

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



TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA, EN EL SUELO Y EN LA PRODUCCIÓN DE GRANO Y BIOMASA, EN MAÍZ (*Zea mays* L.) ASOCIADO A DOS MATERIALES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.), BAJO EL MÉTODO BIOINTENSIVO, LIVINGSTON, IZABAL, GUATEMALA, C.A.

LINDA PAOLA LEAL SALGUERO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2013

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



TRABAJO DE GRADUACIÓN
**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA, EN EL SUELO Y EN LA
PRODUCCIÓN DE GRANO Y BIOMASA, EN MAÍZ (*Zea mays* L.) ASOCIADO A DOS
MATERIALES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.), BAJO EL MÉTODO
BIOINTENSIVO, LIVINGSTON, IZABAL, GUATEMALA, C.A.**
POR
LINDA PAOLA LEAL SALGUERO
**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

The seal of the Academia Coactemalensis Carolina is circular and features a central figure of a knight on a white horse, holding a lance. The knight is surrounded by various symbols including a golden dome, a lion, and two pillars labeled 'PLUS' and 'ULTRA'. The background shows green hills and a blue sky. The text 'ACADEMIA COACTEMALENSIS CAROLINA' is written around the top inner edge, and 'CETERAS ORBES CONSPICUA' is written around the bottom inner edge.

**EN EL GRADO ACÁDEMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2013

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

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
SECRETARIO ACADEMICO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderraman Ortiz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Msc. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Msc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	Br. Ana Isabel Fion Ruiz
VOCAL QUINTO	Br. Luis Roberto Orellana López

GUATEMALA, FEBRERO DE 2013

Guatemala, febrero de 2013

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 realizado dentro del Proyecto **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA, EN EL SUELO Y EN LA PRODUCCIÓN DE GRANO Y BIOMASA, EN MAÍZ (*Zea mays* L.) ASOCIADO A DOS MATERIALES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.), BAJO EL MÉTODO BIOINTENSIVO, LIVINGSTON, IZABAL, GUATEMALA, C.A.”**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, 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”

Linda Paola Leal Salguero

ACTO QUE DEDICO

A Dios todopoderoso creador y Señor nuestro, quien me dio la sabiduría, fortaleza para alcanzar este triunfo.

A Guatemala, mi país, que con su gente valiente, esforzada y trabajadora, por darme la oportunidad de estudiar en la Universidad de San Carlos.

A la Tricentaria Universidad de San Carlos, especialmente a la Facultad de Agronomía, abrir sus puertas y hacer de mí una profesional.

A mis padres Ofelinda y Jorge Leal que son la bendición más grande y maravillosa que Dios a puesto como respaldo en mi vida.

A mis hermanas que forman parte de mis bendiciones, por su amor y respaldo en mí caminar.

A mi familia especialmente a mis tías que con su amor y confianza en mi persona, han sido parte de mis bendiciones y motivación.

A mis amigos que Dios me ha permitido conocer y con quien he compartido una parte de mi vida

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

El siguiente trabajo fue gracias al respaldo del Señor quien puso en mi camino a la Asociación Ak'Tenamit', que a través de su apoyo y respaldo en las actividades que conllevan la realización del presente, con el fin de conocer nuevas tecnologías y contar con apoyo técnico profesional abrieron sus puerta y depositaron su confianza en mi persona, el fundador de la Asociación Steve Dudenheosor, el presidente Guillermo Pérez, el director Rubén Arrizar, y a los profesores del establecimiento con quienes conjuntamente se trabajó en la parte de la docencia.

A todas aquellas personas trabajadoras y esforzadas, quienes me acogieron con su hospitalidad.

AGRADECIMIENTOS

De manera especial quiero agradecer a DIOS TODOPODEROSO, y las personas que han colaborado en la realización de la presente Tesis. A mis padres, y hermanas que siempre me animaron a seguir adelante, a los hombres y mujeres de la comunidad quienes con el afán de tener una mejor calidad de vida, para los suyos apoyaron las actividades de la misma, a todos ellos muchas gracias y que Dios les bendiga grandemente.

A mi supervisor Ing. Agr. en RNR Cesar Linneo García, quien me asesoro y acompaño el desarrollo de las actividades realizadas en dicha investigación, por su apoyo y colaboración durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado, y durante el proceso de mi formación académica.

A mi asesor Ing. Agr. Fernando Bracamonte quien me apoyo en toda la parte técnica.

A usted especialmente que se toma el tiempo para leer este trabajo de investigación de manera especial mi gratitud.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN	ix
CAPÍTULO I.....	1
1.1 Presentación	2
1.2 Marco referencial	3
1.2.1 Ubicación.....	3
1.2.2 Extensión.....	3
1.2.3 Colindancias	6
1.2.4 Altitud.....	6
1.2.5 Temperatura y Clima	6
1.2.6 Precipitación	6
1.2.7 Humedad relativa.....	6
1.2.8 Evapotranspiración	7
1.2.9 Fisiografía	7
1.2.10 Zona de Vida	9
1.2.11 Hidrología:	9
1.2.12 Topografía y relieve	10
1.2.13 Vegetación de la zona	10
1.2.14 Fauna	10
1.2.15 Suelos.....	11
1.2.16 Características Ambientales	12
1.2.17 Información socioeconómica	12
1.3 Objetivos	17
Objetivo General	17

CONTENIDO	PÁGINA
Objetivo Específicos	17
1.4 Metodología	18
1.4.1 Fase Inicial.....	18
1.4.2 Fase de campo.....	18
1.4.3 Diagnóstico.....	19
1.5 RESULTADOS.....	19
1.6 CONCLUSIONES	21
1.7 CRONOGRAMA	22
1.8 RECOMENDACIONES.....	23
1.9 BIBLIOGRAFÍA.....	24
CAPÍTULO II.....	25
2.1 Presentación.....	26
2.2 Marco conceptual.....	27
2.2.1 Suelo	27
2.2.2 Fertilización	27
2.2.3 Fertilización Orgánica.....	27
2.2.4 Diversidad	28
2.2.5 Importancia de los macronutrientes	29
2.2.6 Importancia de los micronutrientes.....	30
2.2.7 Deficiencia en macronutrientes	31
2.2.8 Concepto de sistema.....	32
2.2.9 Concepto de agro ecosistema.....	33
2.2.10 Concepto de agricultura orgánica.....	33

CONTENIDO	PÁGINA
2.2.11 Situación actual de la agricultura orgánica	33
2.2.12 Método biointensivo de cultivo.....	34
2.2.13 Cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.).....	48
2.2.14 Cultivo del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	68
2.2.15 Costos de producción	85
2.2.16 Análisis de suelo.....	85
2.3 Objetivos	86
2.3.1 Objetivo general.....	86
2.3.2 Objetivos específicos.....	86
2.4 Metodología	87
2.4.1 Lugar	87
2.4.2 Descripción del efecto de la materia orgánica (broza de bosque) en el suelo, bajo el método biointensivo	87
2.4.3 Análisis de la información	94
2.4.4 Manejo del experimento	95
2.4.5 Descripción de los métodos locales de siembra del cultivo del maíz, dentro de la Institución en la aldea Barra Lámpara.....	96
2.4.6 Descripción de los métodos locales de siembra del cultivo del maíz, dentro de la Institución en la aldea Barra Lámpara.....	97
2.5 Resultados y Discusión.....	98
2.5.1 Análisis de suelo y materia orgánica previo al establecimiento del experimento	98
2.5.2 Análisis químico del suero bajo el efecto de la aplicación de materia orgánica (broza del bosque).....	99

CONTENIDO	PÁGINA
2.5.3 Rendimiento experimental observado en kg/10m ²	101
2.5.4 Rendimiento experimental de producción de biomasa kg/10m ² :	104
2.6 Costos del asocio maíz –frijol	109
2.7 Conclusiones	110
2.8 Recomendaciones	111
2.9 Bibliografía.....	112
CAPÍTULO III.....	117
3.1 Servicio 1 Capacitaciones sobre el Método Biointensivo.....	118
3.1.1 General	118
3.1.2 Específicos.....	118
3.1.3 Metodología.....	119
3.1.4 Resultados	122
3.1.5 Evaluación.....	135
3.2 Servicio: Producción de 1500 plántulas de Cacao en la Asociación Ak'Tenamit', Livingston, Izabal.	136
3.2.1 Objetivo General.	136
3.2.2 Objetivos Específicos	136
3.2.3 Metodología.....	137
3.2.4 Descripción del proceso productivo.....	140
3.2.5 Cantidad del agua requerida para vivero.	143
3.2.6 Selección de maquinaria, equipo y herramienta.....	145
3.2.7 Equipo para el riego, fertilización, fumigación y desinfectado:	145
3.2.8 Insumos:.....	147
3.2.9 Mano de obra	148

CONTENIDO	PÁGINA
3.2.10 Resultados.....	153
3.2.11 Las recomendaciones hechas durante la etapa del establecimiento de las plántulas fueron:	154
3.2.12 Evaluación	158
3.3 Bibliografía	159
Anexos	160

