecuada en cantidad y calidad, con pertinencia cultural, preferiblemente de origen nacional, así como a su adecuado aprovechamiento biológico, para mantener una vida saludable y activa”.

Según esta definición, la SAN es un concepto integral que abarca aspectos clave que influyen sobre la cantidad de los alimentos, su calidad y la de otros servicios que tienen importancia para el estado nutricional humano, integrando a su vez elementos de gran importancia como son la pertinencia cultural y la preferencia por alimentos de origen nacional.

Guatemala presenta serias limitaciones en cuanto a la situación nutricional de sus habitantes. La desnutrición se concentra en la población indígena, principalmente en el área rural y en las regiones del Norte y Suroccidente del país. En Guatemala, en las dos últimas décadas se ha mantenido una deficiencia promedio de 200 kCal diarias per cápita en grupos de la población que tienen dificultad para acceder a alimentos. Es decir, el consumo diario per cápita se ha reducido de 2,500 kCal en la década de 1980 a 2,300 kCal en los años 90 (Fuentes et al, 2005).

La inadecuada producción interna de maíz es un condicionante importante para la seguridad alimentaria. En general, el maíz provee la mayor parte de la energía diaria para una gran proporción de la población guatemalteca. A este respecto, un sondeo reciente en la región del Altiplano demostró que el 100% de la población consume maíz en forma de

tortillas, con un promedio de 14 unidades por día (318 gramos). El consumo per capita de maíz en Guatemala es de 110 kg/año (utilización directa). Esta cantidad puede incrementarse significativamente cuanto menor es el ingreso económico familiar y el acceso a otras fuentes de alimento. En este contexto es importante considerar que el maíz es un alimento que requiere muy pocas horas de trabajo para generar ingresos suficientes para comprarlos (Fuentes et al, 2005).

El maíz es la principal fuente de energía en la dieta del guatemalteco, ya que aporta el 51.7% de sus necesidades tanto de carbohidratos (65%) como de proteína (71%). Por otro lado, este cereal es deficitario en cantidad y calidad de proteína, especialmente aminoácidos esenciales como la lisina y triptófano.

La producción de maíz en Guatemala ha crecido en las últimas dos décadas, pero su demanda ha aumentado más y en consecuencia la contribución relativa de las importaciones de maíz ha subido enormemente. En la Figura 6 se presenta la producción y consumo de maíz a nivel de municipio. Este mapa resalta el hecho de que más del 50% de los municipios no logran satisfacer su demanda interna, lo que demuestra la enorme fragilidad del sistema de producción de maíz con fines de alimentación humana. Sabiendo que este mapa coincide en gran medida con la distribución geográfica de la desnutrición y la pobreza extrema, se puede concluir que la disponibilidad de alimentos puede tener una relación importante con la producción local de maíz (Fuentes et al, 2005).

Un escenario para la población de Guatemala en el período 2000-2020, basado en un análisis de las metas económicas y sociales de los Acuerdos de Paz (Acuerdo sobre los aspectos socioeconómicos y situación agraria), indica que en los próximos 20 años se estiman niveles del 58 y 64% de crecimiento de la población urbana y rural, respectivamente. La tendencia del crecimiento poblacional constituye un enorme riesgo desde el punto de vista de suplir los requerimientos de alimentos en cantidad y calidad a futuro, lo cual puede tener implicaciones serias en la calidad de vida de la población guatemalteca en los años venideros (MAGA, 1999).

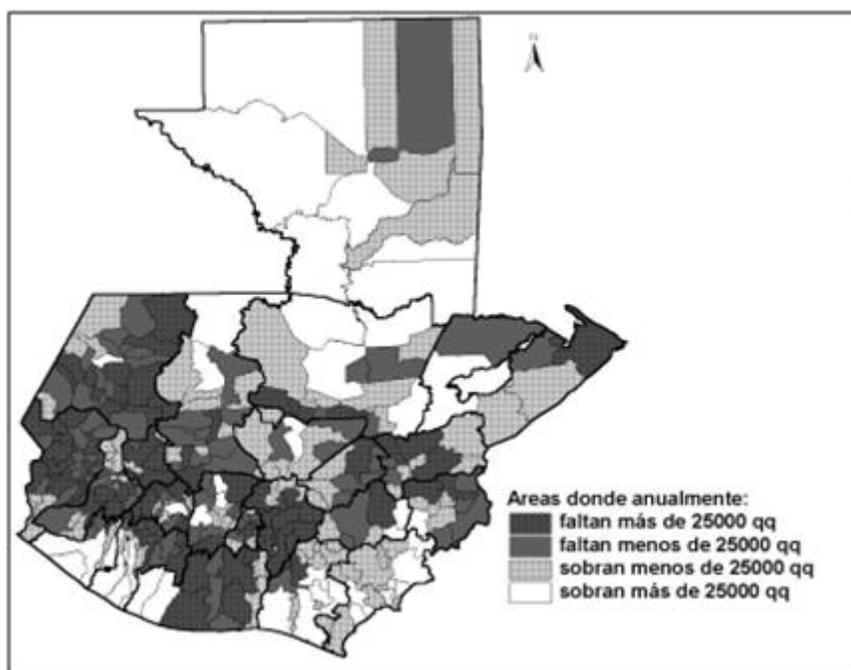


Figura 6. Producción y consumo de maíz por municipio. Fuente: Fuentes et al, 2005.

Ante estos hechos, las prioridades nacionales deberían moverse en la dirección de crear y facilitar los mecanismos que posibiliten el garantizar la disponibilidad de grano para una población creciente y cada vez más pobre, junto a la inclusión de programas y paquetes tecnológicos que ayuden a dar valor agregado al grano, como la biofortificación (hierro, zinc y vitamina A) y la mejora de calidad de la proteína, opciones que mejorarían la situación nutricional de los usuarios de grano de maíz (Fuentes et al, 2005).

2.2.8 PRÁCTICAS AGRONÓMICAS

El manejo agronómico del cultivo depende de la zona en donde se realiza la actividad y está influenciada por aspectos climatológicos (precipitación, humedad relativa, temperatura), altitud sobre el nivel del mar, topografía, épocas de siembra y aspectos socioeconómicos de los agricultores. Esta situación provoca variabilidad en los componentes del rendimiento que influyen significativamente a través de localidades (Bolaños, 1991). Se presentan alternativas tecnológicas factibles de utilizar en los diferentes sistemas de producción de maíz a nivel nacional.

2.2.8.1 PRÁCTICAS AGRONÓMICAS BAJO CONDICIONES DEL ALTIPLANO (1400-3000 msnm)

a) ÉPOCA DE SIEMBRA:

Para la zona del Altiplano del país, se realizan diferentes épocas de siembra. Estas varían en función de la altitud, inicio del ciclo de lluvia, disponibilidad de humedad residual, ciclo de cultivo de la variedad y sistema de siembra en asocio o monocultivo. En general, la época de siembra de primera, se realiza durante la segunda quincena de marzo. Las siembras de segunda se realizan a mediados de abril-mayo (Fuentes,2002)

b) SIEMBRA

La práctica más común para la siembra del maíz es cavar cuidadosamente con azadón hasta encontrar la humedad residual, separar la tierra seca de la tierra húmeda, depositar el grano y cubrirlo con tierra húmeda desmenuzada. De esta forma se facilitará la germinación del grano. En algunos casos se aplica material orgánico o simplemente fertilizante químico al momento de la siembra (Fuentes, 2002)

c) CONTROL DE PLAGAS DEL SUELO

Al igual que en la zona del Trópico Bajo, las localidades ubicadas en el Altiplano presentan similar problemática debido a la presencia de plagas en el suelo, que afectan el comportamiento de la germinación y estado de plántula de la semilla de maíz en las etapas iniciales del ciclo de cultivo y que incide negativamente en disponer de menor población de plantas por unidad de área. Se recomienda realizar la aplicación de producto químico insecticida que posibilita proteger a la semilla a partir del momento de la siembra y 20-25 días posteriores. Esta práctica favorece a disminuir la pérdida de plantas y favorece a disponer de buen vigor en la germinación. A nivel comercial existen diferentes opciones, entre las cuales se pueden mencionar a: Semevin, Barredor y Marshall. Se recomienda atender las indicaciones del fabricante referente a la dosis y modo de aplicación previo a su uso en la semilla. También se recomienda el uso de insecticidas granulados, una opción a nivel de mercado es el Volaton granulado 5%. Se aplicaran 5-6 lbs/cuerda (80-100 lbs/mz) (Fuentes, 2002)

d) DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA

De acuerdo a diferentes evaluaciones se han encontrado densidades óptimas que favorecen a que los genotipos puedan mostrar su potencial de rendimiento y puedan adaptarse a las condiciones de manejo de los agricultores. Para siembras manuales, las distancias recomendadas son un metro entre surcos y 80 centímetros por postura, colocar 4 granos por postura. Otras zonas utilizan otro distanciamiento. En Chimaltenango, se recomienda la siembra a un metro entre surcos y posturas, respectivamente. Se colocan 5-6 granos por postura. Si la siembra es mecanizada, se utilizan las mismas distancias de siembra entre surco (un metro) y se gradúa la sembradora a manera de colocar cinco semillas por metro lineal (Fuentes, 2002).

e) MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN

El maíz es exigente en los principales nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre. En la mayoría de los suelos en donde se cultiva esta planta no es necesario aplicarle elementos menores tales como cobre, zinc, boro, hierro, magnesio y molibdeno, debido a que por lo general los suelos del país disponen de estos elementos ó porque la demanda de los mismos es mínima (Larios, 1997).

Criterios para la aplicación de nutrientes en el maíz: A través de diferentes evaluaciones realizadas en el Sub-Programa de Maíz del ICTA en diferentes localidades de la zona del Trópico Bajo de Guatemala se ha generado información confiable que sirve de base para la interpretación y recomendación de fertilizantes para el cultivo del maíz. Asimismo, se ha documentado que la eficiencia de uso de los fertilizantes es baja en los sistemas de producción de maíz. La baja eficiencia del uso de fertilizantes está relacionada a la aplicación del fertilizante a la superficie del suelo al voleo o por posturas. Esta aplicación superficial de fuentes amoniacales puede conducir a pérdidas considerables por volatilización directa o por escorrentía y así contribuir a la baja eficiencia de uso (Larios, 1997).

Nitrógeno (N): El maíz absorbe la mayor parte del nitrógeno en forma nítrica (NO_3), si bien, cuando la planta es joven las raíces pueden tomar del suelo más rápidamente las formas amoniacales. Inicialmente la absorción del N por parte de las plantas se realiza de

a un ritmo lento, pero cuando se aproxima el momento de la floración, la absorción de N crece rápidamente (Larios, 1997).

Fósforo (P): La cantidad de fósforo presente en las plantas vivas es aproximadamente una décima parte de la del nitrógeno. Su presencia en el suelo en forma asimilable es de gran importancia en los estados de crecimiento vegetativo y cuando las raíces son pequeñas que no pueden llegar a las reservas de P del suelo, compiten en desventaja con los microorganismos (Larios, 1997).

Potasio (K): El contenido de potasio en los tejidos de la planta depende principalmente de su edad. Las plantas jóvenes de maíz pueden tener entre un 4-6% de K_2O sobre materia seca. En la planta adulta el porcentaje normal disminuye hasta un 2%. La velocidad de absorción del K por la planta es algo superior a la del N. La mayor parte de todo el K que necesita el maíz lo toma en los primeros 80 días de la planta (Larios, 1997).

Azufre (S): El contenido de azufre en los tejidos vegetales es similar al del fósforo. Las necesidades del azufre son pequeñas comparadas con las de otros elementos principales. La deficiencia de este nutriente se observa como una clorosis general o en ocasiones una clorosis intervenal de las hojas más nuevas de la planta. (Larios, 1997).

f) MANEJO FITOSANITARIO DEL MAÍZ

De acuerdo al crecimiento fenológico del cultivo del maíz, este puede ser afectado por la presencia de plagas, enfermedades y malezas que pueden incidir negativamente, disminuyendo el potencial de rendimiento y productividad del mismo. Es importante conocer la fisiología y fenología de la planta, de las relaciones dinámicas entre sus etapas de crecimiento; así como las reacciones negativas o positivas ante la aplicación de los insumos y la implementación de prácticas culturales (Fuentes, 2002)

Al disponer de un área de cultivo del maíz, es importante realizar un muestreo periódico en el campo que genera información valiosa con respecto a la presencia de plagas presentes, densidad poblacional, las condiciones del cultivo, las variables ambientales y la presencia y actividad de los enemigos naturales.. Los métodos de muestreo varían de acuerdo con el cultivo y con su etapa fenológica, así como con las plagas, enfermedades ó malezas. En el caso de problemas fitosanitarios es importante considerar los niveles de daño económico

(NDE), el cual se define como la población plaga (insecto, maleza o enfermedad) en el cual el costo de su control iguala al beneficio económico esperado del mismo. La acción de control salva una parte del rendimiento, que se perdería de no haberse hecho el control. Al profundizar la práctica de muestreo para conocer en detalle lo que está sucediendo en el campo, se puede tomar una mejor decisión, así se minimiza el aumento de los costos de producción debido al excesivo uso de plaguicidas y se maximizan los ingresos (Fuentes, 2002).

2.2.9 ASOCIO DE CULTIVOS

Según Arcas (2009), la asociación de cultivos, cultivo múltiple o sistemas de policultivo son sistemas en los cuales se plantan especies de vegetales con suficiente proximidad espacial para dar como resultado una competencia interespecífica y/o complementación. Estas interacciones pueden tener efectos inhibidores o estimulantes en los rendimientos, y en consecuencia los policultivos se pueden clasificar como sigue:

- Policultivo comensalístico: interacción entre las especies de cultivo con un efecto positivo neto sobre una especie y ninguna sobre la otra (Arcas, 2009).
- Policultivo amensalístico: la interacción entre las especies de cultivos tiene un efecto negativo en una especie y ningún efecto observable en la otra. Por ejemplo: plantas anuales intercaladas entre plantas perennes (Arcas, 2009).
- Policultivo monopolístico: la interacción entre las especies de cultivos tiene un efecto positivo neto en una especie y un efecto negativo neto en la otra. Por ejemplo, el uso de cultivos de cobertera en huertos. (Arcas, 2009)
- Policultivos inhibitorios: la interacción entre los cultivos tiene un efecto negativo neto sobre todas las especies. Por ejemplo el cultivo intercalado que involucra a la caña de azúcar (Arcas, 2009).

2.2.9.1 LAS VENTAJAS DE LA ASOCIACIÓN CORRECTA DE CULTIVOS

Por una parte influye sobre la dinámica de las poblaciones de insectos-plaga que generalmente provocan menos daños a los cultivos y, por otra, la supresión de hierbas adventicias molestas debido al sombreado, alelopatía, etc. y un mejor uso de los nutrientes del suelo con el consiguiente mejoramiento de la productividad por unidad de superficie.

Uno de los efectos positivos de la asociación de cultivos es que minimizan los brotes de enfermedades y plagas, así algunos autores como Altieri y Letourneau identifican ciertos policultivos con la plaga o enfermedad regulada así como el factor involucrado en ese efecto (Arcas, 2009).

2.2.9.2 ASOCIACIÓN DE CULTIVOS MÁS FAVORABLES

a) Asociación gramínea-leguminosa:

Esta asociación de cultivos aprovecha la fijación de nitrógeno atmosférico por parte de las leguminosas. Se utiliza para la implantación de pastizales y praderas, con la asociación de gramíneas y leguminosas (trébol, alfalfa, etc.). Para abono verde, mezclando gramíneas (centeno, avena) con leguminosas (arveja, frijol, haba, trébol).

Cuando se asocia el maíz y frijol, el maíz hace de tutor; el frijol se siembran cuando éste tenga 20 cm de altura (Arcas, 2009). En Centroamérica los agricultores incluyen una tercera planta a la asociación, la calabaza, beneficiándose ésta del sombreado y favoreciendo a la asociación al cubrir el suelo horizontalmente.

b) Leguminosas y otras familias:

En este tipo de asocio se utilizan leguminosas tales como arveja, frijol o habas con coles o zanahorias en hileras alternas de esta manera se aprovecha el espacio horizontal y vertical, así mismo se aprovecha muchas veces los restos de cosecha de la planta leguminosa como abono verde. Bajo este sistema se producen variados alimentos contribuyendo a la seguridad alimentaria de los agricultores. Parece que la cebolla y el ajo se asocian mal con las leguminosas (Arcas, 2009)

2.2.10 SISTEMA DE CULTIVO DE FRIJOL EN GUATEMALA

La producción de frijol en Guatemala es realizada por agricultores de escasos recursos económicos y sujetos a condiciones ambientales generalmente adversas. En la zona productora de frijol del país localizada entre 0 y 1200 msnm, los factores limitativos más importantes para la producción de frijol son:

- 1) Enfermedades causadas por el Virus del Mosaico Dorado (mancha amarilla)
- 2) Lluvias mal distribuidas (presencia de canícula)
- 3) Uso de variedades criollas con bajos rendimientos y que no soportan enfermedades.