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1 FODA de la asociación.....	20
Cuadro 2 Fertilización orgánica vs. fertilización química	28
Cuadro 3 Grado de maduración de la composta de acuerdo al color	39
Cuadro 4 Plantas cultivas en asocio con maíz.....	42
Cuadro 5 Comportamiento de frijol a nivel nacional en el periodo 2001 a 2006	48
Cuadro 6 Requerimiento hídrico (mm) del maíz.	64
Cuadro 7 Distribución aleatoria de los tratamientos en el campo.	89
Cuadro 8 Manejo del experimento	95
Cuadro 9 Métodos locales del cultivo de maíz.....	96
Cuadro 10 Manejo del cultivo dentro de la institución.....	97
Cuadro 11 Análisis químico del suelo utilizado para el presente estudio, la muestra provino del área agrícola dentro de la Asociación Ak'Tenamit', Livingston, Izabal.	98
Cuadro 12 Análisis de la materia orgánica utilizada en la investigación.	98
Cuadro 13 Resultados del análisis químico del suelo bajo el efecto de la aplicación de la materia orgánica.....	99
Cuadro 14 Resumen de los análisis de suelos.	100
Cuadro 15 Análisis de covarianza para el rendimiento en grano de maí por kg/10m ²	101
Cuadro 16 Prueba de Tukey para la producción de grano de maíz local asociado a frijol bajo el efecto de tres dosis de Materia Orgánica.	102
Cuadro 17 Análisis de varianza de producción de biomasa en kg/10m ²	105
Cuadro 18 Prueba Tukey para la producción de biomasa en kg/10m ²	106
Cuadro 19 Costos de producción 10m ²	109
Cuadro 20 Como conocer el grado de maduración de la composta por su color.....	129
Cuadro 21 Cultivos en asocio con maíz.....	133
Cuadro 22 Plantas afines y plantas antagónicas de hortalizas comunes	134
Cuadro 23 Calificación de las posibles áreas de establecimiento del vivero.	138

PÁGINA

Cuadro 24	Equipo a utilizar para el funcionamiento del vivero.....	146
Cuadro 25	Herramienta a utilizar para el funcionamiento del vivero.	147
Cuadro 26	Insumos a usar en el vivero.....	148
Cuadro 27	Cálculo de mano de obra necesaria.....	149
Cuadro 28	Cronograma de actividades.....	150
Cuadro 29	Costos de Instalación.....	151
Cuadro 30	Costos de producción.....	152
Cuadro 31	Distribución aleatoria de los tratamientos.....	161
Cuadro 32	Rendimiento en grano de maíz observado en $\text{kg}/10\text{m}^2$, de los tratamientos en la Asociación Ak'Tenamit.....	162
Cuadro 33	Peso de biomasa en $\text{kg}/10\text{m}^2$	163

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1 Mapa de ubicación.....	4
Figura 2 Mapa de referencia.....	5
Figura 3 Superficie y rendimiento de los principales cultivos de Seguridad Alimentaria. Mayo 2007 - Junio 2008 (qq/hectareas).	47
Figura 4 Fenología del cultivo de maíz	52
Figura 5 Forma de la hoja	69
Figura 6 Formas de tallo	70
Figura 7 Tipos de crecimiento del fríjol	72
Figura 8 Fenología del cultivo de fríjol	72
Figura 9 Larvas de gallina ciega	75
Figura 10 Falso medidor	76
Figura 11 Crissomélidos	77
Figura 12 Mosca Blanca	77
Figura 13 Pudricción de raíces.....	78
Figura 14 Amarillamiento de fusarium	79
Figura 15 Mancha angular	80
Figura 16 Roya	81
Figura 17 Mosaico Dorda.....	82
Figura 18 Preparación del suelo	123
Figura 19 Volteo del suelo	124
Figura 20 Profundidad de la cama.....	124
Figura 21 Metodología del volteo.....	124
Figura 22 Perfil de la cama.	125
Figura 23 Composta.	126
Figura 24: Proceso de la composta.	127
Figura 25 Siembra cercana.....	130
Figura 26 Desarrollo del vivero.	153
Figura 27 Mapa de ubicación sobre la cartografía.	164

TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO DENTRO DE LA ASOCIACIÓN AK'TENAMIT' "EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA, EN EL SUELO Y EN LA PRODUCCIÓN DE GRANO Y BIOMASA, EN MAÍZ (*Zea mays* L.) ASOCIADO A DOS MATERIALES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.), BAJO EL MÉTODO BIOINTENSIVO, LIVINGSTON, IZABAL, GUATEMALA, C.A."

RESUMEN

Con un plan de desenvolvimiento ecoturístico, la asociación se enfoca en el desarrollo de programas de agricultura orgánica, con lo cual pretenden promover otras alternativas agrícolas, ambientalmente sostenibles. Así como también, ampliar, fomentar e incentivar la investigación dentro de la asociación con los alumnos de básico y diversificado, para lo cual se desarrollan proyectos de investigación en donde la Universidad de San Carlos de Guatemala colabora con un epesista para acompañar y fortalecer las investigaciones.

Por medio de diferentes acciones, el proyecto en mención, plantea alternativas para el manejo de cultivos tropicales y la implementación de métodos orgánicos, el cual se basa en la aplicación de principios como el uso de semillas criollas, la asociación de cultivos, rotación de terrenos, entre otros.

El Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía EPSA, como parte final de la formación de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, fue desarrollado en la aldea Barra Lámpara Livingston, Izabal, Guatemala, en el periodo comprendido de agosto 2010 a Mayo 2011.

La asociación Ak'Tenamit', con una superficie total aproximada de 59 hectáreas (ver el mapa), tiene seis años de actividad productiva en el área agrícola y se dedica la preparación de estudiantes a nivel de básico y diversificado el cual le permite tener cursos prácticos en al área agrícola.

El presente trabajo se efectuó en tres fases: Diagnóstico, Investigación y Servicios. El diagnóstico presentado en el primer capítulo se realizó con el propósito de obtener

información general de la institución, y sobre la situación actual de los sistemas productivos (la producción es muy baja) y los recursos naturales (no se tiene ningún tipo de manejo) dentro la finca, de donde se detectaron los principales problemas que afectan y así también identificar el tema de interés de investigación de la institución. Dentro de esto se identifico el establecimiento del un vivero de cacao y capacitación sobre el método biointensivo.

Con la finalidad poder apoyar en cuanto a las actividades de interés en la asociación, se realizo la investigación de **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA, EN EL SUELO Y EN LA PRODUCCIÓN DE GRANO Y BIOMASA, EN MAÍZ (*Zea mays* L.) ASOCIADO A DOS MATERIALES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.), BAJO EL MÉTODO BIOINTENSIVO, LIVINGSTON, IZABAL, GUATEMALA, C.A.”**, como proyecto de investigación del segundo capítulo y un plan de servicios que consiste en un informe sobre la implementación de un vivero de cacao (*Theobroma cacao* L), y capacitaciones sobre en método biointensivo a nivel de básico, para el tercer capítulo.

La finalidad del presente trabajo de graduación es mostrar las labores que se realizaron dentro de la Asociación durante la ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado de agosto de 2,010 a mayo de 2,011.

CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD DE LA ASOCIACIÓN AK'TENAMIT', ALDEA
BARRA LÁMPARA, LIVINGSTON, IZABAL, GUATEMALA, C.A.**

1.1 Presentación

Debido a la situación que se vive en el país, la existencia de comunidades sin servicios básicos como la alimentación, salud, educación y con recursos económicos muy limitados, como consecuencia de falta de actividades económicas dentro de las mismas.

De acá parte la fundación de la Asociación Ak'Tenamit', quien con el fin de apoyar en el área de educación a las comunidades del Parque Nacional Río Dulce, ampliándose a parte del Cerro San Gil, Biotopo Chocón Machacas y Río Sarstún, hasta contemplar un total 35 comunidades y casi 9000 personas, realizando la infraestructura de acuerdo al medioambiente consistente en ranchos para impartirles clases de educación a nivel de primaria y nivel medio, talleres y capacitaciones como oficios técnicos.

Entre las principales características de la asociación están el respeto por la cosmovisión maya, la equidad de género y al medio ambiente. El centro estudiantil cuenta con su propio internado, clínica médica, clínica dental, aulas, comedores, y otros.

Con el objetivo de conocer con mayor detalle la Asociación, se realizó un diagnóstico para describir los recursos naturales renovables existentes y actividades productivas de uso de la tierra.

Esta información se recopiló por medio de la técnica FODA, una matriz de priorización de problemas, con el objetivo de definir estrategias a mediano y largo plazo, además de identificar problemas relacionados con el manejo o prácticas agrícolas, que se ordenaron según el grado de importancia.

Con los resultados obtenidos en este diagnóstico se procedió a la realización de un plan de investigación, seguido de un plan de servicios; que se utilizó para promover la eficiencia de los procesos productivos en el área y conservación de los recursos.

1.2 Marco referencial

1.2.1 Ubicación

La Asociación Ak'Tenamit tiene su sede principal en la Aldea Barra de Lámpara en el municipio de Livingston, en el departamento de Izabal, al Noreste de la República de Guatemala. Sobre el río Tatín. En sus alrededores está el centro de ecoturismo Tatín (Redturs.org 2009).

Ak'Tenamit está compuesta por dos áreas: Centro I y Nuevo Centro o Centro I el cuál ubica sobre la ribera del Golfete, entre las coordenadas UTM: Norte: 0307080 Este: 1746648. El Golfete es un ensanchamiento muy notable que tiene el mismo curso del río Dulce (el autor).

Nuevo Centro también se encuentra entre El Golfete y Livingston, en la ribera del río Tatín que es un afluente del mismo río Dulce, se ubica en las coordenadas UTM: Norte: 0307076 y Este: 1746645 (Humberto 2009).

1.2.2 Extensión

La Asociación cuenta con una extensión total de 90 manzanas, 62.94 ha. Distribuidos de la siguiente manera:

Centro I tiene una extensión de 4.2857 manzanas (Humberto 2009).

Nuevo centro tiene una extensión de 85.7142 manzanas (Humberto 2009).

Figura 1 Mapa de ubicación

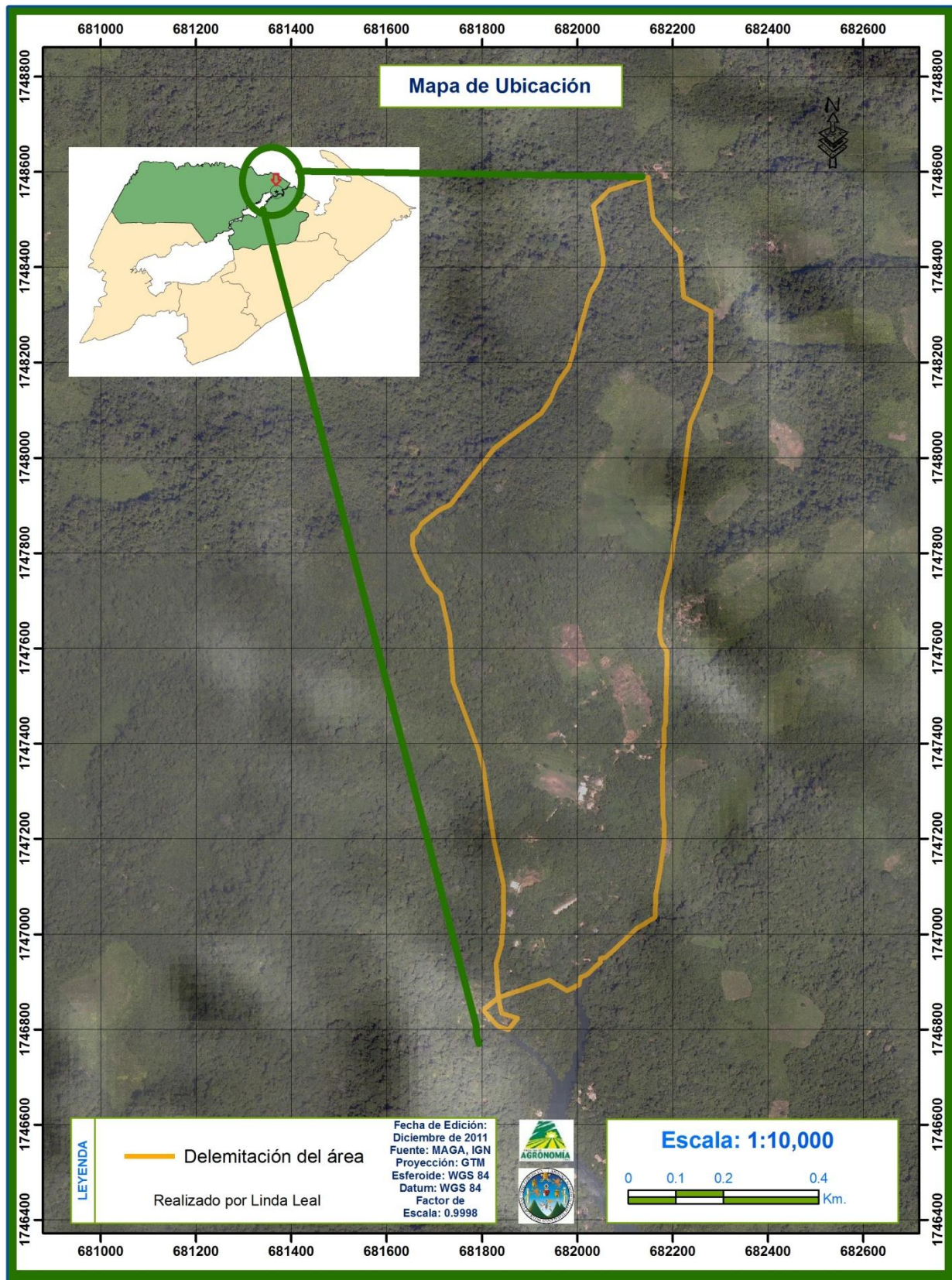
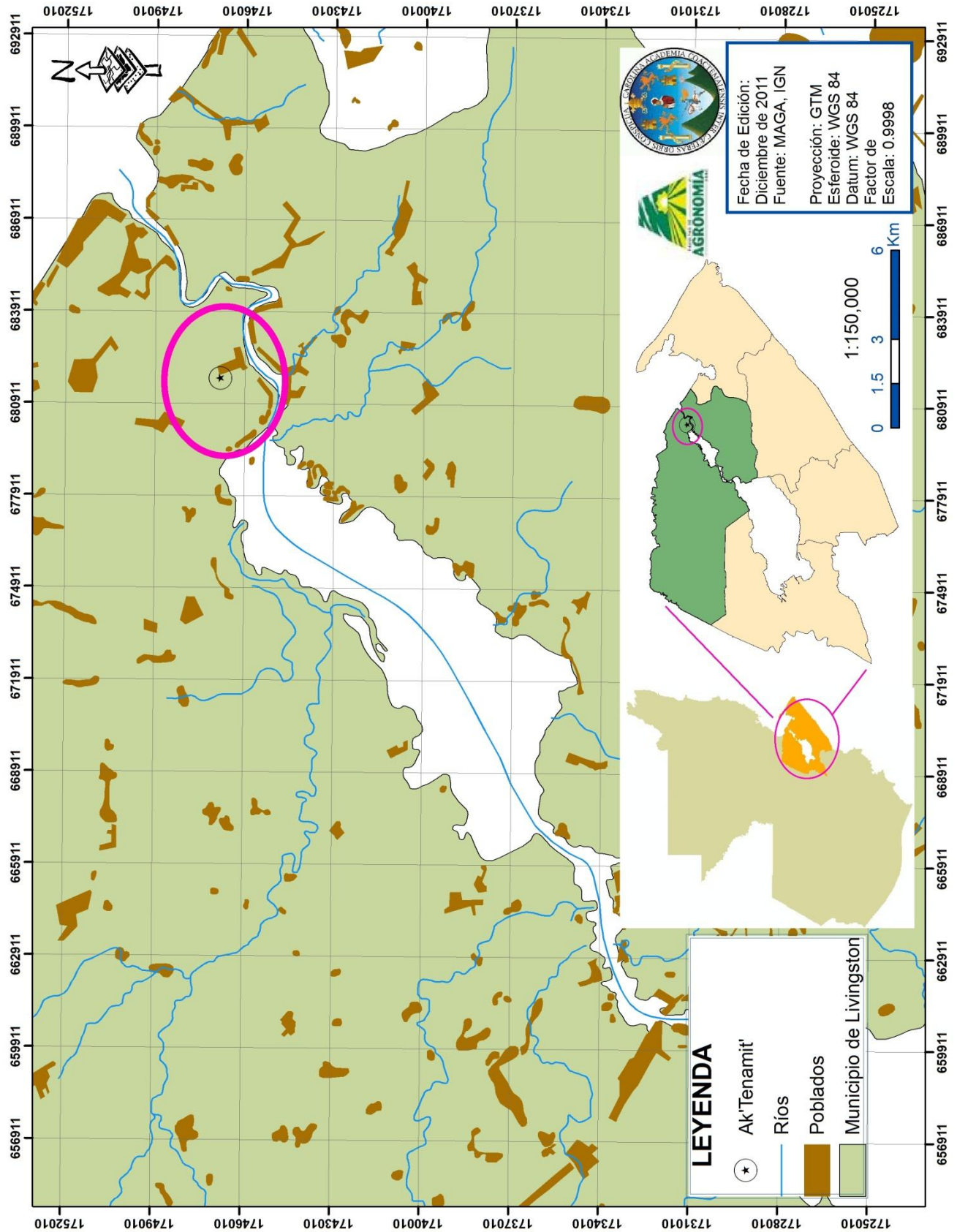


Figura 2 Mapa de referencia



1.2.3 Colindancias

La aldea Barra lámpara colinda con las aldeas al nor-este: Nueva Esperanza, sur-este: Las Viñas, noroeste: Creek Jute, sur-oeste Lámpara.

1.2.4 Altitud

La asociación está ubicada a una altitud de 0 – 8msnm, con pendientes escarpadas mayores al 32% en los dos sitios, en Centro I el 50% del área tiene pendientes mayores al 32% y en nuevo centro el 85 % del área (Humberto 2009).