Buena parte del frijol sembrado en Guatemala, es cultivado por los pequeños y medianos agricultores, quienes por lo general, lo cultivan en asocio. Su cultivo ha sido desplazado en zonas marginales por otros cultivos más rentables, en donde existe un bajo nivel de tecnología en el que el uso de insumos se ve restringido debido a limitaciones económicas (Sancé, 1998).

2.2.10.1 VALOR NUTRICIONAL DEL FRIJOL:

Los frijoles juegan un papel importante en la dieta del guatemalteco no solo por su contenido energético, sino por la gran cantidad de proteína que suministran. Según la Encuesta Nacional de Consumo aparente de alimentos, se consumen 49.25g al día, lo cual contribuye con 197 Kcal a la ingesta energética diaria (INE, 1991).

El frijol negro es una de las principales fuentes de proteínas en la dieta del guatemalteco esto y su consumo resulta especialmente valioso como complemento de los cereales en aquellas regiones donde la población tiene limitado el acceso a la proteína de productos animales. Puesto que los frijoles se consumen habitualmente con tortillas de maíz (ración diaria: 30g de frijol con 100g de maíz), se debe suponer una complementación de las proteínas de ambos productos, proveyendo a la población de un alimento de alto valor nutricional.

En un estudio realizado en el año 1999, García caracterizó el contenido de proteína de 42 cultivares de frijoles nativos de Guatemala, obteniendo valores entre 18.85% y 27.36% y un promedio de 22.94% de proteína en el grano de frijol.

2.2.10.2 **MANEJO AGRONÓMICO DEL FRIJOL**

a) ÉPOCAS DE SIEMBRA:

Se puede sembrar en las épocas acostumbradas de primera en mayo-junio y de segunda en agosto-septiembre. También se puede sembrar con riego en el mes de febrero

b) DENSIDADES DE SIEMBRA:

Se permiten densidades de 180 a 235 mil plantas por manzana, para lo cual se necesita entre 80 y 100 libras de semilla. Las variedades de porte pequeño pueden sembrarse a mayores densidades (30 x 30 centímetros al cuadro) o cerrando mas los surcos cuando se siembra con bueyes. Se deben colocar tres granos por postura. En siembras de segunda se pueden sembrar tres surcos entre las calles del maíz.

c) CONTROL DE PLAGAS DEL SUELO:

Para controlar gusanos del suelo como gallina ciega, gusano alambre y nochero se debe aplicar un tratador de semilla de los existentes en el mercado, siguiendo las recomendaciones del fabricante.

d) CONTROL DE MALEZAS:

El control de malezas se realiza generalmente de forma manual (con azadón) realizado el primer control a los 12-15 días después de la siembra y el segundo a los 35 días, de ser necesario.

2.2.11 ANÁLISIS ECONÓMICO DE EXPERIMENTOS UTILIZANDO LA METODOLOGIA DE PRESUPUESTOS PARCIALES

Existen experimentos que no permiten desarrollar superficies de respuesta para identificar los niveles óptimos de los insumos, ya sea porque las variables que representan los factores no tienen expresión continua o porque sus tratamientos son cualitativamente diferentes. Si los tratamientos tienen medias de rendimiento que son significativamente diferentes, muestran diferencias de costos, y en general presentan una relación directa entre costos y beneficios, es decir, en la medida que aumentan los costos aumentan los beneficios, el enfoque a emplear puede ser el de presupuesto parciales (Reyes, 2001) Como algoritmo para usar este enfoque en el análisis de experimentos se deben seguir doce pasos. Estos son:

a. Identificación de los rubros de costos relevantes: Esto no es más que identificar las fuentes de costos que varían (Reyes, 2001).

b. Estimación de los precios de campo de los insumos: El precio de campo de un insumo es aquel precio que alcanza puesto en el terreno donde se usará. Por tanto, el precio de campo de un insumo cualquiera, es igual a su precio en el mercado más los costos incurridos para llevarlo al campo (Reyes, 2001).

c. Estimación de los costos que varían: Esto se logra multiplicando los precios de campo de los insumos relevantes por sus niveles de uso en cada tratamiento y luego sumando un total.

d. Estimación de los precios de campo del producto: El precio del producto a nivel de campo es aquel a que el agricultor podría vender su producción antes de cosecharla. Esto se conoce como venta de la producción en pie. Para estimar los precios de campo del producto es necesario sustraer del precio de mercado, todos los costos unitarios de cosecha y comercialización (Reyes, 2001).

e. Estimación de los rendimientos ajustados: Los rendimientos experimentales tienen fuentes que los hacen mucho más altos que los obtenidos por los agricultores (CIMMYT, 1988). Por lo que se recomienda reducir los rendimientos experimentales en un porcentaje

que va del 5 al 30%, para poder acercarse a los obtenibles por los agricultores. Siguiendo esta recomendación, los rendimientos se ajustaran con una tasa de 10%.

$$\text{Rendimiento Ajustado} = \text{Rendimiento Experimental} * (1 - 0.10)$$

f. Estimación de los beneficios brutos de campo: Como beneficio bruto de campo se conoce el valor bruto de producción, el cual se calcula multiplicando el precio de campo del producto por el rendimiento ajustado (Reyes, 2001).

g. Estimación de los beneficios netos de campo: Estos se obtienen de sustraer de los beneficios brutos de campo, los costos que varían (Reyes, 2001).

h. Realización del análisis de dominancia: Se dice que un tratamiento es dominado cuando como resultado de un incremento en los costos, su empleo no conduce a un incremento en los beneficios netos. Es dominado porque al menos existe un tratamiento de menor o igual costo que genera mayores beneficios. Para realizar este análisis, se organizarán los tratamientos de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían, y luego comparar si al aumentar los costos ocurre un incremento en los beneficios netos, si esto ocurre, el tratamiento es no dominado, si ocurre lo contrario es dominado y no debe tomarse en cuenta en los análisis posteriores (Reyes, 2001).

i. Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM): Con los tratamientos no dominados, siempre organizados de menor a mayor de acuerdo con sus costos que varían, se obtienen los incrementos de costos y beneficios netos que resultan al cambiar de tratamiento. Luego, al dividir, el incremento de beneficios por su respectivo incremento de costos, se obtiene la tasa de retorno marginal (Reyes, 2001). La TRM indica el porcentaje de retorno en términos de ganancias que se obtienen por cada unidad monetaria en que se incrementen los costos como resultado de cambiar de un tratamiento al otro (Reyes, 2001).

j. Cálculo de la tasa mínima de retorno (TAMIR): Como tasa mínima de retorno se conoce a la tasa que representa al costo del capital de trabajo que se usa para financiar el tipo de práctica que se evalúa en el experimento. Esta tasa resulta del retorno mínimo que se obtendría en otro cultivo alternativo y del costo del capital en el mercado financiero

donde opera el agricultor. El retorno mínimo aceptable obtenible en otro cultivo alternativo es del 40%. Solamente si la práctica genera un retorno mayor o igual que la TAMIR, vale la pena emplearla. En estos términos, la TAMIR es un indicador del costo unitario de los costos que varían (Reyes, 2001).

k. Determinación del tratamiento más rentable: Esta actividad se realiza comparando la TMR con la TAMIR. En la serie de tratamientos no dominados, el más rentable es el último para el cual se cumple el siguiente criterio: $TMR \geq TAMIR$

l. Análisis de residuos: Se conoce como residuos, al remanente que queda del beneficio neto después de sustraer el costo de oportunidad del capital de trabajo empleado para financiar las prácticas evaluadas en el experimento. Los residuos son un análisis que se hace para corroborar los hallazgos realizados con la TRM y la TAMIR. Como regla general, el tratamiento más rentable identificado con la TRM y la TAMIR, acusa los mayores residuos (Reyes, 2001).

2.3 MARCO REFERENCIAL

2.3.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL:

El estudio se realizará en el caserío Comitancillo (Figura 21A), perteneciente al municipio de San Pedro Jocopilas, departamento de El Quiché. Se encuentra comunicado a la cabecera municipal por un camino asfaltado de 17 kilómetros, la extensión territorial del caserío es aproximadamente de 3.96 kilómetros cuadrados, geográficamente se localiza a una latitud de 15°13'36"N y una longitud de 91°14'46"O.

2.3.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL AÑO DE ESTUDIO:

En el 2009 se presentó la sequía más fuerte de los últimos diez años, afectando las cosechas del área conocida como “corredor seco” que abarca parte de las regiones del suroriente, nororiente, central y occidente del país. Los cultivos afectados fueron principalmente maíz y frijol y poblaciones rurales pobres y extremadamente pobres que se encuentran ubicadas en áreas marginales con poco o ningún potencial para el cultivo de alimentos; lo cual hace a estas poblaciones extremadamente vulnerables a la inseguridad alimentaria y nutricional (IICA,2009). Datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) muestran que en el país se perdieron aproximadamente 72 mil hectáreas de cultivos en 14 departamentos, por un valor aproximado de Q 168.9 millones por efectos de la sequía, que redujo en 38% la cantidad de lluvia en 2009 y, además, provocó la muerte de 54 niños e inseguridad alimentaria a 54 mil familias en varios departamentos (Morales,2010).

Según datos recolectados por la Oficina Municipal de Planificación en San Pedro Jocopilas, la sequía afectó a 23 comunidades del municipio, las cuales sufrieron la pérdida de aproximadamente 693 hectáreas de cultivos, principalmente de maíz y frijol (Cuadro 55A). Las lluvias registradas en año en estudio en la estación meteorológica del caserío Comitancillo fueron de 793 milímetros lo cual constituye una disminución del 27% de precipitación en comparación con el promedio de los 5 años anteriores (Cuadro 56A).

2.3.3 CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS:

Según la clasificación de Simonss el suelo de este caserío corresponde a la seria Suelos Sacapulas, cuyas características son pocos profundos, bien drenados, desarrollados sobre

granito suave y ganéis en un clima seco a húmedo-seco. Ocupan relieves inclinados a altitudes medianas. La vegetación natural consiste en su mayor parte de encino y pino. Estos suelos tiene una profundidad de hasta 45 centímetros y son franco arenosos. Hay muchas piedras en la superficie y en el suelo. El contenido de materia orgánica es alrededor de 3.9%. La estructura es granular fina y suave, la reacción es de mediana a ligeramente ácida, alrededor del 6.0. PH. Según la Oficina Municipal de planificación, la región de San Pedro Jocopilas pertenece a lo que es la clase agrologica V y VII.

2.3.4 CARACTERISTICAS DE LAS VARIEDADES DE MAÍZ Y FRIJOL

2.3.4.1 ICTA DON MARSHALL:

Variedad de maíz de grano tipo dentado de color amarillo. Tiene una altura de planta y de la mazorca de 2.20 y 1.15 respectivamente. Tiene un rendimiento entre 60 y 70 quintales por manzana, dependiendo del manejo agronómico y condiciones agro climáticas en la zona. Esta variedad para intercalar con hortalizas, se recomienda principalmente para localidades ubicadas en localidades comprendidas entre 1,400-2,100 msnm (ICTA,2009).

2.3.4.2 ICTA V-301:

Variedad de maíz de grano blanco dentado. Tiene una altura de planta y de la mazorca de 2.35 y 1.30 metros respectivamente. Tiene un rendimiento entre 60 y 70 quintales por manzana, dependiendo del manejo agronómico y condiciones agro climáticas en la zona. Se recomienda principalmente para localidades comprendidas entre 1,500 a 1,900 msnm. Es tolerante al acame (ICTA, 2009).

2.3.4.3 ICTA B-1:

Variedad de maíz de grano blanco, cuya altura de planta y la posición de la mazorca es de aproximadamente 2.10 y 1.20 metros, respectivamente. El grano es de textura dentada. Por la buena posición de la mazorca y desarrollo radicular posibilita ser menos afectada por fuertes vientos que causan el acame de plantas. Se recomienda principalmente para localidades comprendidas entre 0 a 1,500 msnm El rendimiento comercial promedio es de 60 quintales por manzana, dependiendo de las condiciones ambientales y manejo agronómico (ICTA, 2009).

2.3.4.4 MATERIAL CRIOLLO DE MAIZ AMARILLO:

Es material que se ha formado en la zona , el grano es de color amarillo dentado, con un ciclo de siembra a cosecha de 140 días (5 meses). Tiene un rendimiento entre 30 y 40 quintales por manzana, esta variedad es producto de la libre polinización a través de los años y que el agricultor acostumbra seguir sembrando y seleccionando. Esta variedad es utilizada directamente para el consumo familiar, y los excedentes de cosecha se almacenan para el siguiente año o se venden en el mercado local.

2.3.4.5 MATERIAL CRIOLLO DE MAIZ BLANCO:

Es material que se ha formado en la zona, producto de la libre polinización a través de los años y que el agricultor acostumbra seguir sembrando y seleccionando, sus características fisiológicas no han sido estudiadas sin embargo se conoce que produce alrededor de 30 quintales por manzana y su ciclo de cultivo es de 150 días.

2.3.4.6 ICTA HUNAPU:

Una variedad de frijol negro, precoz , de hábito de crecimiento de tipo indeterminado arbustivo, Además de ser tolerante a Roya, Ascochyta y Antracnosis, tiene plantas bien formadas, de buena altura, ramas espaciadas y las vainas convenientemente distribuidas; es decir es una variedad que presenta una buena arquitectura de planta. Los días a floración es de 50, la flor es de color morado las plantas alcanzan una altura de 60 a 70 centímetros, con vainas de color morado, algo muy importante de esta variedad consiste en su calidad culinaria que es muy buena (ICTA, 2009).

2.3.5 ANTECEDENTES DE TRABAJOS REALIZADOS SOBRE LA ASOCIACIÓN DE CULTIVOS.

En un estudio realizado en el Reino Unido, Dawo, Wilkinson y Pilbeam (2009) encontraron que el asocio de maíz con frijol aumenta significativamente el contenido de materia seca y el contenido total de proteína comparado con el sistema de maíz en monocultivo, además el sistema de asocio presentó mayor colonización de micorrizas en ambas especies especialmente en campos sin fertilización, un mayor contenido de nitrógeno en las plantas de maíz y mayores nódulos radiculares en las raíces del frijol.

En lo que respecta a estudios realizados en Guatemala, Méndez (2004) evaluó tres materiales de maíz asociados con frijol y monocultivo en San Andrés Sajcabajá, Quiché, encontrando que el sistema de monocultivo presentó un mayor rendimiento general que el cultivo en asocio y que el híbrido comercial ICTA HB-83 fue el más productivo y rentable, sin embargo no se estudiaron las variables de Índice de Uso equivalente de la tierra, Producción de proteína ni Producción de alimentos.

En un estudio realizado en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, Galicia Serrano (1999) evaluó el asocio de maíz y tres diferentes crucíferas comparándolas entre sí y sus respectivos monocultivos, encontrando que al utilizar sistemas de asocio aumenta el Uso equivalente de la tierra (UET) y la Relación equivalente de área y tiempo (REAT), por lo cual resultaron más ventajosas que el monocultivo.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar agronómica y económicamente, los materiales mejorados de maíz en asocio con frijol y monocultivo en comparación con los materiales criollos de San Pedro Jocopilas.

2.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar cuál de los materiales de maíz en asocio y monocultivo presenta mejor rendimiento en la región de San Pedro Jocopilas.
- Comparar agronómicamente los sistemas de asocio maiz y frijol frente a monocultivo de maiz
- Determinar cuál de los materiales de maíz evaluados es económicamente más rentable.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.5.1.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Considerando la variación provocada por la pendiente del terreno se utilizó el diseño experimental de Bloques al Azar, debido a la facilidad de instalación del experimento en el terreno. El experimento tuvo lugar en un área de 1,404 metros cuadrados.

2.5.1.2 TRATAMIENTOS

Dentro de la conceptualización del experimento se establecieron 5 tratamientos con 3 repeticiones.

CUADRO 13. Descripción de los tratamientos a evaluar.