1.2.5 Temperatura y Clima

Según INSIVUMEH Estación Puerto Barrios, los datos climáticos del municipio de Livingston promedio son los siguientes; temperatura media 26.4 °C; temperatura máxima de 29.5 °C temperatura mínima de 22.2 °C. El 80% del territorio representa un clima cálido, con un invierno muy húmedo (INSIVUMEH 2010).

1.2.6 Precipitación

Según datos del INSIVUMEH Estación Puerto Barrios, la precipitación mensual máxima es de 568.1mm, la precipitación mínima es de 117.6mm y la precipitación media anual es de 3,209.9mm, Marzo, Abril y Mayo son los meses más secos y de junio a octubre los más lluviosos (INSIVUMENH 2010).

1.2.7 Humedad relativa

La humedad relativa presenta valores máximos de 80% en los meses de junio a octubre y a si mismo se registran niveles más bajos en los meses de marzo, abril y mayo (INSIVUMENH 2010).

1.2.8 Evapotranspiración

La evapotranspiración está entre un promedio mensual de 112mm, aumentado en los meses más secos (INSIVUMENH 2010).

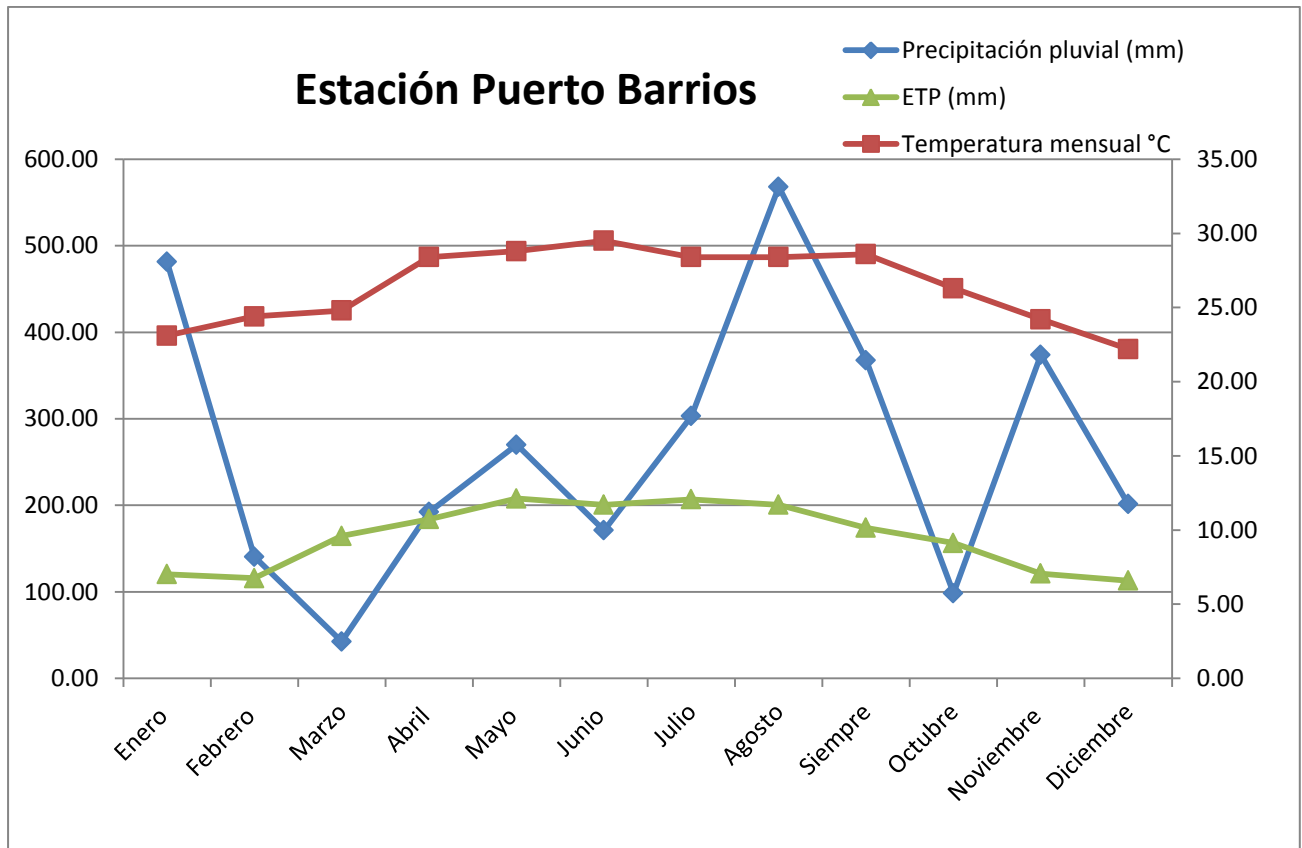


Figura. 1 Climadiagrama Estación las Vegas, Izabal.

1.2.9 Fisiografía

A. Región fisiográfica Depresión de Izabal

Constituido por una depresión, un valle hendido que tiene un origen común a la del río Motagua. Comprende el lago de Izabal, que es el cuerpo de agua de mayor extensión en el país (590 Km.2). En el extremo oeste del lago, ocurre una constante deposición de sedimentos aluviales, transportados principalmente por el río Polochic (PERFAM 2004).

El área sujeta a inundación por la que atraviesa el río en su etapa final, con características de un delta, que en el pasado fue agua abierta y parte del mismo lago. En su confín este, las aguas del lago pasan por medio del río Dulce a la bahía de Amatique. El tipo de roca parental predominante es, principalmente, de origen carbonatado, aunque también hay fragmentos de rocas metamórficas (PERFAM 2004).

B. Subregión: Superficies de Cerros y Planicies

El conjunto territorial, que representa esta unidad fisiográfica, se ubica y localiza en el noreste del entorno del lago de Izabal y parte del río Dulce, El Golfete del río Dulce, río Chocón Machaca, suroeste de Livingston, hasta la desembocadura del río Dulce, bahía de Gálvez. Es un relieve plano a cárstico ondulado del lomerío de calizas, con alturas de 20 a 300 msnm.

El drenaje superficial del tipo subparalelo y el meándrico que domina en gran parte de dicha superficie geográfica. Tanto en los cerros como en las planicies, hay materiales de rocas sedimentarias, rocas fosilíferas interrelacionadas con calizas detríticas, fragmentos líticos marinos, rellenos aluviales con dominancia de fracciones gruesas. Todos esos materiales corresponden a los períodos geológicos Terciario Superior y Cuaternario (MAGA, 2001).

C. Gran Paisaje: Plataforma de Coral Emergida de Río Dulce

Ubicación y localización: Esta unidad se encuentra al suroeste de Livingston en Izabal, en las cercanías de la desembocadura del río Dulce.

Morfografía: Es una plataforma emergida formada de coral, de topografía de plana a ondulada que presenta, principalmente al Sur, formaciones cársticas con algunos cerros, las elevaciones son generalmente de 50 msnm a 300 msnm.

Tipo de roca: Las rocas son calizas fosilíferas de color amarillento y color crema, con intercalaciones de calizas detríticas, todas de la formación río Dulce o calizas de río Dulce (MAGA 2001).

Morfogénesis: El origen está relacionado por el crecimiento de un arrecife en la bahía de Amatique y por la posterior emersión de la plataforma.

Morfocronología: Algunos fósiles encontrados corresponden al Mioceno temprano, la edad debe considerarse del Terciario Superior (MAGA, 2001).

1.2.10 Zona de Vida

La zona de vida según Holdridge es bosque muy húmedo tropical (bmh-T). El clima del área es cálido con invierno benigno muy húmedo y sin estación seca bien definida, de acuerdo a la clasificación de Thornthwaite (De la Cruz, 1982).

1.2.11 Hidrología:

Riío Dulce tiene una longitud de 42 kilómetros, su curso es por el cañón formado en la sierra de Santa Cruz. Su ensanche forma El Golfete. Su anchura es variable; en la desembocadura tiene un ancho de aproximadamente 1.3 kilómetros, en la angostura 15 metros y en El Golfete 9 kilómetros (ONEGUA, 2005).

Rio Sarstún se origina en la aldea Modesto Méndez de la confluencia de los ríos Gracias a Dios y Chocón. Su longitud es de 120 kilómetros (ONEGUA 2005).

Lago de Izabal llamado durante la época hispánica golfo Dulce. Es el mayor de la parte baja de la cuenca de río motagua, y de manera especial del río Polochic, que al descargar se divide en varios brazos, recibe las aguas de gran número de corrientes de con un área de 589.6 Kilómetros cuadrados. Su desagüe es el río Dulce. Está circulado al norte por la sierra de Santa Cruz; al sur por la sierra de las Minas y al este por la montaña del Mico (ONEGUA 2005).

1.2.12 Topografía y relieve

La topografía del área es fuertemente ondulada o quebrada, con pendientes que varían de 15 a 40 % y son generalmente cortas entre 300 a 500 metros de longitud. Las elevaciones van de 0 a 156 msnm. El relieve es moderado a fuerte, dado por los cerros y lomas de caliza con contornos redondeados, donde se presentan gran cantidad de sumideros o dolinas propias de los materiales carbonatados (Consultores Integrados, 2003).

1.2.13 Vegetación de la zona

Los hábitats más abundantes son el bosque bajo inundable, el bosque alto y el bosque de manglar (Pérez, 2001), en el área también son notables las asociaciones vegetales relacionadas con los numerosos cuerpos de agua que contiene; una parte está intervenida por acción humana, siendo sustituido por áreas agrícolas. En partes el dosel es ralo, lo que da lugar a que se desarrolle un sotobosque denso, con presencia de palmas. Entre las especies arbóreas predominantes están barrillo (*Symphinia globulifera*), Santa Maria (*Calophyllum brasiliense*), Caoba (*Swietenia microphylla*), Zapoton (*Pachira aquatica*) Cedro (*Cedrela odorata*); con presencia en el sotobosque de corozo (*Orbignya cohune*), (*Cyclanthus* sp.), Aguacate (*Persea americana*), Anona (*Annona cherimola*), Caimito (*Crysophyllum cainito*), Cansan (*Termanalia amazania*), Chico zapote (*Manikaria zapota*), Coco (*Cocus n'ucifera*), Corozo (*Orbignaya cohene*), Cortez (*Tabebuia ochracea*), Mazapan (*Artocarpus communis*), Guamo (*Inga eludis*), Guamo Cuadrado (*Inga sapindoides*), Laurel (*Cordia alliodora*), etc., (CONAP 2004).

1.2.14 Fauna

Aunque se han realizado diferentes estudios e investigaciones en esta área, se cuenta con poca información. Dentro del área de la institución hay una amplia diversidad de animales, tanto acuáticos, como aves, mamíferos, reptiles e insectos. Se encuentran reportes de 130 especies de aves, 31 especies de mamíferos, 31 especies de reptiles y anfibios y 82 especies de peces, (CONAP 2004).

Dentro de los cuales mencionamos Jaguar (*Panthera onca*), Manatí (*Trichechus manatus*), Coche de monte (*Tayassu pecari*), Mapache (*Porción lotor*), Pizote (*Nausa larica*), Comadreja (*Mustela frenata*), Tepezcuintle (*Cuniculus paca*), Cotuza (*Dasyprocta punctata*), Armadillo (*Dasyopus novemcinucus*), Tacuazin (*Didel[hys marsupiales*).

Entre los peces mencionamos: Mojarra (*Cichlasoma maculicauda*), (*Cichlasoma spilarum*), Mojarra dorada (*Cichlasoma aureaum*), Jurel (*Caranx hoppos*), Lisa (*Mugil curema*), Robalo (*Centropomus pectinatus*, *Centropomus undecimalis*), Machaca (*Brycon guatemalensis*), Bagre (*Scurida brasiliensis*).

Reptiles, entre los reptiles de la zona esta: Geckos mas de 8 especies, Iguana (*Ctenosaura similis*), Lagartijas entre 5 especies, Ratoneras (*Clelia clelia*), Coral (*Micrurus hippocrepis*), Barba amarilla (*Bothops asper*), Mano de piedra (*Porthidium nasutum*), Cascabel (*Cortalus diurus*).

Aves: Loro cabeza azul, (*Amazona farinosa*), Pato aguja (*Anchinga anchinga*), Perica de Izabal (*Ara tinga astec*), Gavilán (*Buteo swainsoi*), Garza blanca (*Casmerodius albus*), Martín pescador (*Chloroceryle aenea*), Carpintero (*Centurus aurifrons*), Lechuza (*Ciccaba negrolineata*), Oropéndola (*Gymnostinops montezuma*), Pelicano (*Pelecanus occidentalis*), Zambullidor (*Podilymbus podiceps*), Golondrma manglera (*Tachycineta albelenei*), Garza tigre (*Trigrisoma mexicanum*), Aurora (*Trogo massena*), Cigüeña arborícola (*Mycteria americana*), Gallina de agua (*Gallinula chloropus*), Gallareta (*Fulica americana*), Tortolita azul (*Claravis pretiosa*), Paloma morena (*Columba nigrirostris*), murciélago (*Falco rufigularis*), Tucán (PNUMA 1995).

1.2.15 Suelos

De acuerdo con Simons los suelos del área de estudio pertenecen a la serie de suelo Chacalté, son suelos poco profundos bien drenados que se han desarrollado sobre caliza dura y maciza en un clima calido y húmedo; su textura varía entre arcillosa y franco arcillosa hasta franco (Simmons C, 1959).

Este tipo de suelo es susceptible a la erosión, principalmente de origen hídrico. Se caracterizan por ser deficientes en fósforo y con elementos en cantidades tóxicas como aluminio, hierro y magnesio. La profundidad varía de uno pocos centímetros hasta casi un metro (Simmons C, 1959).

1.2.16 Características Ambientales

Cabe recordar que la institución está dentro de un área protegida por lo que aún se mantiene cobertura boscosa y no se visualiza a gran escala problemas ambientales que se están presentando, pero es importante iniciar un proceso de mitigación, por los impactos que se están causando en los recursos naturales para que no sea más dificultoso poder solucionarlos.

1.2.17 Información socioeconómica

A. Antecedentes

Fue fundado el 15 de enero de 1992. Cuenta dentro de su estructura funcional una junta directiva y un consejo administrativo. Desde su fundación, ha venido desempeñando un papel consecuente con su filosofía brindando apoyo a comunidades desamparadas con programas en salud preventiva y curativa, educación formal y no formal, agricultura sostenible, formación comunitaria y artesanía (AK'TENAMIT, 1998)

B. Población atendida

La población directamente servida consta de alrededor de 32 comunidades. De alrededor del municipio de Livingston, en el departamento de Izabal (González De León DF, 2005).

C. Educación

Se cuenta también con proyectos de educación primaria, de básico y diversificado con lo que provee una mayor educación a los estudiantes rurales. A los estudiantes se les enfatiza acerca de la cultura maya, derechos humanos, equidad de género así como también la conservación de la biodiversidad con la que cuentan en la región (Consultores Integrados, 2003).

Debido a la experiencia y la buena comunicación con las comunidades se ha desarrollado una educación a nivel básico y Diversificado. El Instituto Básico Comunitario Ak'Tenamit, tiene como principal objetivo proveer educación de nivel básico y diversificado con dos carreras las cuales son:

- Perito en Bienestar Rural y Desarrollo Comunitario
- Perito en Turismo Sustentable (González De León DF, 2005).

D. Salud

El proyecto cuenta con una clínica, que opera seis días de la semana para consultas generales y 24 horas cada día para emergencias (Consultores Integrados, 2003).

E. Agricultura sostenible

También se enseña a la población en general y a los estudiantes del instituto métodos de agricultura sostenible por lo que se cuenta actualmente con diferentes tipos de siembras, también se ha dado seguimiento a proyectos de cultivo y aprovechamiento de cacao (Consultores Integrados, 2003).

F. Características de la población y su cultura

El idioma oficial y más hablado en Izabal es el español. Desde 1800 se alterna el idioma garífuna que es el resultado del mestizaje de tres grupos étnicos: los indios caribes, los arahuacos procedentes de América del sur y los negros africanos. En El Estor y parte de Livingston también se habla el Q'eqchi', porque la parte occidental de este departamento está habitada por la etnia del mismo nombre (Sandoval Palma HA, 2005).

Una de las principales actividades propias de la cultura de Izabal son las danzas garífunas, las cuales se efectúan en Livingston. Las más populares e importantes son: El Yuncunu, El Sambai, La Punta, La Sumba, El Jungujugu y otras. La población Q'eqchi' practica la danza del venado en poblaciones como Livingston y El Estor (Sandoval Palma HA, 2005).

G. Principales actividades económicas del municipio

Las principales actividades económicas más importantes para el municipio es el turismo y la pesca, además se dan siembras de maíz, plátano y coco. En las artesanías se producen redes, trasmallos y canoas, (Sandoval Palma HA, 2005).

H. Actividades productivas de la asociación

Asociación Ak'Tenamit' tiene como prioridad ayudar a las comunidades del área, en general para promover un desarrollo integral apoyando a estas poblaciones con acceso a oportunidades en salud, educación, infraestructura, etc; no teniendo un objetivo con fines de lucro, únicamente la producción a pequeña escala para la capacitación de sus estudiantes y personas involucradas de la zona, (Sandoval Palma HA, 2005).

a. Artesanía

80 mujeres Q'eqchi' han aprendido el arte tradicional maya de hacer papel. Este papel se transforma en regalos de venta, como maceteros y bolsas, así ganan dinero para ellas, sus familias y comunidades, (Sandoval Palma HA, 2005).