TRATAMIENTO	MATERIALES DE MAIZ	SISTEMA DE CULTIVO
1	CRIOLLO AMARILLO	ASOCIO CON FRIJOL
2	ICTA B-1	ASOCIO CON FRIJOL
3	MARSHALL	ASOCIO CON FRIJOL
4	ICTA V-301	ASOCIO CON FRIJOL
5	CRIOLLO BLANCO	ASOCIO CON FRIJOL
6	CRIOLLO AMARILLO	MONOCULTIVO
7	ICTA B-1	MONOCULTIVO
8	MARSHALL	MONOCULTIVO
9	ICTA V-301	MONOCULTIVO
10	CRIOLLO BLANCO	MONOCULTIVO

FACTOR A: Variedad de Maíz

FACTOR B: Sistema de cultivo

2.5.1.3 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo que se describe a continuación corresponde a un experimento bifactorial, en arreglo de parcelas divididas, dispuesto en bloques al azar:

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

Donde:

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

μ = Efecto de la media general

β_j = Efecto del j -ésimo bloque

α_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor "A" (Materiales de maíz)

ϵ_{ij} = Interacción del i -ésimo nivel del factor "A" con el j -ésimo bloque, que es utilizado como residuo de parcelas grandes y es representado por $\text{Error}_{(a)}$

ρ_k = Efecto del k -ésimo nivel del factor "B" (Sistema de asocio o monocultivo)

$(\alpha\rho)_{ik}$ = Interacción del i -ésimo nivel del factor "A" con el k -ésimo nivel del factor "B"

ϵ_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental, es utilizado Como residuo a nivel de parcela pequeña y es definido como $\text{Error}_{(b)}$

2.5.1.4 CROQUIS DE CAMPO

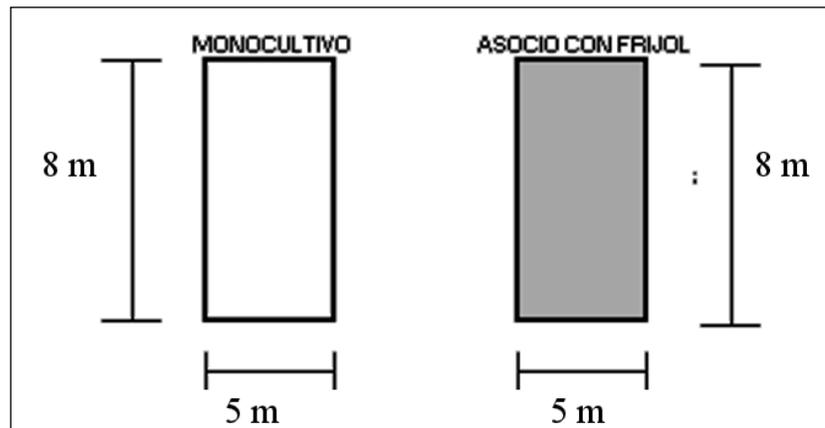


Figura 7. Croquis de la Parcela Pequeña del experimento.

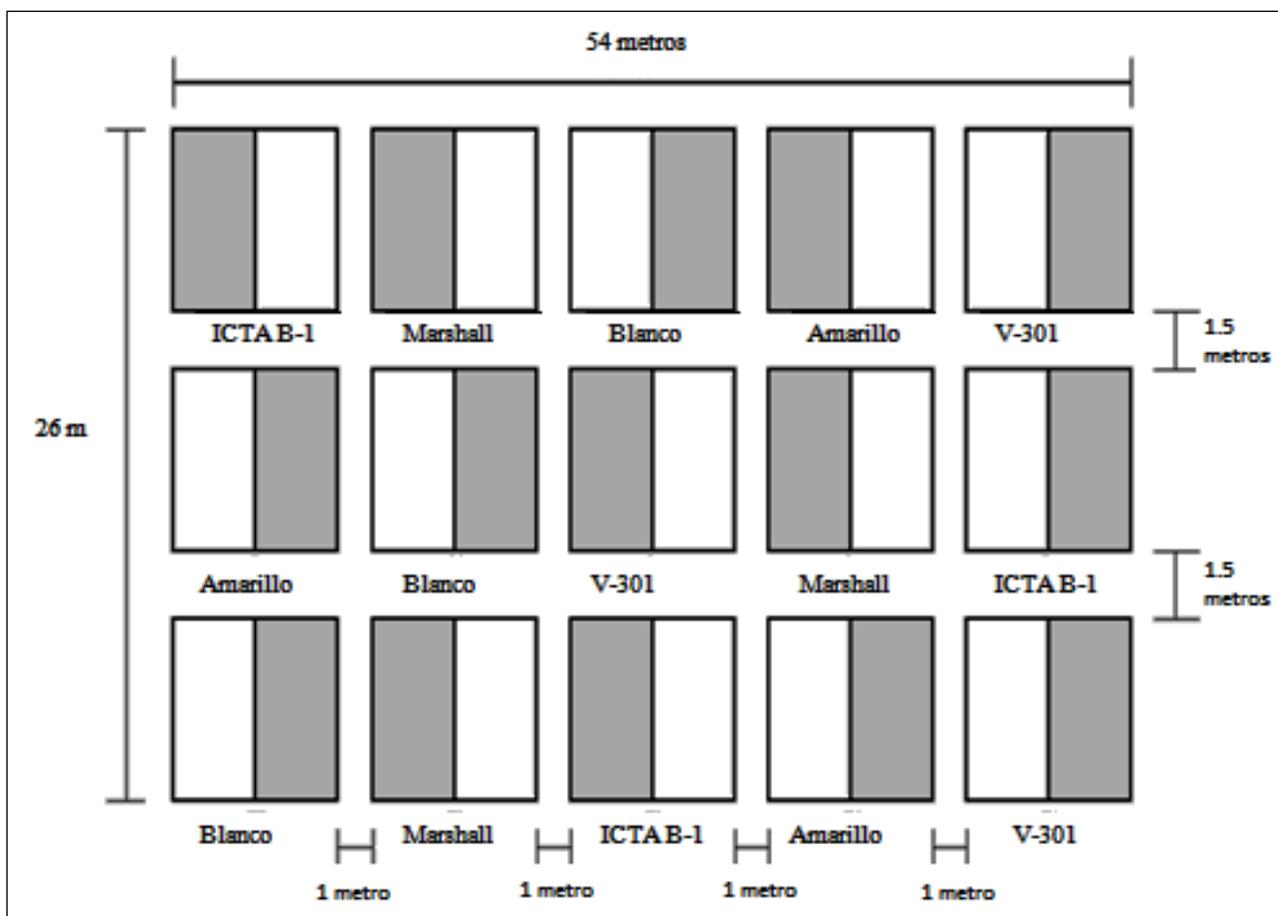


Figura 8. Croquis de la distribución de los tratamientos y bloques en el campo experimental.

2.5.2 MANEJO DEL EXPERIMENTO

El manejo del cultivo se realizó de la forma que lo hacen los agricultores del lugar de la siguiente manera:

2.5.2.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO:

Se realizó una limpia o chapeo del terreno, se utilizó un arado de bueyes para voltear la tierra y luego se delimitaron las parcelas grandes y pequeñas de acuerdo al diseño experimental.

2.5.2.2 SIEMBRA:

Debido a las condiciones ambientales del año 2,009, la siembra de maíz se realizó al estar establecido el invierno, en el mes de junio. La siembra se realizó de forma manual

colocando 3 granos por postura, con un distanciamiento de 1 metro entre surcos y 80 centímetros entre postura. La siembra de frijol en los tratamientos de asocio, se realizó a los veinte días después de la siembra de maíz, colocando tres granos de frijol por postura a un distanciamiento de 20 centímetros entre postura entre los surcos de maíz.

2.5.2.3 CONTROL DE MALEZAS:

El control de malezas se realizó manualmente con azadón, realizando dos limpiezas, una a los 20 días después de la siembra y la segunda a los 45 días después de la siembra.

2.5.2.4 FERTILIZACIÓN:

Se realizaron dos aplicaciones de fertilizante, la primera aplicación se realizó a los 23 días después de la siembra aplicando el fertilizante 15-15-15 y la segunda a los 52 días después de la siembra aplicando urea en el maíz en asocio y en monocultivo.

2.5.2.5 CONTROL DE PLAGAS:

Para el control de plagas del suelo se aplicó el insecticida Volatón granulado al 5% al momento de la siembra.

2.5.2.6 COSECHA:

La cosecha se realizó a los 173 días después de la siembra, tiempo en que las variedades alcanzaron su madurez fisiológica y el grano se seco completamente. El frijol fue cosechado a los 103 días después de la siembra del mismo, es decir 123 días después de la siembra de maíz.

2.5.3 VARIABLES DE RESPUESTA:

2.5.3.1 Altura de la planta:

Se determinaron de forma aleatoria 10 plantas por unidad experimental, a las cuales se les midió la distancia en centímetros del eje principal desde el punto de inserción de las raíces hasta la punta de la espiga, esta lectura se tomó a los 90 días, época en la cual las plantas alcanzaron su madurez sexual.

2.5.3.2 **Número de mazorcas:**

Esta variable fue tomada al momento de la cosecha, para determinarla se contaron todas las mazorcas producidas por cada una de las parcelas.

2.5.3.3 **Peso de mazorcas:**

Para determinar esta variable se pesaron todas las mazorcas producidas en cada unidad experimental (40 m²) y luego se realizó la conversión para obtener kilogramos por hectárea.

2.5.3.4 **Número de filas por mazorca:**

Esta variable se determinó obteniendo una muestra aleatoria de 10 mazorcas por unidad experimental a las cuales se les contó el número de filas que poseían obteniendo luego un promedio.

2.5.3.5 **Número de granos por fila:**

A las mazorcas utilizadas para calcular el número de filas por mazorca también se les determinó cuantos granos tenía cada fila para obtener esta variable.

2.5.3.6 **Peso de 100 granos:**

Se desgranaron todas las mazorcas de cada unidad experimental para luego tomar aleatoriamente 100 granos, los cuales se pesaron con una balanza analítica.

2.5.3.7 **Rendimiento de grano:**

Se pesó la producción de grano de maíz de cada unidad experimental y se calculó su rendimiento en kilogramos por hectárea.

2.5.3.8 **Rendimiento de grano de frijol:**

Se pesó la producción de grano de frijol de cada una de las parcelas en asocio y se calculó su rendimiento en kilogramos por hectárea.

2.5.3.9 **Índice de uso equivalente de la tierra:**

Con el rendimiento de grano de cada una de las parcelas se calculó el índice de uso equivalente de la tierra para cada variedad de maíz utilizando la siguiente fórmula:

$$UET = \frac{Y_a}{Y_m} + \frac{X_a}{X_m}$$

Donde:

UET = Índice de uso equivalente de la tierra

Y_a = Rendimiento de maíz bajo sistema de asocio con frijol

Y_m = Rendimiento de maíz bajo sistema de monocultivo

X_a = Rendimiento de frijol bajo sistema de asocio con frijol

X_m = Rendimiento de frijol bajo sistema de monocultivo. (Para obtener este valor se realizó el cultivo de una parcela de 40 metros cuadrados de frijol en un área aledaña del lugar de la investigación).

2.5.3.10 Producción total de alimentos:

Esta variable se calculó sumando el rendimiento total de maíz y frijol por cada una de las parcelas:

$$PTA = Y + X$$

Donde:

PTA = Producción total de alimentos

Y = Rendimiento de maíz

X = Rendimiento de frijol

2.5.3.11 Producción total de proteína:

Esta variable se obtuvo al multiplicar el rendimiento por parcela de maíz y frijol multiplicado por 9% y 24% de proteína respectivamente.

$$PTP = (\%P_m * Y) + (\%P_f * X)$$

Donde:

PTP = Porcentaje total de proteína

%P_m = Porcentaje de proteína del maíz

%P_f = Porcentaje de proteína de frijol

Y = Rendimiento de maíz

X = Rendimiento de frijol

2.5.3.12 **Rendimiento teórico:**

Se calculó para los diferentes tratamientos el rendimiento teórico, para esto se multiplicó el número de filas, el número de granos por fila, el número de mazorcas por planta, el número de plantas y se utilizara un factor de conversión obtenido con el peso de 100 granos para obtener el rendimiento teórico.

2.5.4 **ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:**

2.5.4.1 **ANÁLISIS ESTADÍSTICO:**

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) en el programa Infostat, y se determinaron si existían diferencias significativas entre los tratamientos e interacciones entre los factores. Para los casos en que si existía diferencias significativas, se realizó una comparación de medias utilizando la Diferencia mínima significativa (DMS) para la determinación de los mejores tratamientos. Esto se efectuó para las variables respuesta siguientes:

- Número de mazorcas por planta
- Número de filas por mazorca
- Número de granos por fila
- Peso de la mazorca
- Peso de 100 granos
- Rendimiento de grano
- Altura de la planta
- Rendimiento teórico
- Índice del Uso Equivalente de la Tierra
- Producción Total de Alimentos
- Producción Total de Proteínas

2.5.4.2 **ANÁLISIS ECONÓMICO:**

Para la realización de una comparación económica entre las variables se utilizó la metodología de presupuestos parciales.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES

2.6.1.1 ALTURA DE LA PLANTA

Se puede observar en la figura 9 que la variedad ICTA B-1 presentó la menor altura, obteniendo una media de 1.51 metros, el utilizar esta variedad puede constituir una ventaja al momento de la cosecha, ya que se deberá hacer menos esfuerzo para obtener la mazorca y podría presentar una reducción en los jornales de trabajo utilizados para cosechar, en contraste, la variedad criolla de grano amarillo presentó la mayor altura con una media de 2.14 metros, esto constituye una desventaja para este material no solo en los labores de cosecha sino también porque la hace que sea poco resistente al acame¹.

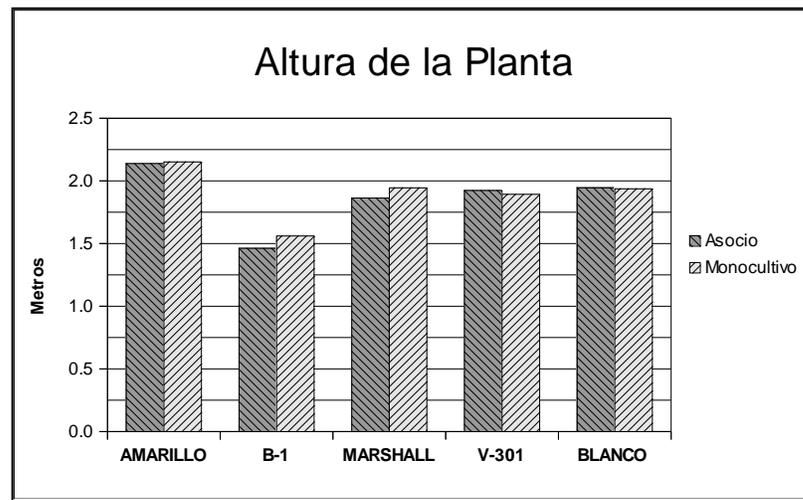


Figura 9. Altura de planta de las variedades de maíz evaluadas, en asocio con frijol y monocultivo. Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 14 podemos observar que existe una diferencia significativa para la variable altura respecto a las variedades utilizadas no obstante, no existe diferencia significativa entre sistemas de cultivo, ni tampoco en la interacción de los dos factores (variedad/sistema de cultivo), por lo cual se infiere que el cultivo de frijol asociado al maíz no afecta la altura del cultivo de maíz en ninguna variedad.

¹ Plantas de maíz con altura superior a 2 metros pueden ser susceptibles al acame (Lafitte, 1993)

CUADRO 14. Resumen de Análisis de Varianza de la Altura de la Planta en metros del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	1.99	19	0.1	17.75	<0.0001	
Variedad	1.27	4	0.32	5.18	0.0234	(Variedad*Bloque)
Bloque	0.21	2	0.1	17.7	0.0005	
Sistema	0.01	1	0.01	1.21	0.297	
Variedad*Bloque	0.49	8	0.06	10.35	0.0006	
Variedad*Sistema	0.02	4	4.70E-03	0.8	0.5516	
Error	0.06	10	0.01			
Total	2.05	29				

CV= 4.08%

De acuerdo a la prueba DMS (Cuadro 15) al comparar las medias de altura de las diferentes variedades podemos observar que los materiales criollos de grano amarillo y blanco, en conjunto con los materiales ICTA V-301 y Don Marshall se encuentran dentro del mismo grupo estadístico, mientras que la variedad ICTA B-1 presenta la menor altura con una media de 1.51 metros, esto está representado en la figura 9, donde se observa claramente la baja altura en esta variedad comparada con las otras cuatro.

CUADRO 15. Comparación múltiple de medias para la variable altura de la planta en metros y el factor Variedad de maíz.

Variedad	Medias	Grupo
Amarillo	2.14	A
Blanco	1.94	A
V-301	1.91	A
Marshall	1.9	A
B-1	1.51	B

DMS=0.32908 Error: 0.0611 gl: 8

2.6.1.2 NÚMERO DE MAZORCAS

El número de mazorcas de cada variedad de maíz fue afectado negativamente por el asocio con frijol, en la figura 10 se puede observar que el sistema de monocultivo presentó un mayor número de mazorcas en cada una de las variedades, esto se comprobó estadísticamente al realizar el análisis de varianza ya que resultó una diferencia significativa entre los sistemas de monocultivo y asocio para esta variable.

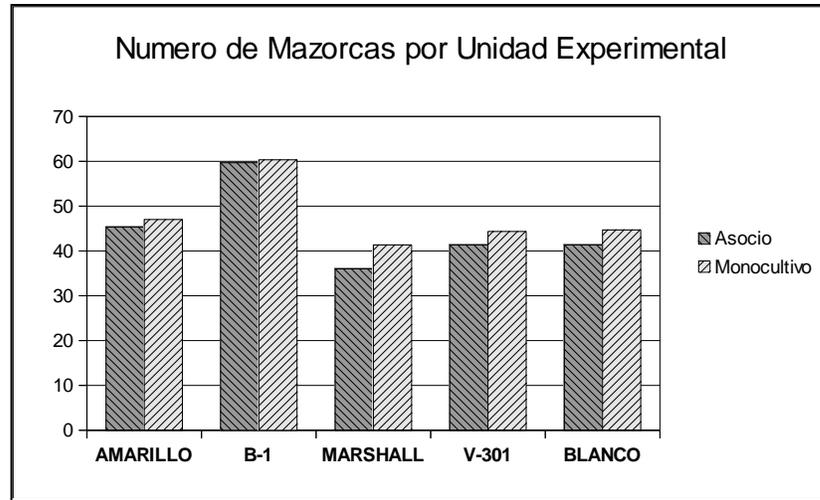


Figura 10. Número de mazorcas por unidad experimental de las variedades de maíz evaluadas en asocio con frijol y monocultivo. Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de varianza presentado en el cuadro 16 se puede observar que existe diferencia significativa entre variedades y al realizar la prueba de medias correspondiente (cuadro 17), se determinó que la variedad que obtuvo el mayor número de mazorcas fue la ICTA B-1, la cual obtuvo una media de 60 mazorcas por unidad experimental, esto se ve reflejado en la figura 10 en la cual también podemos observar que el menor número de mazorcas fue el de la variedad ICTA Don Marshall, con una media de 38.67 mazorcas por unidad experimental.

CUADRO 16. Resumen de Análisis de Varianza para la variable Número de Mazorcas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	1935.13	19	101.85	11.03	0.0002	
Varietal	1612.47	4	403.12	17.63	0.0005	(Varietal*Bloque)
Bloque	62.07	2	31.03	3.36	0.0765	
Sistema	58.8	1	58.8	6.37	0.0302	
Varietal*Bloque	182.93	8	22.87	2.48	0.0901	
Varietal*Sistema	18.87	4	4.72	0.51	0.7295	
Error	92.33	10	9.23			
Total	2027.47	29				

CV= 6.59%

CUADRO 17. Comparación múltiple de medias para la variable Número de mazorcas y el factor Variedad de maíz.

Variedad	Medias	Grupo		
B-1	60.00	A		
Amarillo	46.17		B	
Blanco	43.00		B	C
V-301	42.83		B	C
Marshall	38.67			C

DMS=6.36650 Error: 22.8667 gl: 8

En promedio, el sistema de monocultivo de maíz obtuvo 2.8 mazorcas más que el sistema de cultivo de asocio con frijol, esto pudo deberse a que el efecto de la sequía ocurrida durante el año del estudio fue potencializado por la relación de competencia entre las dos especies, afectando negativamente la formación de la mazorca en el cultivo de maíz.

CUADRO 18. Comparación múltiple de medias para la variable Número de mazorcas y el factor Sistema de siembra en Maíz.

Sistema	Medias	Grupo	
Monocultivo	47.53	A	
asocio	44.73		B

DMS=2.47224 Error: 9.2333 gl: 10

2.6.1.3 PESO DE MAZORCAS

Al realizar el análisis de varianza para el peso de mazorca (Cuadro 19) se observó que existen diferencias significativas entre las variedades en estudio, esto nos indica que existen variedades con un mejor rendimiento en peso de mazorca que otras, en la figura 11 se observa que el mayor rendimiento en peso de mazorca se obtuvo en la variedad ICTA B-1, los tratamientos con el menor peso de mazorca corresponden a la variedad criolla de grano blanco.

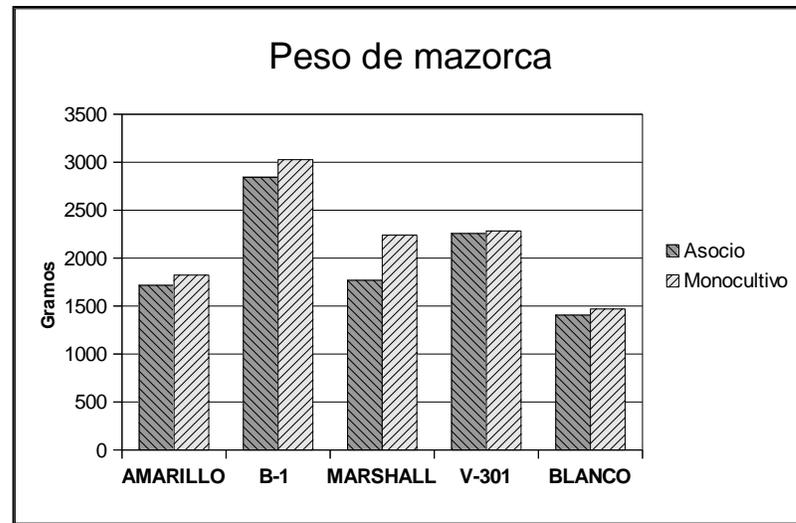


Figura 11. Peso de mazorca de las variedades de maíz evaluadas en asocio con frijol y monocultivo. Fuente: Elaboración propia.

A pesar que existieron diferencias aritméticas en el peso de mazorcas entre los sistemas de asocio y monocultivo, en el análisis de varianza efectuado no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas entre los sistemas de cultivo, este resultado nos indica que la siembra de frijol asociado al maíz no afecta significativamente el peso de mazorcas para cada variedad.

CUADRO 19. Resumen de Análisis de Varianza de Peso de Mazorcas en kg/ha del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	8537770.82	19	449356.36	5.57	0.0041	
Variiedad	7675990.31	4	1918997.58	40.77	<0.0001	(Variiedad*Bloque)
Bloque	76660.33	2	38330.16	0.48	0.635	
Sistema	219134.82	1	219134.82	2.72	0.1302	
Variiedad*Bloque	376557.76	8	47069.72	0.58	0.7713	
Variiedad*Sistema	189427.6	4	47356.9	0.59	0.6793	
Error	806175.38	10	80617.54			
Total	9343946.2	29				

CV=13.63%

Al realizar la prueba de medias correspondiente al factor variedad (Cuadro 19), se observó que la ICTA B-1 presentó mayor peso de mazorca (2,933.37 kg/ha), superando a las demás variedades, les siguen la variedad ICTA V-301 e ICTA Don Marshall (2269.51 y 2,003.79 kg/ha respectivamente), y por último se encuentran las variedades Criollo

Amarillo (1,769.65 kg/ha) y Criollo Blanco (1,437.28 kg/ha), lo cual puede ser un indicador de que las variedades mejoradas presentan un mayor rendimiento que las variedades criollas.

CUADRO 20. Comparación múltiple de medias para la variable Peso de mazorcas (kg/ha) y el factor Variedad de maíz.

Variedad	Medias	Grupo			
B-1	2933.37	A			
V-301	2269.51		B		
Marshall	2003.79		B	C	
Amarillo	1769.65			C	
Blanco	1437.28				D

DMS=288.84853 Error: 47069.7204 gl: 8

2.6.1.4 NÚMERO DE FILAS POR MAZORCA.

De acuerdo con el análisis de varianza (Cuadro 21), la variedad fue el único factor que afectó significativamente el número de filas por mazorca, esto indica que la diferencia en esta característica de la mazorca se debe principalmente a factores genéticos. En la figura 12 se observa que las variedades provenientes del mejoramiento genético realizado por el ICTA presentaron un mayor número de filas por mazorca que las variedades criollas utilizadas por los agricultores locales.

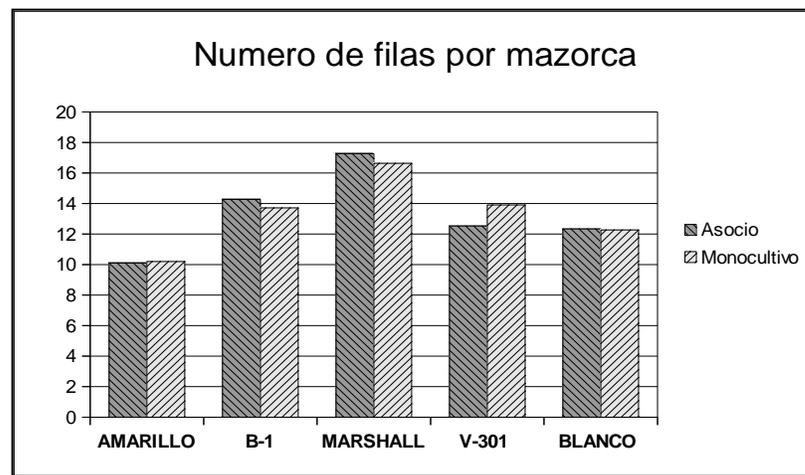


Figura 12. Número de filas por mazorca de las variedades de maíz evaluadas en asocio con frijol y monocultivo. Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 21. Resumen de Análisis de Varianza de Número de filas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	163.67	19	8.61	11.57	0.0002	
Variedad	148.37	4	37.09	31.29	0.0001	(Variedad*Bloque)
Bloque	1.85	2	0.93	1.25	0.329	
Sistema	0.02	1	0.02	0.02	0.8836	
Variedad*Bloque	9.48	8	1.19	1.59	0.2413	
Variedad*Sistema	3.94	4	0.99	1.32	0.326	
Error	7.44	10	0.74			
Total	171.11	29				

CV=6.48%

Al realizar una prueba de medias para el factor variedad (Cuadro 22) observamos que la variedad ICTA Don Marshall tiene el mayor número de filas por mazorca, esto nos indica que es una variedad con alta densidad de granos en su mazorca, presentando 16.95 filas en promedio. Le siguen las variedades ICTA B-1 y V-301 presentando una media de 13.99 y 13.22 filas por mazorca respectivamente. En ultimo lugar se encuentra la variedad de Criollo Amarillo con una media de 10.15 filas por mazorca.

CUADRO 22. Comparación múltiple de medias para la variable Número de filas y el factor Variedad de maíz.

Variedad	Medias	Grupo			
Marshall	16.95	A			
B-1	13.99		B		
V-301	13.22		B	C	
Blanco	12.3			C	
Amarillo	10.15				D

DMS=1.44947 Error: 1.1853 gl: 8

2.6.1.5 NÚMERO DE GRANOS POR FILA

En el cuadro 23 se presenta el analisis de varianza para la variable de Número de granos por fila. Como se puede observar no existen diferencias estadísticas significativas para ninguno de los factores evaluados ni por la interaccion entre los factores. Al observar la figura 13, se observa que la variedad ICTA V-301 bajo el sistema de asocio con frijol obtuvo el mayor Número de granos por fila, y la variedad ICTA Don Marshall bajo sistema de asocio con frijol fue la que obtuvo el menor resultado. Estos datos contrastan con los

datos obtenidos para la variable de número de filas, ya que la variedad con mayor número de filas fue la ICTA Don Marshall sin embargo, es la variedad que presentó el menor número de granos por fila. Estos resultados pueden ser debido a que las condiciones ambientales de sequía durante el año en estudio fueron un factor determinante en el llenado de grano de las mazorca, estos períodos en los cuales disminuye la humedad del suelo pueden afectar la absorción de elementos como nitrógeno y potasio cuya deficiencia causa el mal llenado de las mazorcas (IPNI, s.d.).

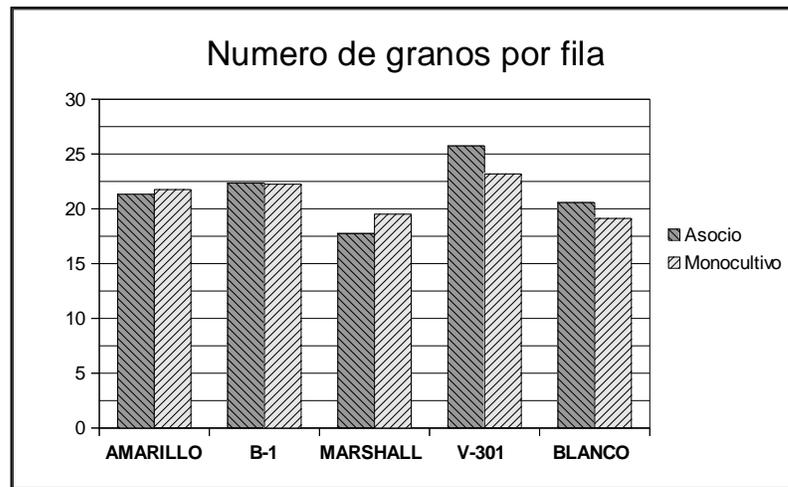


Figura 13. Número de granos por fila de las variedades de maíz en asocio con frijol y monocultivo. Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 23. Resumen de Análisis de Varianza de Número de granos por fila del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	641.77	19	33.78	2.92	0.0432	
Variedad	121.87	4	30.47	0.52	0.723	(Variedad*Bloque)
Bloque	34.9	2	17.45	1.51	0.2681	
Sistema	1.08	1	1.08	0.09	0.7665	
Variedad*Bloque	467.06	8	58.38	5.04	0.0101	
Variedad*Sistema	16.86	4	4.22	0.36	0.8289	
Error	115.84	10	11.58			
Total	757.62	29				

CV= 15.94%

2.6.1.6 PESO DE 100 GRANOS

Para la variable Peso de 100 granos, se determinó mediante el análisis de varianza presentado en el cuadro 24, que existen diferencias significativas entre las variedades, no así para el tipo de sistema ni sus diferentes interacciones. Este resultado indica que el peso del grano del maíz se ve afectado por la variedad a la cual pertenece, siendo el genotipo el factor que tiene mayor influencia al determinar el valor de esta variable.

CUADRO 24. Resumen de Análisis de Varianza de Peso de 100 granos del cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	306.34	19	16.12	1.14	0.4336	
Variedad	218.48	4	54.62	10.51	0.0028	(Variedad*Bloque)
Bloque	25.72	2	12.86	0.91	0.4349	
Sistema	13.07	1	13.07	0.92	0.3599	
Variedad*Bloque	41.56	8	5.2	0.37	0.9162	
Variedad*Sistema	7.51	4	1.88	0.13	0.9669	
Error	141.95	10	14.2			
Total	448.29	29				

CV=11.3%

En la figura 14 se observa que variedad ICTA V-301 fue la que presentó un mayor peso de grano tanto en asocio como en monocultivo, esto se verifica al realizar la comparación de medias para el factor de variedad (Cuadro 25) por medio del criterio de la diferencia mínima significativa, en donde se observa que la variedad ICTA V-301 presentó mejores resultados respecto a las demás variedades, con una media de 37.95 gramos por 100 granos de maíz. Esto nos indica que esta variedad presenta una mejor consistencia del grano y granos más grandes y pesados.

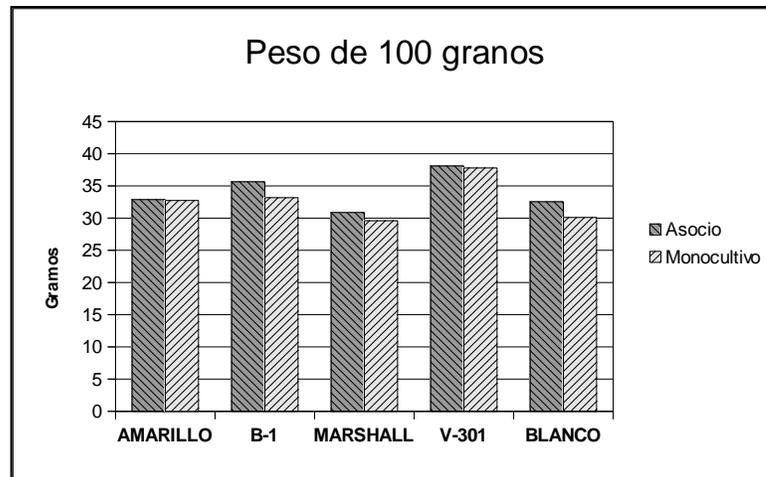


Figura 14. Peso de 100 granos de las variedades de maíz evaluadas en asocio con frijol y monocultivo. Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 25. Comparación múltiple de medias para la variable Peso de 100 granos y el factor Variedad de maíz.

Variiedad	Medias	Grupo		
V-301	37.95	A		
B-1	34.4		B	
Amarillo	32.8		B	C
Blanco	31.32			C
Marshall	30.23			C

DMS=3.03471 Error: 5.1956 gl: 8

2.6.1.7 RENDIMIENTO DE GRANO

Al realizar el análisis de varianza para la variable de rendimiento de grano (cuadro 26), se observó que el único factor que presentó diferencias significativas es la variedad de maíz, esto nos indica que los factores genéticos fueron más relevantes en la determinación de rendimiento respecto a los factores ambientales y de manejo, en este caso, la implementación del asocio con frijol.

El resultado observado en el análisis de varianza sugiere que el asocio de maíz con frijol no causaría necesariamente la disminución de rendimiento del maíz, esto podría ser debido a que el maíz es el cultivo dominante en el asocio; además es de considerar que la variedad de frijol es de porte bajo por lo que el maíz compitió eficientemente por los

recursos limitantes como la luz y el agua, sin que esta relación llegará a afectar significativamente su rendimiento.