Artesanías de madera, casi 50 hombres han aprendido a usar materiales reciclados o naturales como las semillas de corozo, para regalos de venta. Este programa enseña una alternativa sustentable económica y la importancia de conservación de los recursos naturales renovables, (Sandoval Palma HA, 2005).

b. Desarrollo comunitario y género

Este programa trabajó proyectos de mejoramiento de infraestructura, como la instalación de estufas mejoradas y molinos de mixtamal en más de 10 aldeas. También participa en talleres de género, planificación de proyectos y derechos humanos para mejorar las relaciones de la comunidad entre la gente, (Sandoval Palma HA, 2005).

c. Medio ambiente

Este programa provee un ingreso alternativo que tiene un impacto ambiental menor como los trabajos adicionales como la pesca y la agricultura. Específicamente este departamento trabaja en educación ambiental, plantas medicinales y atracciones de ecoturismo en Nuevo Centro y aldeas cercanas, (Sandoval Palma HA, 2005).

d. Infraestructura

Ak'Tenamit cuenta con la siguiente infraestructura:

El instituto cuenta con 5 aulas de actividad de enseñanza y aprendizaje con área de pupitre para estudiantes de exposición magistral.

- 6 unidades de servicios sanitarios.
- Clínica médica.
- Clínica médica dental.
- Área de cafetería.
- Biblioteca.

- Centro de computación.
- Oficinas administrativas.
- Bodegas.
- Área verde.
- Senderos.
- Áreas para siembra.
- Muelles de embarcación.
- Restaurantes.
- Taller de artesanías.
- Dormitorios para maestros y alumnos.
- Planta eléctrica.
- Lavandería.
- Laboratorio de computación.
- Comedor.
- Campo de fútbol, (González De León DF, 2005), (Sandoval Palma, 2005).

1.3 Objetivos

Objetivo General:

- Diagnosticar la situación actual de las áreas productivas dentro de la Asociación Ak'Tenamit', priorizando la problemática existente.

Objetivo Específicos:

1. Generar un listado de los diferentes cultivos y área que le corresponden a cada uno.
2. Conocer el manejo tradicional de productos agrícolas.
3. Descripción general del rendimiento de los cultivos.
4. Identificar los principales problemas que afectan la producción en la Asociación.
5. Analizar la problemática encontrada en el área agrícola para la elaboración de una investigación y un plan de servicios.

1.4 Metodología

1.4.1 Fase Inicial.

A. Reconocimiento del área

Se realizó un recorrido por el área de estudio, con el fin de conocer los límites, accesos y otros aspectos.

B. Recopilación de Información

Se recopiló información de fuentes secundarias, con el fin de conocer los antecedentes de la región dentro de la asociación.

Se consultaron documentos existentes con referencias sobre los aspectos biofísicos, más importantes del área, el contexto natural y otras fuentes con aspectos socioeconómicos y biofísicos.

1.4.2 Fase de campo.

Tomando en cuenta que la información del contexto humano del área es muy importante se realizara una de las principales actividades, para la recolección de la información, como lo es DRP Diagnóstico Rural Participativo, con el director más los maestros del establecimiento.

Para la realización de DRP fue de suma importancia considerar la asistencia de los directivos y los profesores de la asociación, al cual se convocó a un taller conjuntamente con el Ing. Supervisor.

1.4.3 Diagnóstico

En esta fase se analizó el escenario actual de la asociación, con la ayuda de los problemas identificados en el taller participativo, en base a estos y a la observación directa e información obtenida de fuentes secundarias de información se procederá a la elaboración del FODA correspondiente y a la priorización de los problemas identificados.

La metodología que se utilizó para realizar el diagnóstico consiste básicamente en las siguientes fases:

1.5 RESULTADOS

Listado de cultivos encontrados en Ak'Tenamit.

Cultivos básicos:

Maiz	(<i>Zea mays</i>)
Frijol	(<i>Phaseolus lunatus</i>)
Yuca	(<i>Manihot esculanta</i>)
Plantano	(<i>Musa sp.</i>)
Pina	(<i>Ananas cominus</i>)

Cultivos adicionales:

Cebollin	(<i>Allium cepa</i>)
Camote	(<i>Ipomea batata</i>).
Zamat	(<i>Eryngium foetidum</i>).

Leguminosas aboneras.

Gandul	(<i>Cajanus cajan</i>)
Mani forrajero	(<i>Arachis pintoi</i>)
Madre cacao	(<i>Gliricidia sepium</i>)
Frijol terciopelo	(<i>Mucuna puriens</i>)

Se realizó un FODA del área agrícola y se obtuvieron los siguientes resultados.

Cuadro 1 FODA de la asociación

Área de agricultura	
Fortalezas	Oportunidades
Recursos Humanos. Recursos Naturales. Espacio físico donde realizar prácticas. Cosmovisión Maya. Técnicos agrícolas. Asociación de 5 leguminosas para recuperar el suelo. Talleres y capacitaciones sobre conocimientos agrícolas hacia los alumnos. Biblioteca y libros sobre temas agrícolas. Programas de desarrollo comunitario.	Nuevos conocimientos agrícolas y forestales. Áreas definidas para siembras. Apoyo técnico y capacitaciones de otras instituciones tanto estatales como privadas. Talleres teóricos-prácticos de reforestación dentro de las áreas protegidas. Financiamiento a proyectos. Equidad de género en el área agrícola.
Debilidades	Amenazas
Falta de herramientas y equipo de trabajo. Falta de aplicación de métodos tecnológicos en la agricultura. Falta de semillas para la siembra. Baja diversidad de cultivos. Cambios de metodologías agrícolas. Falta de instalaciones como invernaderos entre otros. Suelos mal drenados. Suelos ligeramente ácidos Suelos bajos en nutrientes Suelos muy arcillosos. Manejo inadecuado de los cultivos Bajo rendimiento en producción agrícola. Inadecuado aprovechamiento de la tierra. Falta de viveros tanto de hortalizas como forestal. Poca investigación en el área agrícola. Falta sistema de riego para la piscicultura	Suelos viejos Suelos erosionados Plagas y enfermedades. Mal aprovechamiento del Recuso Suelo. Falta de gestión de recursos para la elaboración de proyectos. No hay producción de algunos cultivos. Escasas practicas de conservación No existe un plan de manejo para las áreas con cobertura boscosa. Consumo de leña.

Fuente: Elaboración Propia.

1.6 CONCLUSIONES

1. La Asociación es una institución que se encuentra dentro de dos áreas protegidas mencionadas anteriormente, tiene una población entre estudiantes y trabajadores aproximados de 700 personas, su organización está constituida por los comités, encargados de la administración, gestión y organización, para fondos destinados a proyectos de producción que financian instituciones.
2. La zona de vida se encuentra en el bosque muy húmedo tropical, según sistema de Holdridge, cuenta con una precipitación de 1900mm, una temperatura media de 26°, humedad relativa media de 82%; la serie de suelos es Chacalté y la taxonomía pertenece alfisoles, ya que son suelos poco profundos, su textura varía entre arcillosa a franco arcillosa. Dentro del área se observa una serie de nacimientos siendo el río principal Tatín.
3. Se pudo determinar en el presente documento entre los principales problemas que afronta dicha institución en el área agrícola son los bajos rendimientos de producción de alimentos como granos básicos y frutales. Debido a suelos muy pobres y viejos, la topografía del terreno y problemas de plagas en algunos cultivos como el frijol. Como un problema secundario se puede mencionar el impacto que se ejerce sobre los recursos Naturales como el consumo de leña en el caso del bosque; contaminación de fuentes de aguas por desechos sólidos y el mismo jabón que se utiliza para higiene personal y la falta de letrinas.
4. Se realizó el diagnóstico con el fin de priorizar la problemática que presenta dicha institución y proponer alternativas solución a través de los diferentes servicios.

1.7 CRONOGRAMA

Actividad /tiempo	Agosto			
	1	2	3	4
Elaboración del Plan de Diagnostico				
Aprobación del Plan de Diagnostico				
Recopilación de información secundaria				
Visita de campo				
Recopilación de Información Primaria				
Consulta de fuentes primarias				
Análisis de Información Recaudada				
Elaboración del diagnostico				
Presentación del diagnostico				

1.8 RECOMENDACIONES

1. Establecer viveros forestales de especies maderables, frutales y ornamentales de la zona.
2. Crear sistemas agroforestales en las áreas de cultivo.
3. Implementar prácticas de conservación de suelo.
4. Realizar Planes de Manejo para las especies de importancia económica y leñosa.