CUADRO 26. Resumen de Análisis de Varianza de Rendimiento de grano en kg/ha del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	5107718.76	19	268827.3	6.23	0.0026	
Variedad	4755707.44	4	1188926.86	48.45	<0.0001	(Variedad*Bloque)
Bloque	7607.29	2	3803.64	0.09	0.9164	
Sistema	97452.8	1	97452.8	2.26	0.1639	
Variedad*Bloque	196307.07	8	24538.38	0.57	0.7825	
Variedad*Sistema	50644.18	4	12661.04	0.29	0.8758	
Error	431799.12	10	43179.91			
Total	5539517.88	29				

CV=13.04%

En la figura 15 se puede observar que el rendimiento mayor de grano fue obtenido por la variedad ICTA B-1 bajo el sistema de monocultivo seguido por la misma variedad bajo el sistema de asocio con frijol, se observa también que los más bajos rendimientos se obtuvieron en la variedad Criolla de grano blanco en monocultivo y asocio con frijol.

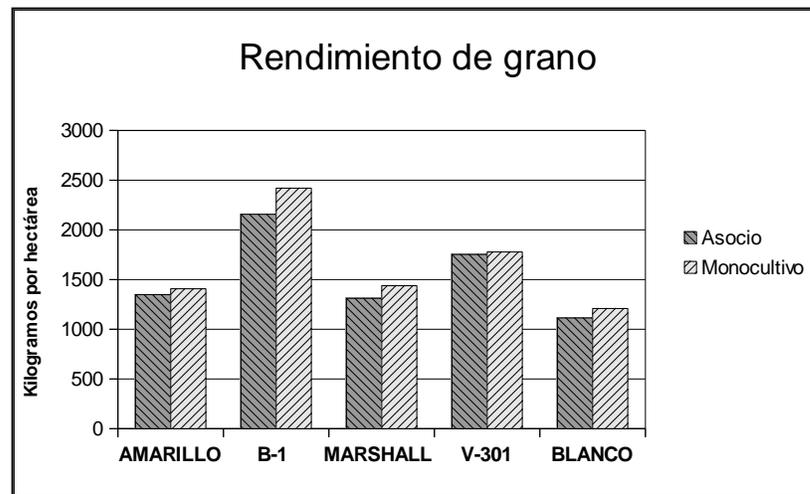


Figura 15. Rendimiento de grano de las variedades de maíz evaluadas en asocio con frijol y monocultivo. Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 27 se observa que la variedad de maíz ICTA B-1 presentó un mejor rendimiento que las demás variedades con una media de 2, 287.8 kg/ha, seguido por la variedad ICTA V-301 con una media de 1,764.77 kg/ha de maíz. Se puede observar

también que en tercer lugar esta la variedad Criolla de maíz con una media de 1,377.82 kg/ha la cual supera a la variedad mejorada ICTA Don Marshall que presenta una media de 1,374 kg/ha, aunque estadísticamente no existe diferencia significativa entre el rendimiento de estas dos variedades, de este resultado también se puede deducir que de las variedades mejoradas introducidas, la variedad ICTA Don Marshall fue la que menos se adaptó a las condiciones del lugar. En último lugar se encuentra la variedad Criollo Blanco la cual obtuvo un rendimiento de grano de 1,161.32 kg/ha.

CUADRO 27. Comparación múltiple de medias para la variable Rendimiento de grano en kg/ha y el factor Variedad de maíz.

Variedad	Medias	Grupo			
B-1	2287.8	A			
V-301	1764.77		B		
Amarillo	1377.82			C	
Marshall	1374.56			C	
Blanco	1161.32				D

DMS=169.06450 Error: 43179.9120 gl: 10

2.6.1.8 RENDIMIENTO DE GRANO DE FRIJOL

Esta variable se obtuvo de los tratamientos que presentaron asociado con frijol, además de la parcela de monocultivo de frijol, la cual obtuvo un rendimiento de 451.53 kg/ha. Se puede observar en la figura 16 que el frijol asociado a la variedad Criolla de grano blanco, presentó un mayor rendimiento de grano en kilogramos por hectárea, sin embargo este aumento de rendimiento no representó necesariamente una diferencia estadística entre el factor de variedad de maíz asociada al realizar el análisis de varianza (cuadro 28). Los datos obtenidos sugieren que aunque existió variabilidad en el rendimiento de frijol asociados a las variedades de maíz, ninguna de las variedades de maíz en estudio ejercen un mayor o menor efecto que otras.

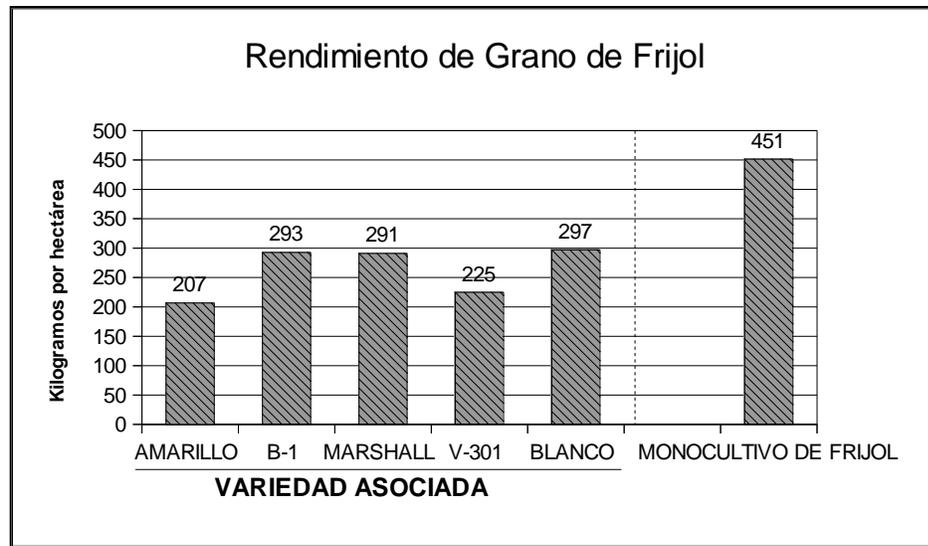


Figura 16. Rendimiento de frijol ICTA Hunapú en asocio con 5 variedades de maíz y monocultivo. Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 28. Resumen de Análisis de Varianza de Rendimiento de grano en kg/ha del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad ICTA Hunapú.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	552192.8	19	29062.8	21.68	<0.0001	
Variedad	11191.8	4	2797.95	2.04	0.1808	(Variedad*Bloque)
Bloque	2454.2	2	1227.1	0.92	0.4315	
Sistema	516403.2	1	516403	385.2	<0.0001	
Variedad*Bloque	10951.8	8	1368.98	1.02	0.4778	
Variedad*Sistema	11191.8	4	2797.95	2.09	0.1575	
Error	13406	10	1340.6			
Total	565598.8	29				

CV=27.91 %

Era de esperarse que para el factor de Sistema de Cultivo existieran diferencias estadísticas entre monocultivo de maíz y asocio con frijol puesto que en el monocultivo de maíz la producción de frijol es nula, esto se refleja en la comparación de medias presentada en el cuadro 29 en la cual se observa que cada uno de los sistemas se encuentran en grupos estadísticos diferentes.

CUADRO 29. Comparación múltiple de medias para la variable Rendimiento de grano de frijol en kg/ha y el factor Sistema de cultivo.

Sistema	Medias	Grupo	
Asocio	262.4	A	
Monocultivo	0		B

DMS=29.78936 Error: 1340.6000 gl: 10

En promedio se puede obtener 262.4 kilogramos de frijol por hectárea al implementar el cultivo en asocio, esto sin afectar el rendimiento de maíz como se observó en el análisis de la variable de rendimiento de grano de maíz. Esto constituye una ventaja comparativa para la comunidad respecto al establecimiento de monocultivo de maíz ya que podremos obtener una mayor cantidad de alimentos y beneficios de la practica del asocio de maíz y frijol sin afectar directamente los rendimientos del maíz. Estos beneficios podrán analizarse con las variables de Índice de Uso equivalente de la Tierra (UET), Produccion total de Alimentos (PTA) y Produccion Total de Proteína (PTP), en las cuales utilizaremos los valores de rendimiento de frijol para su respectivo cálculo. Cabe mencionar que las variables que se presentan a continuación se utilizan específicamente para valorar el asocio de cultivos, es decir que se analizarán los resultados de rendimiento del asocio maíz y frijol y su comparándolos con los obtenidos en la práctica de monocultivo.

2.6.1.9 ÍNDICE DE USO EQUIVALENTE DE LA TIERRA (UET)

Como se puede observar en la figura 17, el mayor Índice de Uso equivalente de la tierra corresponde al tratamiento 3, correspondiente a la variedad ICTA Don Marshall en asocio con frijol, la cual obtuvo un promedio de UET de 1.62, el UET mas bajo lo presento la variedad Criollo amarillo en asocio con frijol, el cual fue de 1.42, sin embargo al realizar el análisis de varianza (cuadro 30) se observa que la variedad no es un factor determinante para esta variable ya que no presenta diferencias estadísticas significativas entre las variedades en estudio.

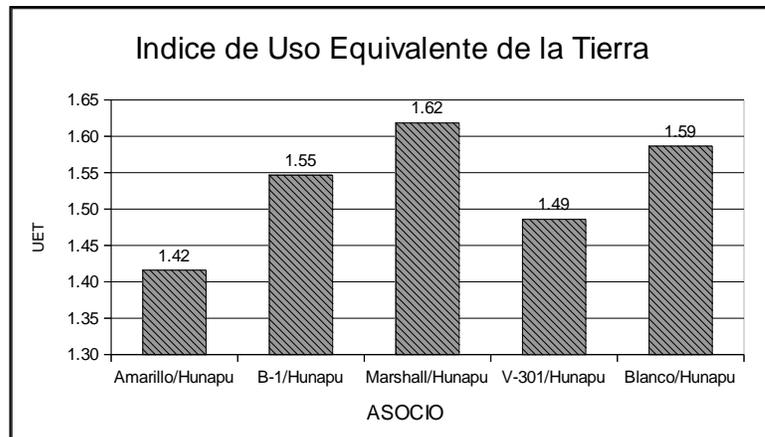


Figura 17. Índice de Uso Equivalente de la Tierra para las diferentes variedades evaluadas en asocio con frijol. Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 30. Resumen de Análisis de Varianza del Índice de Uso de la Tierra.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	2.6	19	0.14	3.39	0.0262	
Variedad	0.04	4	0.01	0.22	0.9227	(Variedad*Bloque)
Bloque	0.04	2	0.02	0.54	0.6003	
Sistema	2.12	1	2.12	52.44	<0.0001	
Variedad*Bloque	0.36	8	0.05	1.12	0.4269	
Variedad*Sistema	0.04	4	0.01	0.24	0.9093	
Error	0.4	10	0.04			
Total	3	29				

CV=15.88%

El factor sistema es el único que presenta diferencias estadísticas, resultado que era de esperarse ya que el valor de UET para cualquier variedad establecida en monocultivo es de 1. Es de resaltar que el valor del Índice de uso equivalente de la tierra para el asocio de maíz y frijol superó para todos los casos el obtenido en las parcelas de monocultivo, obteniendo un valor promedio de 1.53 (cuadro 31). Este valor indica que al realizar la práctica de asocio de maíz y frijol se obtiene 53% más rendimiento general, comparado a lo producido por la misma unidad de tierra al establecer el monocultivo de ambos por separado.

CUADRO 31. Comparación múltiple de medias para la variable Índice de Uso de la Tierra y el factor Sistema de cultivo. Fuente: Elaboración propia.

Sistema	Medias	Grupo	
asocio	1.53	A	
monocultivo	1		B

DMS:0.16348 Error: 0.0404 gl: 10

2.6.1.10 PRODUCCIÓN TOTAL DE ALIMENTOS

Al observar la figura 18 se puede observar que la variedad ICTA B-1 tanto en asocio como en monocultivo tiene una mayor producción de alimentos, superando incluso el monocultivo de esta variedad a el asocio de las demas variedades. Tambien podemos observar que las variedades en asocio, obtuvieron una mayor producción de alimentos, que al ser cultivadas en monocultivo, sin embargo los resultados obtenidos en el analisis de varianza (cuadro 32) nos indican que no existe diferencia significativa entre los valores obtenidos por los sistemas de monocultivo y asocio, este resultado nos indica que al implementar el sistema de asocio de cultivos, no se obtendrá una ventaja comparativa en la producción total de alimentos que al utilizar el monocultivo de maíz.

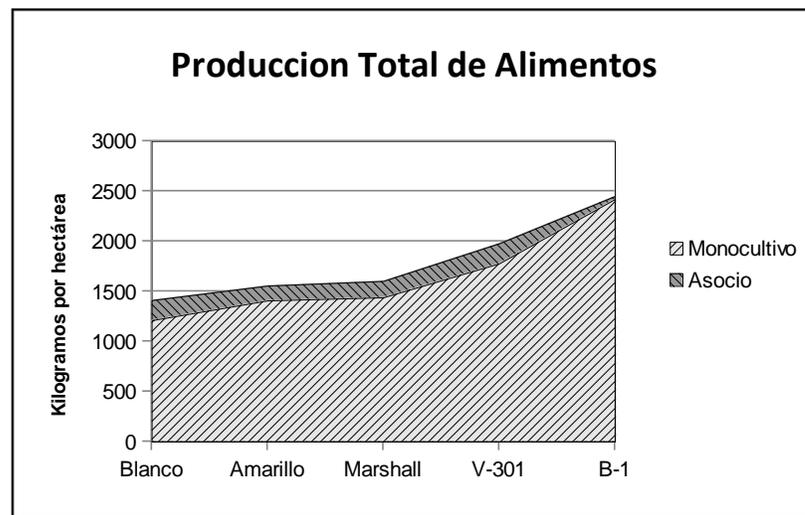


Figura 18. Producción Total de Alimentos para las diferentes variedades de maíz evaluadas en asocio con frijol y monocultivo. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 18 también podemos observar que existe un aumento en la producción total de alimentos cuando se pasa de utilizar variedades criollas a utilizar variedades mejoradas, este aumento en la producción de alimentos provocado por el hecho de utilizar

variedades mejoradas es uno de los factores a considerar cuando se establezcan programas de seguridad alimentaria en la región.

CUADRO 32. Resumen de Análisis de Varianza de la variable Producción Total de Alimentos del cultivo de maíz en asocio con frijol y monocultivo.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	5184625.69	19	272875.04	5.06	0.006	
Variedad	4799040.82	4	1199760.21	51.6	<0.0001	(Variedad*Bloque)
Bloque	4749.03	2	2374.52	0.04	0.9571	
Sistema	165191.6	1	165191.6	3.06	0.1106	
Variedad*Bloque	186007.24	8	23250.9	0.43	0.8769	
Variedad*Sistema	29636.99	4	7409.25	0.14	0.9646	
Error	539014.25	10	53901.43			
Total	5723639.94	29				

CV=13.46%

En el análisis de varianza se puede observar que el factor variedad causó diferencias significativas y al realizar la prueba de medias correspondiente (cuadro 33), se puede observar que la variedad ICTA B-1 presentó una mayor producción total de alimentos respecto a las demás variedades, la cual es de 2, 434.14 kg/ha. También podemos observar que las variedades mejoradas superaron en la producción total de alimentos a las variedades criollas las cuales en monocultivo y asocio presentaron los valores más bajos, esto debido a el bajo rendimiento asociado a factores genéticos.

CUADRO 33. Comparación múltiple de medias para la variable Producción Total de Alimentos y el factor Variedad de maíz. Fuente: Elaboración propia.

Variedad	Medias	Grupo			
B-1	2434.14	A			
V-301	1877.11		B		
Marshall	1520.06			C	
Amarillo	1481.16			C	D
Blanco	1309.82				D

DMS=203.01086 Error: 23250.9049 gl: 8

2.6.1.11 PRODUCCIÓN TOTAL DE PROTEÍNA

En la figura 19 se observa que la producción total de Proteína es mayor en los sistemas de asocio Maíz y frijol, además se puede observar que a pesar que el monocultivo de Maíz

blanco presenta una baja producción de proteína se equilibra con las demás variedades al ser sembrado en asocio con frijol, superando a la mayoría en la producción total de proteínas. Al realizar el análisis de varianza para la variable producción total de proteína (cuadro 34), se observa que para los factores de variedad, sistema e interacción se obtienen diferencias significativas, esto nos indica que cada uno de los factores evaluados son determinantes en el valor de la producción total de proteína. En la figura 19 también se puede observar que mientras la producción total de proteínas aumenta conforme se pasa de tener monocultivo de variedades de criollas de maíz a variedades mejoradas, éste valor se mantiene prácticamente constante al establecer el sistema de cultivo de asocio, esto indicaría que el sistema de asocio con frijol aseguraría una nutrición más completa y nutritiva en las comunidades que sufren de inseguridad alimentaria, ya sea asociándolo a las variedades criollas o mejoradas de maíz.