1.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Ak'Tenamit', Izabal, GT. 2009. Red de turismo comunitario de América latina (en línea). Guatemala. Consultado 2 ago 2010. Guatemala. Disponible en: http://www.redturs.org/nuevaeas/articulo.php?ar_codigo=499&ca_codigo=32&ca_padre
2. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT). s.f. Registro del biotopo para la protección del manatí Chocón Machacas. Guatemala. 157 p.
3. Cruz, J.R De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basado en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR, 42p.
4. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2010a. Estación Puerto Barrios días de lluvia (en línea). Guatemala. Consultado 2 ago 2010. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/IZABAL/Puerto%20Barrios/lluvia%20en%20dias%20%20PUERTO%20BARRIOS.htm>
5. _____. 2010b. Estación Puerto Barrios: precipitación (en línea). Guatemala. Consultado 2 ago 2010. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/IZABAL/Puerto%20Barrios/lluvia%20en%20mm.%20%20PUERTO%20BARRIOS.htm>
6. _____. 2010c. Estación Puerto Barrios: temperatura (en línea). Guatemala. Consultado 2 ago 2010. Disponible desde: <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/IZABAL/Puerto%20Barrios/temp.%20media%20%20PUERTO%20BARRIOS.htm>
7. _____. 2010d. Estación Puerto Barrios: humedad relativa (en línea). Guatemala. Consultado 2 ago 2010. Disponible desde: <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/IZABAL/Puerto%20Barrios/hum.%20relativa%20%20PUERTO%20BARRIOS.htm>
8. Pérez, S; Herman, P; Kihn, A; Morales, J; Castillo, N; Ramírez, F; Cano, E; García, R; Ordóñez, J; Flores, M; Higueros, A; Acevedo, M; Vásquez, C; Burgos, C; Enríquez, H; Piérola, H. 2001. Caracterización ecológica de los biotopos Chocón Machacas, Izabal y cerro Cahuí, Petén. Guatemala, USAC, Dirección General de Investigación / USAC, Centro de Estudios Conservacionistas. 58 p.
9. PNUMA, JM. 1995. Plan de manejo regional para el manatí antillano, *Trichechus manatus*. Jamaica. 97 p. (Informe Técnico del PAC no. 35).
10. Sánchez, H. 2009. Planificación del uso de la tierra de la asociación Ak'Tenamit', Livingston, Izabal, Guatemala. Trabajo Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC. 73 p.
11. Universidad Rafael Landivar, GT. 2004. Perfil ambiental de Guatemala: informe sobre el estado del ambiente y bases para la evaluación sistemática. Guatemala. 433 p.

CAPÍTULO II

Descripción de los efectos de la materia orgánica (broza del bosque), en el suelo y su inferencia en la producción de grano y biomasa en maíz local asociado a dos materiales de frijol (*phaseolus vulgaris*), bajo el método biointensivo en la aldea Barra Lámpara, Livingston, Izabal.

2.1 Presentación

En Guatemala, desde nuestros ancestros se ha llevado a cabo la práctica del cultivo de maíz y frijol, constituyéndose en parte fundamentales de nuestra dieta, hasta la actualidad. Para un mejor aprovechamiento de la tierra, el cultivo de estos granos se ha realizado en asocio. Según investigaciones estos cultivos se han desarrollado en todo el territorio nacional, trabajando con distintas variedades con el fin de que se adapten al clima y obtener un mayor rendimiento productivo para los guatemaltecos (Demarest 2004, Nations & Nigh 1980).

La Asociación Ak'Tenamit' es una institución que se dedica a programas de desarrollo comunitario. Como parte de estos programas se encuentra el Instituto Particular Mixto Padre Tomas Moran, en el cual se imparten los grados académicos correspondientes al ciclo básico y diversificado. Además cuenta con tres restaurantes que funcionan como "aulas-practicas" en el municipio de Livingston. Actualmente hay alrededor de 600 estudiantes internos y 100 trabajadores, lo cual da como resultado un total de 700 personas, a las cuales se deben proveerles alimentos diariamente, lo cual requiere de un plan de aseguramiento de disponibilidad de los granos básicos como el maíz y frijol.

Esta investigación se llevó a cabo con el fin de considerar alguna alternativa de producción orgánica rentable para la producción de granos básicos. Empleando un tiempo de ocho meses para su realización en el campo. En la cual se realizó una evaluación de producción de grano y biomasa en dos asocioos maíz-frijol; bajo el efecto de tres cantidades de abono orgánico en la aldea Barra Lámpara, Livingston, Izabal. Con un diseño experimental de bloques al azar con arreglo bifactorial. Dicha investigación fue realizada durante el periodo de EPSA (Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía), durante el mes de agosto de 2010 a mayo de 2011.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Suelo

El suelo puede definirse como un sistema natural desarrollado a partir de la integración de minerales, materia orgánica, microorganismos, agua y aire; también como la capa superficial de la tierra, sobre la cual crecen las plantas, de él extraen el agua y las sustancias nutritivas que les permiten crecer, y el aire necesario para vivir. El suelo bajo la influencia del clima y del medio biológico; se diferencia en horizontes y suministra, en parte, los nutrimentos y sostén que las plantas necesitan (Fassbender, 1984).

El suelo tiene cuatro componentes principales que son los minerales, la materia orgánica, el aire y el agua. La fase sólida (mineral y orgánica), ocupa generalmente hasta el 50% de su volumen total. El resto lo ocupan la fase líquida (agua) y la fase gaseosa (aire), las que mantienen una proporción complementaria al llenar los poros que se originan entre los agregados y las partículas de la fase sólida (Bertsch, 1995).

2.2.2 Fertilización

El objetivo básico de la fertilización de los suelos es el potencializar el crecimiento de las plantas. En suelos agrícolas lo es también la obtención de elevadas producciones de forma sostenible, es decir durable a lo largo de los años. Al hablar de fertilidad del suelo se está haciendo referencia a las acciones antrópicas directas o indirectas, que pueden provocar mejoras o deterioro de las propiedades del suelo; tanto químicas como físicas (Bertsch, 1995).

2.2.3 Fertilización Orgánica

Las plantas para desarrollarse necesitan un suelo fértil y a su vez, éste necesita de las plantas para mantener su fertilidad natural. Ello constituye una interrelación cíclica suelo-planta, que consiste en un eterno crecer y morir en que la naturaleza permite la existencia de ecosistemas estables (Kass 2007).

2.2.4 Diversidad

El suelo es una comunidad viviente compuesta por una gran diversidad de plantas y animales que garantizan la estabilidad del sistema. Por lo que un ecosistema estable no se logra con un monto cultivo; éstos desequilibrios biológicos en el suelo y en el ecosistema que se traducen en la aparición masiva de plagas y enfermedades, y además ocasiona una extracción unilateral de determinados nutrientes en el suelo.

Cuadro 2 Fertilización orgánica vs. fertilización química

Fertilizantes Químicas	Fertilización orgánica
Imposibilidad de aplicar dosis óptimas de marco y micronutrientes.	Las plantas obtienen dosis óptimas de nutrientes según sus requerimientos
Casi siempre se suele aplicar dosis inadecuadas (demasiado bajas o altas).	Evita la aplicación excesiva o deficitaria de nutrientes
Gran pérdida de nutrientes por lavado y fijación	Mejora en la agregación y estabilidad estructural del suelo. Aflojamiento de las capas superficiales e inferiores del suelo
Creciente compactación en la superficie del suelo y en el suelo	Poco a poco el requerimiento de fertilizantes orgánicos disminuye. Se hace innecesario el uso de fertilizantes sintéticos
Los costos de los fertilizantes sintéticos limitan los presupuestos para el manejo agronómico del cultivo	Se mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
Destrucción de las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo	

Fuente: Kass 2007.

2.2.5 Importancia de los macronutrientes

A. Carbono, oxígeno e hidrógeno

Son transformados en carbohidratos por fotosíntesis, y posteriormente reelaborados en aminoácidos y proteínas que pasan a ser parte del protoplasma celular. Son esenciales para la formación de carbohidratos, luego aminoácidos y por último proteínas. Pero no son minerales porque ellos, junto al nitrógeno al reducir un tejido foliar a ceniza por combustión, cambia su estado bioquímico al de elementos químicos en condición gaseosa. Por esta razón no es posible medir la composición porcentual de estos elementos dentro de los tejidos de la planta con el análisis de ceniza residual postcombustión.

B. Nitrógeno, fósforo y azufre

Estos son elementos ligados a compuestos orgánicos e inorgánicos en el sistema del suelo. Gran cantidad de Nitrógeno en forma gaseosa, es capturado por microorganismos asociados a plantas leguminosas y a plantas no leguminosas, como las angiospermas de la familia casuarinácea, y betulácea (ONU/FAO, 1985). El aporte de Nitrógeno a partir de minerales primarios es casi nulo. Su contenido en el suelo depende del reciclaje de la materia orgánica del suelo y de los mecanismos de fijación. La materia orgánica contiene también Fósforo y Azufre.

A pesar del aporte mencionado, la forma común de hacer accesibles estos Nutrientes al suelo, en la explotación agrícola, es aplicando fertilizantes de origen industrial que contienen Nitrógeno y Fósforo. El azufre es aportado por materiales del suelo o, en caso de deficiencia, mediante fertilizantes industriales. Las principales funciones del nitrógeno, Fósforo y Azufre, en el metabolismo bioquímico de las plantas (Kass 2007).

2.2.6 Importancia de los micronutrientes

Las funciones de los micronutrientes, en las plantas son muy variadas, y se pueden catalogar, en forma general los siguientes descriptores; enzimáticos, en reacciones de reducción-oxidación, en síntesis de clorofila, por su participación en fotosíntesis, en la influencia que tiene para el crecimiento de brotes nuevos en la fijación de nitrógeno atmosférico (Kass 2007).

El **Hierro (Fe)**, es un elemento que tiene estrecha relación entre las funciones estructurales y enzimáticas dentro de las plantas, muy difícil de desglosar.

El **Manganeso (Mn)**, tiene como funciones similares al hierro, Es muy conocida su participación en la fotosíntesis de clorofila y en la formación y funcionamiento de cloroplastos. Es importante en reacciones de oxidación-reducción y es un activador enzimático, importante en la respiración y el metabolismo del nitrógeno.