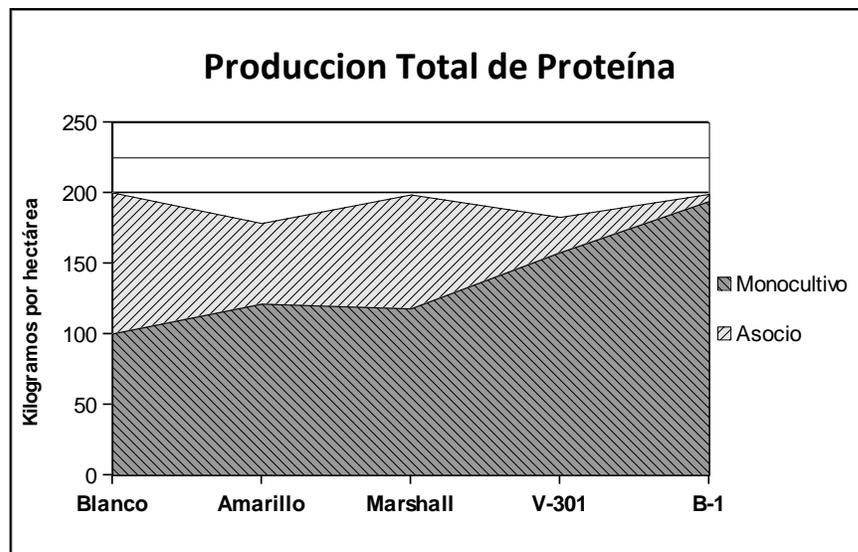


Figura 19. Producción Total de Proteínas para las variedades de maíz en asocio con frijol y monocultivo. Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 34. Resumen de Análisis de Varianza de la variable Producción Total de Proteínas del cultivo de maíz en asocio con frijol y monocultivo.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	42145.24	19	2218.17	23.7	<0.0001	
Variedad	9099.06	4	2274.77	8.08	0.0065	(Variedad*Bloque)
Bloque	135.5	2	67.75	0.72	0.5086	
Sistema	21557.41	1	21557.41	230.34	<0.0001	
Variedad*Bloque	2252.8	8	281.6	3.01	0.0531	

Variedad*Sistema	9100.48	4	2275.12	24.31	<0.0001	
Error	935.89	10	93.59			
Total	43081.13	29				

CV=5.8%

Como se puede observar en el cuadro 35 la variedad ICTA B-1, presenta una mayor producción total de proteína (196.6 kg/ha) seguida de la variedad ICTA V-301 (170.26 kg/ha), ICTA Don Marshall (158.35 kg/ha), Criollo Blanco (150.19 kg/ha) y Criollo Amarillo (149.9 kg/ha) las cuales no presentan diferencia estadística significativa entre ellas.

CUADRO 35. Comparación múltiple de medias para la variable Producción Total de Proteínas y el factor Variedad de maíz.

Variedad	Medias	Grupo	
B-1	196.6	A	
V-301	170.26		B
Marshall	158.35		B
Blanco	150.19		B
Amarillo	149.94		B

DMS=22.34165 Error: 281.5994 gl: 8

Al observar el cuadro 36 podemos observar que el cultivo en asocio presenta una mayor Producción Total de Proteína que el monocultivo, alrededor de 53 kilogramos mas de proteína. Esto corresponde a que la planta de frijol contiene un mayor porcentaje de proteína que el maíz, y al realizar el asocio con este tipo de planta, su porcentaje de proteína para el sistema aumenta considerablemente.

CUADRO 36. Comparación múltiple de medias para la variable Producción Total de Proteínas y el factor Sistema de cultivo.

Sistema	Medias	Grupo	
Asocio	191.88	A	
Monocultivo	138.26		B

DMS=7.87089 Error: 93.5890 gl: 10

En el cuadro 37 se puede observar que la variedad Criollo blanco en asocio con frijol presentó la mayor producción total de proteína, la cual es de 200.18 kg/ha. Esto contrasta con el bajo rendimiento de maíz obtenido en monocultivo y asocio para esta variedad, sin embargo es la que tiene una mayor producción de grano de frijol en el asocio. Debido a esto la producción total de proteína aumento considerablemente en este tratamiento

llegando a ser incluso mayor que todos los demás tratamientos. Al igual que la variedad Criollo Blanco en asocio con frijol, las variedades ICTA B-1, ICTA Don Marshall e ICTA V-301 en asocio, e incluso el ICTA B-1 en monocultivo son estadísticamente los mejores tratamientos en la Producción Total de Proteína.

CUADRO 37. Comparación múltiple de medias para la variable Producción Total de Proteínas y la interacción Variedad-Sistema de cultivo.

Variedad	Sistema	Medias	Grupo					
Blanco	asocio	200.18	A					
B-1	asocio	199.14	A					
Marshall	asocio	198.74	A					
B-1	monocultivo	194.06	A	B				
V-301	asocio	182.82	A	B				
Amarillo	asocio	178.5		B				
V-301	monocultivo	157.71			C			
Amarillo	monocultivo	121.38					D	
Marshall	monocultivo	117.97					D	
Blanco	monocultivo	100.21						E

DMS=17.59985 Error: 93.5890 gl: 10

2.6.1.12 RENDIMIENTO TEÓRICO DE GRANO

En la figura 20 se compara el Rendimiento Teórico con el Rendimiento Real de Grano, como se puede observar el rendimiento teórico en la mayoría de los casos es mayor que el rendimiento Real. En el análisis de varianza del rendimiento teórico de grano (cuadro 38), se puede notar que no existe diferencia significativa para ninguno de los factores del experimento por lo cual se concluye que todos los tratamientos, variedades y sistemas son estadísticamente iguales, este resultado se podría deber a que la variación de cada una de las variables utilizadas para el cálculo de rendimiento teórico afectaron la variación total calculada en el rendimiento teórico, otorgando un mayor error para las parcelas grandes y pequeñas, y por lo tanto generó una mayor probabilidad de aceptación de las hipótesis del análisis de varianza.

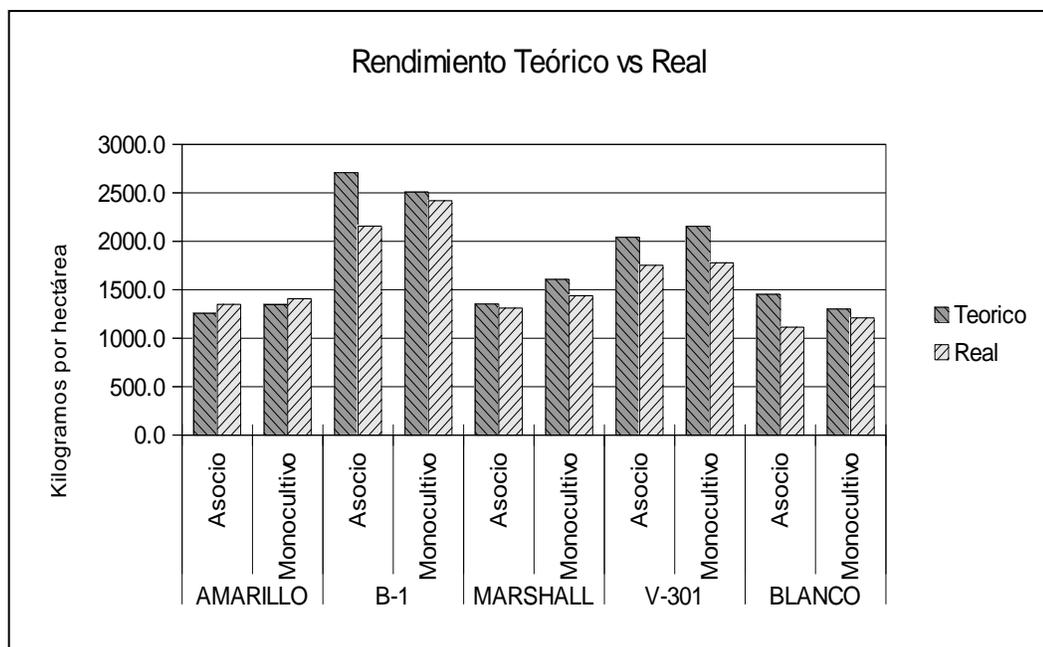


Figura 20. Rendimiento Teórico vs. Rendimiento Real de los tratamientos evaluados.
Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 38. Resumen de Análisis de Varianza de la variable Rendimiento Teórico de grano en kg/ha del cultivo de maíz en asocio con frijol y monocultivo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	13436712.5	19	707195.39	6.23	0.0026	
Variedad	7608567.24	4	1902141.81	3.2	0.0756	(Variedad*Bloque)
Bloque	854428.06	2	427214.03	3.76	0.0604	
Sistema	3185.63	1	3185.63	0.03	0.8703	
Variedad*Bloque	4751064.22	8	593883.03	5.23	0.0088	
Variedad*Sistema	219467.3	4	54866.83	0.48	0.7479	
Error	1134779.91	10	113477.99			
Total	14571492.4	29				

CV= 19%

2.6.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para establecer los tratamientos que produjeron la mayor ganancia, se hizo necesario realizar un análisis de rentabilidad, sacando costos directos, costos indirectos, ingresos brutos, ingresos netos, para cada uno de los tratamientos en evaluación, que se detalla en el cuadro 39.

CUADRO 39. Costo por hectárea del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) para los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTO	COSTOS DIRECTOS	COSTOS INDIRECTOS	COSTO TOTAL	INGRESO BRUTO	INGRESO NETO	RENTABILIDAD %
AMARILLO asocio	5805	800	6605	5221.10	-1383.90	-20.9523
B-1 asocio	5990	800	6790	8098.48	1308.48	19.27062
MARSHALL asocio	6185	800	6985	5669.31	-1315.69	-18.8359
V-301 asocio	5990	800	6790	6494.29	-295.71	-4.35509
BLANCO asocio	5805	800	6605	5144.55	-1460.45	-22.1113
AMARILLO monocultivo	4420	800	5220	4024.04	-1195.96	-22.9111
B-1 monocultivo	4605	800	5405	6919.36	1514.36	28.01773
MARSHALL monocultivo	4800	800	5600	4113.74	-1486.26	-26.5403
V-301 monocultivo	4605	800	5405	5083.00	-322.00	-5.95745
BLANCO monocultivo	4420	800	5220	3458.43	-1761.57	-33.7465

Para el tratamiento del ICTA B-1 en asocio, se obtuvo una rentabilidad de 19.27 %, lo que indica que por cada quetzal o unidad invertido se obtiene una ganancia de Q0.19, para el tratamiento de la variedad ICTA B-1 en monocultivo se obtuvo una rentabilidad de 28.01% siendo la mas alta, lo cual nos indica que por cada quetzal invertido se obtiene una ganancia de Q0.28. En el caso de los demás materiales vemos que no son rentables ya que arrojan datos negativos, o sea que en lugar de tener ganancia, se obtienen perdidas. El análisis de rentabilidad es importante en cualquier experimento que se realice ya al realizar éste, podemos observar si los tratamientos que se evalúan son económicamente rentables, sin embargo no reflejan la situación económica real que experimentan los agricultores en lugares de escasos recursos, por lo que para obtener un análisis

económico objetivo y cercano a la realidad se realizó un análisis de presupuestos parciales.

CUADRO 40. Analisis de presupuestos parciales y dominancia para los tratamientos.

TRATAMIENTOS	COSTOS QUE VARIAN	BENEFICIOS BRUTOS DE CAMPO	BENEFICIOS NETOS DE CAMPO	D/ND
Blanco monocultivo	70	2626.59	2556.59	ND
Amarillo monocultivo	71	3135.64	3065.64	ND
V-301 monocultivo	255	4088.70	3833.70	ND
B-1 monocultivo	251	5741.42	5486.42	ND
Marshall monocultivo	450	3216.37	2766.37	D
Blanco asocio	1065	3982.10	2917.10	D
Amarillo asocio	1066	4050.99	2985.99	D
V-301 asocio	1250	5196.86	3946.86	D
B-1 asocio	1251	6640.63	5390.63	D
Marshall asocio	1445	4454.38	3009.38	D

CUADRO 41. Tasa marginal de retorno para los tratamientos No Dominados

TRATAMIENTOS	COSTOS QUE VARIAN	BENEFICIOS NETOS DE CAMPO	CAMBIO EN CQV	CAMBIO EN BNC	TMR %
Blanco monocultivo	70	2556.59			
Amarillo monocultivo	71	3065.64	1	509.05	509.04 75
V-301 monocultivo	255	3833.70	185	768.06	4.1516 8919
B-1 monocultivo	256	5486.42	1	1652.72	1652.7 225

En el cuadro 41 se observan las tasas marginales de retorno para los tratamientos no dominados, la tasa marginal de retorno nos indica que tan económicamente provechoso será adoptar un tratamiento inmediato superior en sus costos que varían, para nuestro caso específico, la tasa marginal de retorno que obtenemos de pasar de cultivar maíz criollo Blanco en monocultivo a cultivar maíz criollo Amarillo en monocultivo es de

509.04% lo que nos indica que por cada quetzal que invertimos para realizar ese cambio, obtendremos 5.04 quetzales. La tasa marginal de retorno más alta se logró mediante el uso del material de maíz ICTA B-1 en monocultivo con un 1652.72 %, lo que indica que por cada quetzal que se invierte para pasar del tratamiento V-301 en monocultivo al ICTA B-1 en monocultivo se obtendrán 16.52 quetzales.

2.7 CONCLUSIONES

1. La variedad de maíz ICTA B-1 presentó un mejor rendimiento que las demás variedades de maíz, con una media de 2, 287.8 kg/ha.
2. El asocio de maíz con frijol produce un mejor aprovechamiento de los recursos de la tierra esto ya que presenta un mayor Índice de uso de la tierra (UET) y mayor producción total de proteína (PTP) comparado al monocultivo de maíz. Además el desarrollo en altura del maíz y los componentes de rendimiento no fueron afectados al asociarlo con frijol.
3. De los tratamientos evaluados, la variedad de maíz ICTA B-1 en monocultivo produce una rentabilidad de 28.01% siendo la más alta. Así también según el análisis de presupuestos parciales, la tasa marginal de retorno para la variedad ICTA B-1 en monocultivo fue de 1652.72 %, siendo la más elevada y favorable para el agricultor.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar la variedad de maíz ICTA B-1 para obtener mejores rendimientos en monocultivo y en asocio con frijol en la región de San Pedro Jocopilas, El Quiché.
2. Se recomienda realizar la práctica de cultivo en asocio de maíz y frijol para un mejor aprovechamiento de los recursos de la tierra y lograr un aumento en la producción total de proteína sin disminuir el rendimiento del maíz.
3. Para obtener un mejor retorno de los recursos financieros se recomienda utilizar la variedad ICTA B-1 en monocultivo.
4. Se recomienda realizar investigaciones similares en el área con distintos materiales de maíz y frijol, así también bajo diferentes condiciones y en diferentes años para mejorar los resultados obtenidos y enriquecer el conocimiento.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Arcas, E. 2009. Asociación de cultivos (en línea). En Buenas Manos. Consultado 16 mar 2009. Disponible en <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=405>
2. Bolaños, J; Barreto, H. 1991. Análisis de los componentes de rendimiento de los ensayos regionales de maíz de 1990. *In* Análisis de los resultados experimentales del PRM 1990. Guatemala, CIMMYT. v. 2.
3. Blanco, A; Bressani, R. 1991. Biodisponibilidad de aminoácidos en el frijol (*Phaseolus vulgaris*). Arch. Latinoamer. Nutr. 41:38-51.
4. Bressani, R; Navarreto, D; Garcia-Soto, A; Elias, L. 1988. Culinary practices and consumption characteristics of common beans at the rural home level. Arch. Latinoamer. Nutr. 18(4):925- 934.
5. CATIE, CR. 1990. Proyecto Regional Manejo Integrado de Plagas: guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de maíz. Costa Rica. 88 p.
6. CIMMYT, MX. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México. 79 p.
7. Dawo, M; Wilkinson, M; Pilbeam, D. 2008. Interactions between plants in intercropped maize and common bean. Journal of the science of food & agriculture 89(1):41-48.
8. Fischer, KS; Palmer, A. 1984. Tropical maize. *In* Goldsworthy, PR; Fischer, NM (eds.). The physiology of tropical field crops. New York, US, John Wiley. p. 213-248.
9. Fuentes López, MR. 2002. Informe preliminar sobre la fenología en los maíces del altiplano de Guatemala. Guatemala, ICTA. s.p. (Borrador).
10. _____. 2002. El cultivo del maíz en Guatemala: una guía para su manejo agronómico. Guatemala, ICTA. 45 p.
11. _____.; Van Etten, J; Ortega, A; Vivero Pol, JL. 2005. Maíz para Guatemala; propuesta para la reactivación de la cadena agroalimentaria de maíz blanco y amarillo. Guatemala, FAO. 141 p. (Serie PESA Investigación no.1).
12. Galicia Serrano, CR. 1999. Evaluación agroeconómica de tres asociaciones de maíz con brócoli, coliflor y col de bruselas utilizando la técnica de surco doble de maíz bajo las condiciones de la aldea El Rancho, Chiantla, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 44 p.
13. García Arriaza, BE. 1999. Caracterización de 42 cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) nativos de Guatemala, en la ciudad de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 78 p.

14. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, GT). 1998. Informe técnico programa de maíz. Guatemala. s.p.
15. _____. 2000. Informe técnico sub-programa de maíz. Guatemala. s.p.
16. IICA, GT. 2009. La contribución del IICA al desarrollo de la agricultura y las comunidades rurales: informe anual. Guatemala. 43 p.
17. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 1991. Encuesta nacional de consumo aparente de alimentos. Guatemala, SEGEPLAN. 62 p.
18. IPNI (International Plant Nutrition Institute, US). s.f. Conozca y resuelva los problemas del maíz (en línea). US. Consultado 16 mar 2012. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/58a28034c6562c5b05256a0a0078beaf/\\$FILE/Maiz.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/58a28034c6562c5b05256a0a0078beaf/$FILE/Maiz.pdf)
19. Laffite, HR. 1993. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical: guía de campo. México, CYMMIT. 122 p.
20. Larios, L; Gordón, R; Obando, R; Osorio, M; López, G; Bolaños, J. 1997. Eficiencia de uso de nitrógeno en el cultivo del maíz bajo distintos métodos de aplicación. *In* Síntesis de resultados experimentales del PRM 1992. Guatemala, CIMMYT / PRM. 338 p.
21. León, C De. 1984. Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo. México, CIMMYT. 114 p.
22. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 1998. Granos básicos: producción y comercialización, situación actual y perspectivas. Guatemala. 25 p.
23. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 1999. Política de granos básicos de Guatemala. Guatemala. 24 p.
24. Méndez Soto, R. 2004. Evaluación agroeconómica de materiales mejorados de maíz en asocio con frijol en comparación con materiales tradicionales en el canton Catoyac, San Andrés Sajcabajá, El Quiché. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 68 p.
25. Morales, S. 2010. El rostro humano del hambre: tercer informe del Procurador de los Derechos Humanos en seguimiento a la Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional del Gobierno de Guatemala. Guatemala, PDH. 98 p.
26. PNUD (Proyecto de las Naciones Unidas para el Desarrollo, GT). 1999. Guatemala: el rostro rural del desarrollo humano. Guatemala. 277 p.
27. Reyes Hernández, M. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas utilizando presupuestos parciales: reenseñando el uso de este enfoque. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, CIAGROS Boletín Informativo 1-2001. 31 p.

28. Sancé Nerio, JE. 1998. Evaluación de cuatro productos orgánicos y un químico como fertilizantes foliares sobre el rendimiento del cultivo de frijol en dos localidades del municipio de Ipala, Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Chiquimula, Guatemala, USAC, Centro Universitario de Oriente. 53 p.
29. Santos Villagrán, E. 2010. Costos y rentabilidad de unidades agrícolas (producción de frijol). Trabajo de graduación Contador Público y Auditor. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Económicas. 118 p.
30. Sain, G; López-Pereira, M. 1997. Producción de maíz y políticas agrícolas en Centro América y México. Costa Rica. CIMMYT/PRM. 64 p.
31. Serrano, J; Goñi, I. 2004. Papel del frijol negro *Phaseolus vulgaris* en el estado nutricional de la población guatemalteca (en línea). Madrid, España, Universidad Complutense de Madrid. Consultado 16 mar 2012. Disponible en http://www.alanrevista.org/ediciones/2004-1/frijol_negro_phaseolus_vulgaris.asp
32. Valle, L Del. 1999. Guatemala: marco cuantitativo de la agricultura guatemalteca (1950-1999). Guatemala, IICA. 387 p.
33. Wellhausen, EJ; Fuentes, A; Hernández. 1957. Races of maize in Central America. Washington DC, US, National Research Council. 128 p. (Publications no. 511).
34. Wikipedia.com. 2009. *Zea mayz* (en línea). España. Consultado 16 mar 2009. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Zea_mays



Vo. Bo. CEDIA:

A handwritten signature in black ink that reads 'Rolando Barrios'. The signature is written over a horizontal line.

2.10 APÉNDICE

2.10.1 OPINIÓN DE LOS AGRICULTORES ACERCA DE LAS VARIEDADES Y SISTEMAS ESTUDIADOS

Durante la realización del experimento se realizaron entrevistas informales con 12 agricultores del lugar para conocer sus puntos de vista sobre las variedades introducidas y sobre el sistema de asocio de maíz y frijol, así también se recolectó información de 4 mujeres que realizaron tortillas de los diferentes materiales de maíz, de estas entrevistas informales se obtuvieron los siguientes datos:

- El 100% de los agricultores entrevistados cree que el sistema de asocio de maíz con frijol provee de mayores beneficios para la tierra y para proveer de alimento a las personas.
- El 83% de los agricultores piensan que las variedades del ICTA utilizadas en la investigación son mejores que las variedades locales y están dispuestos a cultivar las variedades mejoradas en sus parcelas, en especial la variedad ICTA B-1 la cual fue la mejor aceptada por los agricultores.
- El 75% de las mujeres expresó que les había gustado el sabor de la tortilla de las variedades mejoradas, el 25% restante no respondió.
- 25% de las mujeres entrevistadas informalmente expresaron que no les gustó la masa de la tortilla del maíz ICTA B-1 porque se quebraba al hacer la tortilla. El otro 75% no encontró diferencia entre la masa de las tortillas de las diferentes variedades mejoradas y locales.
- Las características que más gustaron de cada una de las variedades mejoradas fueron las siguientes:
 - ICTA B-1: El tamaño y llenado de la mazorca. Que es breve (ciclo corto). Buena producción.
 - ICTA V-301: El tamaño de la mazorca y el llenado de la mazorca. La facilidad para desgranar.

- ICTA Don Marshall: El llenado de la mazorca.
- Las características que menos gustaron de cada una de las variedades mejoradas fueron las siguientes:
 - ICTA B-1: El tamaño de la planta.(Porte bajo). Cuesta desgranar
 - ICTA V-301: La consistencia del grano (mas duro).
 - ICTA Don Marshall: No tiene muchas mazorcas, El tamaño del grano es muy pequeño.

En general las variedades mejoradas fueron bien aceptadas por los agricultores entrevistados, ya que la mayoría piensa que son mejores que las variedades locales, estos expresaron que iban a seguir probando estos materiales en sus parcelas individualmente. Se les hizo saber además que estas variedades son de Polinización libre por lo cual pueden guardar y producir su propia semilla sin perder las características de cada variedad.

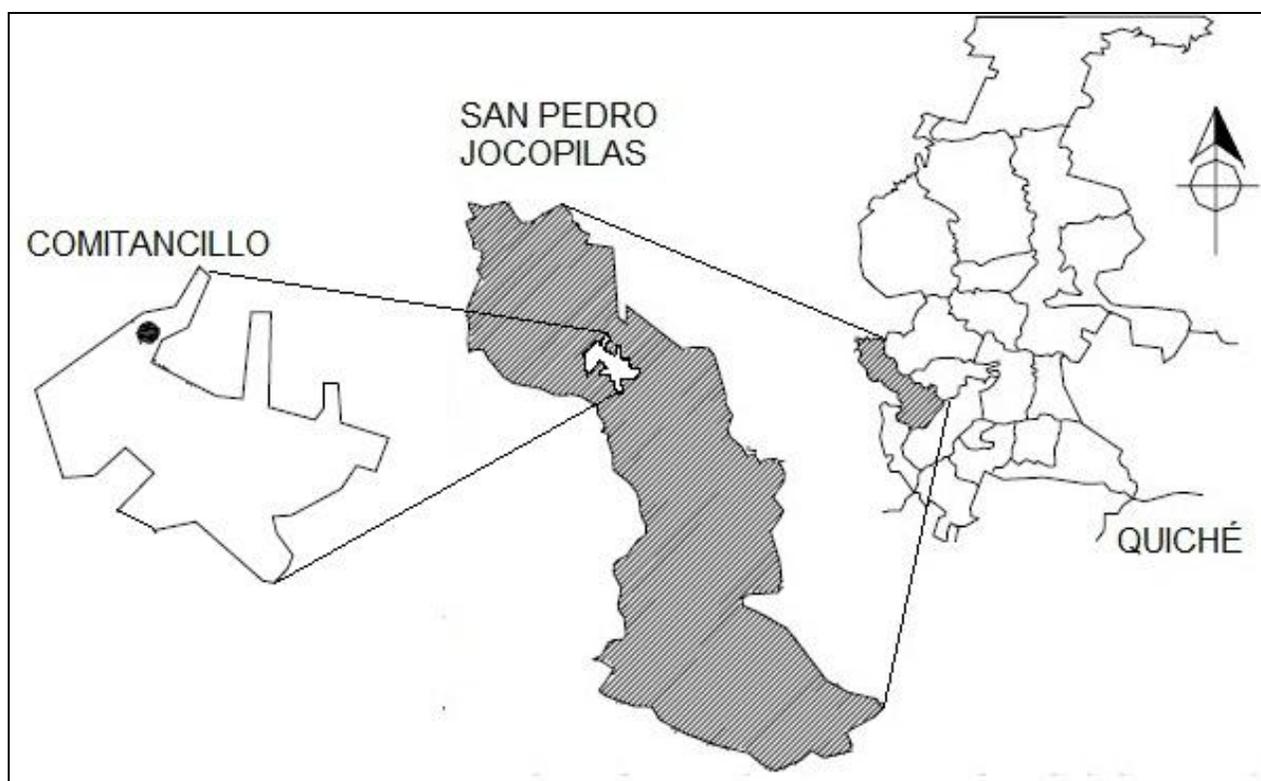


Figura 21A. Localización del Caserío Comitancillo, San Pedro Jocopilas, Quiché. Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 42A. Datos de la variable altura de la planta en metros por tratamiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.).

Tratamiento	Bloque		
	I	II	III
AMARILLO asocio	2.137	2	2.277
B-1 asocio	1.266	1.658	1.462
MARSHALL asocio	1.701	2.161	1.727
V-301 asocio	1.667	1.936	2.167
BLANCO asocio	2.038	2.099	1.696
AMARILLO monocultivo	2.042	2.153	2.258
B-1 monocultivo	1.418	1.665	1.597
MARSHALL monocultivo	1.806	2.251	1.776
V-301 monocultivo	1.708	1.851	2.12
BLANCO monocultivo	1.941	1.976	1.893

CUADRO 43A. Datos de la variable Número de mazorcas por tratamiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.).

Tratamiento	Repetición		
	I	II	III
AMARILLO asocio	46	48	42
B-1 asocio	59	63	57
MARSHALL asocio	39	36	33
V-301 asocio	41	39	44
BLANCO asocio	41	44	39
AMARILLO monocultivo	42	54	45
B-1 monocultivo	56	68	57
MARSHALL monocultivo	39	42	43
V-301 monocultivo	47	40	46
BLANCO monocultivo	49	46	39

CUADRO 44A. Datos de la variable Peso de mazorcas en kilogramos por hectárea por tratamiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.).

Tratamiento	Bloque		
	I	II	III
AMARILLO asocio	1855.7	1620.5	1672.7
B-1 asocio	2456.8	2875.0	3188.6
MARSHALL asocio	1908.0	1620.5	1777.3
V-301 asocio	2273.9	2456.8	2038.6
BLANCO asocio	1411.4	1470.2	1333.0
AMARILLO monocultivo	1855.7	1751.1	1862.2
B-1 monocultivo	2927.3	3606.8	2545.7
MARSHALL monocultivo	2090.9	2561.4	2064.8
V-301 monocultivo	2352.3	2273.9	2221.6
BLANCO monocultivo	1594.3	1254.5	1560.3

CUADRO 45A. Datos de la variable Número de filas por tratamiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

Tratamiento	Bloque		
	I	II	III
AMARILLO asocio	10	9	11.3
B-1 asocio	14.4	14	14.4
MARSHALL asocio	16	17.8	18
V-301 asocio	12.67	12.4	12.5
BLANCO asocio	12.8	13.2	11

AMARILLO monocultivo	11	9	10.6
B-1 monocultivo	14.8	12.75	13.6
MARSHALL monocultivo	18	16.57	15.33
V-301 monocultivo	14	13.4	14.33
BLANCO monocultivo	13	12.8	11

CUADRO 46A. Datos de la variable Número de granos por fila por tratamiento del cultivo del maíz (*Zea mays L.*).

Tratamiento	Bloque		
	I	II	III
AMARILLO asocio	21.67	15.5	26.83
B-1 asocio	20.6	26.25	20.2
MARSHALL asocio	15	21.2	17
V-301 asocio	18.33	23.2	35.67
BLANCO asocio	25	23.2	13.5
AMARILLO monocultivo	25.17	15.5	24.6
B-1 monocultivo	22.8	26.75	17.2
MARSHALL monocultivo	12.5	26.71	19.33
V-301 monocultivo	21.25	24.8	23.5
BLANCO monocultivo	19.25	24.6	13.5

CUADRO 47A. Datos de la variable Peso de 100 granos de maíz (*Zea mays L.*).

Tratamiento	Bloque		
	I	II	III
AMARILLO asocio	30.3	38	30.3
B-1 asocio	35.3	34.4	37.2
MARSHALL asocio	32.4	29.7	30.5
V-301 asocio	42.1	34.1	38.1
BLANCO asocio	34.2	35.6	27.8
AMARILLO monocultivo	29.4	33.3	35.5
B-1 monocultivo	32	38.1	29.4
MARSHALL monocultivo	27.4	31.1	30.3
V-301 monocultivo	35.1	39.9	38.4
BLANCO monocultivo	26.8	32.1	31.4

CUADRO 48A. Datos de la variable Rendimiento de grano de maíz (*Zea mays L.*) en kilogramos por hectárea.

Tratamiento	Bloque		
	I	II	III
AMARILLO asocio	1432.3	1254.5	1359.1
B-1 asocio	1947.2	2130.1	2391.5
MARSHALL asocio	1489.8	1123.9	1318.6
V-301 asocio	1693.6	1884.4	1678.7
BLANCO asocio	1165.7	1144.8	1029.8
AMARILLO monocultivo	1481.9	1335.6	1403.5
B-1 monocultivo	2279.1	2705.1	2273.9
MARSHALL monocultivo	1048.1	1672.7	1594.3
V-301 monocultivo	1881.8	1777.3	1672.7
BLANCO monocultivo	1299.0	1071.6	1257.2

CUADRO 49A. Datos de la variable Rendimiento de grano de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en kilogramos por hectárea.

Tratamiento	Bloque		
	I	II	III
AMARILLO asocio	233.0	221.0	166.0
B-1 asocio	290.0	248.0	340.0
MARSHALL asocio	350.0	294.0	229.0
V-301 asocio	197.0	226.0	251.0
BLANCO asocio	348.0	332.0	211.0
AMARILLO monocultivo	0	0	0
B-1 monocultivo	0	0	0
MARSHALL monocultivo	0	0	0
V-301 monocultivo	0	0	0
BLANCO monocultivo	0	0	0

CUADRO 50A. Datos de la variable Índice de Uso Equivalente de la Tierra para el asocio de maíz y frijol.

Tratamiento	Bloque		
	I	II	III
AMARILLO asocio	1.5	1.4	1.3
B-1 asocio	1.5	1.3	1.8
MARSHALL asocio	2.2	1.3	1.3
V-301 asocio	1.3	1.6	1.6

BLANCO asocio	1.7	1.8	1.3
AMARILLO monocultivo	1	1	1
B-1 monocultivo	1	1	1
MARSHALL monocultivo	1	1	1
V-301 monocultivo	1	1	1
BLANCO monocultivo	1	1	1

CUADRO 51A. Datos de la variable Produccion Total de Alimentos en kilogramos por hectárea para el asocio maíz y frijol.

Tratamiento	Bloque		
	I	II	III
AMARILLO asocio	1665.3	1475.5	1525.1
B-1 asocio	2237.2	2378.1	2731.5
MARSHALL asocio	1839.8	1417.9	1547.6
V-301 asocio	1890.6	2110.4	1929.7
BLANCO asocio	1513.7	1476.8	1240.8
AMARILLO monocultivo	1481.9	1335.6	1403.5
B-1 monocultivo	2279.1	2705.1	2273.9
MARSHALL monocultivo	1048.1	1672.7	1594.3
V-301 monocultivo	1881.8	1777.3	1672.7
BLANCO monocultivo	1299.0	1071.6	1257.2

CUADRO 52A. Datos de la variable Produccion Total de Proteina en kilogramos por hectárea para el asocio maíz y frijol.

Tratamiento	Bloque		
	I	II	III
AMARILLO asocio	184.8	181.9	168.7
B-1 asocio	198.5	188.4	210.5
MARSHALL asocio	212.9	199.5	183.9
V-301 asocio	176.2	183.1	189.1
BLANCO asocio	212.4	208.6	179.5
AMARILLO monocultivo	128.9	112.9	122.3
B-1 monocultivo	175.2	191.7	215.2
MARSHALL monocultivo	134.1	101.1	118.7
V-301 monocultivo	152.4	169.6	151.1
BLANCO monocultivo	104.9	103.0	92.7

CUADRO 53A. Datos de la variable Rendimiento Teórico de grano en kilogramos por hectárea para el asocio maíz y frijol.

Tratamiento	Bloque		
	I	II	III
AMARILLO asocio	1208.15	1017.79	1543.30
B-1 asocio	2471.25	3185.78	2467.13
MARSHALL asocio	1213.06	1613.89	1231.96
V-301 asocio	1603.49	1530.34	2989.86
BLANCO asocio	1794.82	1918.78	644.01
AMARILLO monocultivo	1367.52	1003.40	1666.26
B-1 monocultivo	2418.77	3534.50	1568.01
MARSHALL monocultivo	961.74	2312.42	1544.35
V-301 monocultivo	1963.14	2121.53	2379.38
BLANCO monocultivo	1314.51	1859.81	727.41

CUADRO 54A. Pérdidas de cosecha en hectáreas debidas a la sequía en el municipio de San Pedro Jocopilas

No.	LOCALIDAD	AREA AFECTADA EN HECTÁREAS			
		MAÍZ-FRIJOL	MAÍZ	FRIJOL	TOTAL
1	ESTANZUELA	4.4	44.6	20.7	69.7
2	COMITANCILLO	0.0	71.3	35.3	106.5
3	CHIJOLOM	0.0	16.5	7.0	23.5
4	EL CEBOLLIN	8.0	0.0	0.0	8.0
5	EL MATAZANO	8.4	0.0	3.7	12.2
6	EL NARANJO	9.8	0.0	0.1	9.9
7	EL TABLON	5.0	20.4	5.0	30.3
8	LAS FLORES	0.0	8.9	2.1	11.1
9	LAS POZAS	28.5	0.4	5.1	34.0
10	LAS TUNAS	14.6	11.2	4.3	30.2
11	SAN LUCAS	7.7	0.0	0.9	8.6
12	SAN PABLO LAS DELICIAS	0.0	23.6	7.5	31.1
13	CERRO NEGRO	0.0	21.2	7.2	28.4
14	EL JOCOTILLO	10.6	0.2	2.9	13.7
15	EL PARADILLO	21.4	0.0	8.5	30.0
16	SANTA MARIA	18.7	20.6	7.8	47.1
17	SAN JOSE EL TUNAL	20.4	20.4	6.1	46.9
18	VILLA HERMOSA	21.2	0.0	0.0	21.2
19	PANARANJO EL CHIQUITO	11.5	0.0	1.3	12.8
20	LAS ROSAS	23.1	25.2	9.3	57.6

21	ESTANZUELA VIUDAS	0.0	17.6	9.6	27.2
22	EL RODEO	3.7	1.7	0.9	6.3
23	PATZOJON CHIQUITO	17.7	6.6	3.1	27.4
	TOTAL	234.8	310.5	148.5	693.7

CUADRO 55A. Resumen de la precipitación pluvial en milímetros de lluvia registrados en la estación del caserío Comitancillo, San Pedro Jocopilas en el año 2,009.

MES	mm	MES	mm	MES	mm
Enero	0	Mayo	197.5	Septiembre	74.1
Febrero	0	Junio	240.5	Octubre	38
Marzo	0	Julio	88.1	Noviembre	35.8
Abril	0	Agosto	67.1	Diciembre	51.4

Total: 793 milímetros de lluvia

CUADRO 56A. Costos de producción por hectárea de los diferentes tratamientos evaluados.

COSTOS DIRECTOS	TRATAMIENTOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MANO DE OBRA:										
1. Preparación del suelo	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
2. Siembra maíz	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520
3. Siembra Frijol	260	260	260	260	260	0	0	0	0	0
4. Limpias (2) veces Maíz	640	640	640	640	640	640	640	640	640	640
5. Aplicación Volaton (1 vez) maíz	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
7. Aplicación 15-15-15	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
8. Aplicación Urea	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
9. Cosecha maíz	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540
10. Cosecha frijol	180	180	180	180	180	0	0	0	0	0
INSUMOS :										
1. Semilla maíz	70	255	450	255	70	70	255	450	255	70
2. Semilla de frijol	375	375	375	375	375	0	0	0	0	0
5. Fertilizante 15-15-15 maíz	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850
6. Fertilizante 15-15-15 frijol	440	440	440	440	440	0	0	0	0	0

7. Fertilizante urea maiz	680	680	680	680	680	680	680	680	680	680
7. Transporte (abono)	130	130	130	130	130	0	0	0	0	0
TOTAL COSTOS DIRECTOS	5805	5990	6185	5990	5805	4420	4605	4800	4605	4420
COSTOS INDIRECTOS										
1. Arrendamiento	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
COSTO TOTAL	6605	6790	6985	6790	6605	5220	5405	5600	5405	5220
INGRESO BRUTO	5221.10	8098.48	5669.31	6494.29	5144.55	4024.04	6919.36	4113.74	5083.00	3458.43
INGRESO NETO	-1383.90	1308.48	-1315.69	-295.71	-1460.45	-1195.96	1514.36	-1486.26	-322.00	-1761.57
RENTABILIDAD %	-26.51	16.16	-23.21	-4.55	-28.39	-29.72	21.89	-36.13	-6.33	-50.94

3. CAPITULO III
SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO JOCOPILAS, EL
QUICHE, GUATEMALA, C.A.

3.1 PRESENTACIÓN

A través de la realización del diagnóstico se llegó a la conclusión de que era necesario que los habitantes del municipio contaran con una fuente de trabajo sostenible que a la vez suministre de alimento a sus familias, por lo cual se realizó el servicio de “Establecimiento de Huertos Familiares” que benefició a las familias de los caseríos de Chuijá y Pachicui y las aldeas de Santa María, a través de capacitación técnica y establecimiento de parcelas demostrativas, brindándoles las herramientas y el conocimiento necesario para el establecimiento de una forma adecuada los huertos familiares y dándoles así la oportunidad de contar con una fuente de ingresos rentable, al mismo tiempo que garantizaron el alimento para sus propias familias.

Así también se realizaron los servicios de capacitación en “Elaboración de Aboneras Tipo Bocashi” y “Elaboración de Estructuras de conservación de suelos”, estos servicios de capacitación se realizaron en el caserío Chuijá y Comitancillo respectivamente, en los cuales se brindó apoyo técnico a los agricultores que se dedican a los cultivos de maíz y frijol, de tal manera que estos cuenten con métodos y la tecnología suficiente para mejorar la productividad de sus cosechas.

3.2 SERVICIO 1: ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS FAMILIARES.

Los huertos familiares han tomado auge en los últimos años por considerarse una forma de producción que manejándose adecuadamente llega no solo a proveer alimentos e ingresos económicos de una forma sostenible en las comunidades, sino también favorece la diversificación de alimentos y la seguridad alimentaria.

3.2.1 OBJETIVOS

Capacitar a las mujeres de las comunidades de Santa María, Pachicui y Chuija en los temas de establecimiento de huertos familiares.

Establecer huertos familiares o de traspatio en la aldea Santa María, caserío Pachicui y caserío Chuijá para mejorar y diversificar la alimentación de las familias.

3.2.2 METODOLOGÍA

Para el establecimiento de los huertos familiares, se realizaron una serie de 4 reuniones y capacitaciones con las mujeres y agricultores del lugar, los cuales proporcionaron los recursos necesarios para el establecimiento de los huertos. En cada comunidad se estableció un huerto demostrativo en el cual se realizaron las prácticas correspondientes de las capacitaciones, se contó con el apoyo de la institución Coordinadora de organizaciones de mujeres Kiches K'amalb'e para convocar a las mujeres de las diferentes comunidades. A continuación se presenta de forma resumida las actividades realizadas durante cada una de las reuniones.

3.2.2.1 Capacitación 1: Aspectos generales de la huerta

Esta capacitación constó de dos fases, la primera consistió en una clase magistral donde se describieron todos los aspectos técnicos y teóricos sobre el establecimiento de huertos familiares, la segunda fase consistió en realizar una planificación en cada una de las comunidades para el establecimiento de los huertos demostrativos, se realizó también la selección de especies a sembrar en los huertos, la programación de las capacitaciones subsiguientes y se planificaron las actividades que cada participante debe efectuar para el establecimiento de su propio huerto familiar. Los contenidos teóricos fueron los siguientes:

- a. La importancia nutricional de las especies hortícolas.**
- b. Beneficios de la huerta:**

- c. **Ubicación de la huerta**
- d. **Protección de la huerta**
- e. **Sistemas de siembra:**
- f. **Actividades iniciales**

3.2.2.2 **Capacitación 2: Establecimiento del huerto familiar**

Esta capacitación consistió en una práctica que se llevó a cabo en las parcelas demostrativas escogidas en la reunión anterior, dichas parcelas fueron las primeras en establecerse y luego se elaboró un cronograma para la implementación de las demás parcelas por los participantes. Las actividades realizadas fueron las siguientes:

- a. **Preparación del suelo.**
- b. **Desinfestación del suelo.**
- c. **Establecimiento de semillero**
- d. **Siembra directa**
- e. **Riego**

3.2.2.3 **Capacitación 3: Manejo del huerto familiar**

Esta capacitación consistió de una sola fase, en la cual se incluyeron todos los aspectos técnicos y teóricos sobre el establecimiento de huertos familiares, esta capacitación se llevó a cabo directamente en la parcela demostrativa de cada comunidad, los temas tratados fueron los siguientes:

- a. **Transplante**
 - **Cuidados a la hora de transplantar**
 - **Crecimiento radicular de las plantas**
 - **Edad adecuada para el transplante**
- b. **Riego**
- c. **Raleo**
- d. **Desmalezado**
- e. **Fertilización**
- f. **Control de plagas:**

3.2.2.4 Capacitación 4: Cuidados especiales del huerto familiar

El principal objetivo de esta capacitación es dar a conocer los cuidados especiales que se debe tener con los huertos familiares, introduciendo a los participantes a las prácticas orgánicas de producción, para que puedan utilizar recursos disponibles en la misma comunidad así también se dio a conocer la metodología utilizada para elaborar insecticidas orgánicos a base de chile. El contenido fue el siguiente:

a. Cuidados especiales del huerto

- **Protección contra animales domésticos**
- **Preparación adecuada del suelo**

b. Fertilización

c. Control de plagas y enfermedades

- **Prevención**
- **Buenas prácticas agrícolas**
- **Métodos de control**
 - **Siembra de plantas repelentes**
 - **Trampas**
 - **Control químico**
 - **Control biológico**
 - **Control orgánico**
- **Elaboración de insecticidas a base de chile y ajo**

d. Cosecha

3.2.3 Resultados y evaluación.

Con la realización de este servicio se logró el establecimiento de parcelas demostrativas en las tres comunidades así como capacitar en el manejo de los huertos a 18 mujeres de la aldea Santa María, 21 mujeres del caserío Pachicui y 24 agricultores y mujeres del caserío Chuijá, creando la capacidad de manejar un huerto familiar adecuadamente y tener el criterio para utilizar materiales orgánicos y de disponibilidad para su utilización en los huertos.

Se realizó la programación del establecimiento de los huertos de cada uno de los participantes otorgándoles semillas de hortalizas suficientes para su cultivo, después de un monitoreo se estableció que un 90 % de los participantes establecieron un huerto familiar en sus respectivos hogares ya que no todas las personas mostraron el interés o no daban el debido mantenimiento a sus hortalizas.

En cada una de las capacitaciones se realizaron evaluaciones en las cuales se determinó que un 85 % de los participantes aumentaron sus conocimientos en el cultivo de hortalizas y el establecimiento de los huertos.

Con la realización de este servicio se logró que los habitantes de la aldea Santa María y los caseríos Pachicui y Chuijá cuenten con una mayor diversidad de cultivos así como la implementación de nuevas técnicas y prácticas que aseguraron la provisión de alimentos a sus familias.

3.3 SERVICIO 2: EXTENSION AGRÍCOLA EN MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS.

La extensión agrícola es la transferencia de tecnología a través de la educación informal, principalmente en comunidades rurales y enfocadas a sus maneras de vivir. En la extensión agrícola el aprendizaje comprende procesos como el de observar más eficientemente, memorizar, entender ideas, controlar emociones y desarrollar conocimientos, actitudes y destrezas.

En el programa de extensión agrícola se implementaron temas como elaboración de aboneras para mejorar el contenido de materia orgánica en el suelo y la realización de estructuras de conservación. La mayor parte de este servicio se realizó directamente en el campo, visitando a los agricultores en sus comunidades y directamente en sus parcelas. La metodología a utilizar consistió en reuniones con las personas interesadas y capacitaciones a través de talleres y charlas elaboradas específicamente para cada actividad.

3.3.1 Objetivos

- Capacitar a los agricultores de las comunidades de Chuija en la elaboración de aboneras tipo Bocashi para el mejoramiento del suelo.
- Capacitar a los agricultores de la comunidad de Comitancillo en la elaboración de curvas de nivel y estructuras de conservación de suelos.

3.3.2 Metodología

Las capacitaciones se impartieron de manera magistral y demostrativa de manera que se realizaron reuniones con los agricultores de las comunidades los días entre semana en horas de la mañana de acuerdo con las . Las comunidades en las cuales se pretende la realización de las capacitaciones son: El caserío Chuijá y el caserío Comitancillo. Los temas a tratar en las diferentes reuniones se detallan a continuación.

3.3.2.1 ELABORACION DE ABONERAS TIPO BOCASHI

Capacitación 1: Aspectos generales en la elaboración de la abonera tipo Bocashi.

En esta reunión se enumeraron los materiales y los recursos necesarios para la elaboración de la abonera, así también se dieron a conocer aspectos generales como los beneficios que esta presenta y como es el proceso de descomposición de la materia orgánica. Asimismo se estableció el área de trabajo para elaboración de una abonera demostrativa en la cual se realizaron las subsiguientes actividades y se establecieron las fechas en las cuales los agricultores elaboraron sus propias aboneras.

Capacitación 2: Establecimiento de la abonera

En esta reunión se capacitó a los agricultores y se realizó una abonera demostrativa, utilizando los materiales que ellos mismos proporcionaron, de esta manera cada uno de los participantes contó con la capacidad de realizar su propia abonera de acuerdo a los materiales disponibles en la localidad y obtuvo criterio para darle un manejo adecuado considerando todos los elementos de manejo necesarios para su ejecución.

Capacitación 3: Manejo de la abonera

En esta reunión se dieron a conocer los principales aspectos de manejo de la abonera, tales como el manejo de humedad de la abonera, regulación de la temperatura, volteo, características e indicadores del manejo adecuado de una abonera tales como el color y el olor. Esta capacitación se realizó un día después del establecimiento de la abonera demostrativa.

3.3.2.2 ELABORACION DE ESTRUCTURAS DE CONSERVACION DE SUELOS

Capacitación 1: Trazo de curvas de nivel

Esta capacitación tuvo como principal objetivo la elaboración de un nivel rustico tipo "A" así como su utilización para el trazo de curvas a nivel. Los temas que se trataron fueron:

- La erosión y el desgaste de los suelos

- Importancia de las estructuras de conservación de suelos
- Construcción del nivel tipo “A”
- Trazo de curvas de nivel

Capacitación 2: Estructuras de Conservación

En esta reunión se detallaron los aspectos técnicos a considerar para la elaboración de estructuras de conservación de suelos, así también se elaboraron algunas estructuras en diferentes puntos del terreno. Los temas de la capacitación fueron:

- Escorrentía
- Principales estructuras y su función
- Barreras vivas y muertas
- Acequias de ladera
- Terrazas

3.3.3 Resultados y evaluación

3.3.3.1 Elaboración de aboneras tipo bocashi

A través de la realización de este servicio se logró capacitar a 24 personas del caserío Chuijá, las cuales pudieron obtener conocimientos para la elaboración de aboneras tipo bocashi cuyo producto puedan utilizar como una alternativa a los fertilizantes químicos ayudando a la sostenibilidad de los suelos en el caserío.

Durante las capacitaciones se enfatizó en la parte práctica, por lo cual se elaboró una abonera demostrativa de 2 metros cúbicos explicando cada uno de los pasos de su elaboración, con esto se adquirió un mejor aprendizaje y comprensión de parte de los participantes. La parte teórica de las capacitaciones crearon en los participantes un mejor criterio para que puedan elaborar aboneras con materiales propios del caserío, esto se reflejó en la participación activa de los participantes durante las capacitaciones por medio de realización de preguntas y comentarios positivos acerca de las capacitaciones.

En cada una de las capacitaciones se establecieron parámetros de evaluación de los que se conoció que un 100 % de los agricultores participantes aumentaron sus conocimientos en la elaboración de aboneras tipo Bocashi, mostrando mucho interés en la realización de sus propias aboneras.

3.3.3.2 Elaboración de estructuras de conservación de suelos.

Mediante la realización de este servicio se capacitó a 10 agricultores del caserío Comitancillo, los cuales aumentaron sus conocimientos en la elaboración de acequias de ladera, terrazas y barreras vivas y muertas, así también los participantes como parte de las capacitaciones aprendieron como realizar un nivel tipo A para el trazo de curvas de nivel.

Se elaboraron 3 acequias de ladera de 50 metros cada una, con ayuda del nivel Tipo "A" así mismo se recomendó a los agricultores la utilización de ciertas especies para establecer barreras vivas en dichas acequias.