El **Cobre (Cu)**, es esencial para el metabolismo de las plantas. Es parte integral de compuestos enzimáticos, lo que constituye su función más importante dentro de las plantas.

El **Zinc (Zn)**, es un micronutriente esencial para procesos enzimáticos, formando metaloenzimas, pero no participa en reacciones de oxidación-reducción, dentro de las plantas. Sí participa en la síntesis, como el ácido abscísico (AIA).

El **Boro (B)**, esencial para el crecimiento celular de tejidos meristemáticos, para la polinización y en la translocación de azúcares y almidón, importante en el desarrollo celular de los tejidos nuevos de las plantas (Kass, 2007).

El **Molibdeno (Mo)**, importante como componente de la enzima nitrogenasa que fija nitrógeno molecular, reduciendo a amoníaco y también forma parte de la enzima reductasa del Nitrógeno, evitando que se acumulen los tejidos. Este elemento es esencial en la bioquímica de la fijación biológica del nitrógeno molecular catalizando su reducción, dentro de los nódulos de leguminosas (Kass, 2007).

El **Cloro (Cl)**, este elemento no forma parte de los compuestos orgánicos, tiene su papel más importante en la economía hídrica de la planta. Es un agente osmóticamente activo, dentro del jugo celular y permite que las células se hidraten y mantengan la turgencia celular. Además, incrementa la producción de aceite en la palma aceitera (Kass, 2007).

2.2.7 Deficiencia en macronutrientes

Nitrógeno (N), cuando el aporte es insuficiente, las plantas se observan raquílicas, delgadas y mal desarrolladas. Esto creo que fue muy evidente ya que en el ensayo hubieron plantas mal desarrolladas raquílicas y delgadas el crecimiento es lento y hay clorosis generalizada (pues en este caso el crecimiento fue lento pero no hubo clorosis, bueno entonces tal vez serán otros los factores).

Cloro (Cl), la clorosis inicia en las hojas viejas, mientras que en las hojas de los ápices son verdes. La razón básica: el Nitrógeno protoplasmático de las hojas viejas es convertido a formas solubles, y se traslada hacia zonas de crecimiento activo, por esta razón se dice que el Nitrógeno es un elemento móvil dentro de la planta. Si la deficiencia es severa, las hojas adquieren color pardo bronceado, que se inicia en el ápice de la lámina y progresa en forma descendente.

Fósforo (P), la deficiencia del Fósforo deprime el crecimiento radical. Las hojas y los tallos muestran un crecimiento reducido, con coloraciones pardo-rojizas, purpúreas o bronceadas. Se retarda la floración y la madurez de los frutos, las semillas y los frutos tienen un tamaño menor al normal. Dicha deficiencia fue presente en el ensayo. (Kass, 2007).

Al igual que el nitrógeno del suelo a las raíces de las plantas es insuficiente, el Fósforo de los tejidos viejos, es transferido a regiones meristemáticas en crecimiento activo. (En el ensayo, las mazorca o los frutos tuvieron poco desarrollo, siendo estos de menor tamaño a su tamaño normal e inclusive el llenado de los granos es poco).

Potasio (K), la deficiencia de potasio reduce en alto grado el rendimiento de la cosecha, y aumenta la susceptibilidad del cultivo al ataque de enfermedades, rompimiento de tallos y estrés por sequía. Un índice típico de deficiencia es la clorosis de los márgenes foliares, que bajo condiciones de fuerte deficiencia adquieren un color pardo (bronceado), con necrosis posterior. En palma de aceite la deficiencia se observa en forma de puntos cloróticos distribuidos en folios de la hoja, rodeada de halos bronceados o pardos, que posteriormente sufren necrosis. En las plantas de algodón las hojas se tornan de color oscuro, síntoma denominado “hoja negra” (Kass 2007).

El potasio es un elemento de muy alta movilidad dentro de la planta y es transferido rápidamente a las regiones meristemáticas. Como resultado, sus síntomas iniciales de deficiencia aparecen en las hojas adultas.

Calcio (Ca), la deficiencia se presenta en las regiones meristemáticas, ápices radiculares y hojas jóvenes. Cuando hay deficiencia, falla el desarrollo terminal de los ápices de la raíz y de los meristemas foliares. El síntoma clásico de deficiencia de calcio en las hojas, es curvatura de las láminas foliares “en forma de cuchara”, asociado a clorosis marginal y necrosis de tejidos, cuando la deficiencia es severa (Kass, 2007).

2.2.8 Concepto de sistema

Un sistema es un conjunto de partes que funciona como una unidad, a través de un flujo entradas y salidas. Este concepto tiene mucha importancia en la ecología. Hart, define un sistema como un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman y/o actúan como una unidad, entidad o todo. En el mundo real los sistemas son abiertos, es decir, tiene interacción con el ambiente. Esta interacción resulta en entradas y salidas a la unidad. Las fronteras entre unidades constituyen límites de cada sistema. Los elementos que todo sistema tienen son: Componentes, interacción entre componentes, entradas, salidas y límites (Hart, R. 1980).

2.2.9 Concepto de agro ecosistema

Los agroecosistemas constituyen unidades de producción, por lo tanto son sistemas agrícolas de mucha importancia. Se considera que aunque los agroecosistemas no pueden considerarse ecosistemas en general, todos los conceptos ecológicos tales como: flujo de energía, ciclaje de materiales, y otros, son aplicables en su estudio. Como los agroecosistemas contiene poblaciones de plantas y animales que interactúan, otros conceptos relacionados con la interacción entre poblaciones tales como competencia y relación depredador-presa. También tiene aplicación (Hart, R. 1980).

2.2.10 Concepto de agricultura orgánica

Los agroecosistemas constituyen unidades de producción, por lo tanto son sistemas agrícolas de mucha importancia. Se considera que aunque los agroecosistemas no pueden considerarse ecosistemas en general, todos los conceptos ecológicos tales como: flujo de energía, ciclaje de materiales, y otros, son aplicables en su estudio. Como los agroecosistemas contiene poblaciones de plantas y animales que interactúan, otros conceptos relacionados con la interacción entre poblaciones tales como competencia y relación depredador-presa. También tiene aplicación (Hart, R. 1980).

2.2.11 Situación actual de la agricultura orgánica

La agricultura orgánica es el sector agrícola de más rápido crecimiento en la última década en el mundo, alcanzando tasas de crecimiento promedio anuales de 23% en Estados Unidos en los últimos años. La producción orgánica en América Latina es muy diversa, e incluye gran cantidad de hortalizas, legumbres, verduras, aceites, cereales, oleaginosos, frutas, especias, productos agrícolas industrializados carnes, huevos, leche, vinos hierbas aromáticas y medicinales; entre otros. Parte de los productos orgánicos son para autoconsumo del productor y comercialización. En Guatemala el área orgánica certificada es de 14746, 0.3% (Soto G. 2001).

El método biointensivo a pesar de sus altos rendimientos y las técnicas sencillas *pero sofisticadas* y su alto costo-beneficio, no son la solución total, pues aun cuando produce cosechas abundantes en poco espacio al tiempo que restituye o conserva la fertilidad del suelo e incluso construye suelos, lo que lo constituye en una de las mejores alternativas viables a la depredación del suelo, si no se usa adecuadamente, puede agotar los suelos mucho más rápido que otros métodos agrícolas.

Nuestra época si bien se caracteriza por la depredación de los recursos naturales y la agresión al ambiente, es a la vez una época de oportunidades para miles de individuos, organizaciones y comunidades que emprenden esfuerzos por encontrar técnicas sustentables, viables y amigables con el ambiente para producir sin agredir, por ello creer que un tipo de agricultura en particular es la única solución o el camino no es inteligente, en el futuro es muy probable que surja un nuevo método que combine los principios y técnicas de las principales corrientes experimentales de la agricultura orgánica actual (Jeavons 2002).

2.2.12 Método biointensivo de cultivo

El método biointensivo de cultivo surge basado en la problemática de sobrevivencia de la humanidad la cual depende fundamentalmente de 3 factores: sol, suelo y agua y que 2 de ellos han sido gravemente afectados por el hombre. El área cultivable per cápita disponible en las naciones en vías de desarrollo con las técnicas agrícolas usuales es cada vez más reducida, al igual la distribución mundial del agua (Jeavons 2002).

Hablar de los problemas que este proceso genera para la población mundial excede los límites de este escrito, pero baste decir que prácticamente el 80% de la humanidad vive en países en vías de desarrollo y que por falta de visión, recursos y profesionistas preparados, estos países aún sueñan con resolver sus problemas agrícolas con las técnicas que han demostrado sobradamente ser causantes de los graves problemas ambientales que enfrenta la humanidad (Jeavons 2002).

Para una correcta aplicación del método Biointensivo y una mejora de la calidad del suelo que se cultiva, es necesario conocer los principios de método, los cuales son:

- La doble excavación.
- El uso de la composta.
- La siembra cercana.
- La asociación de cultivos.
- La integralidad.
- El uso de semillas de polinización abierta.
- La producción de carbón.
- La producción de calorías.

A. La doble excavación

En condiciones favorables, las raíces de los cultivos penetran en el suelo en busca de nutrientes a profundidades no conocidas por el común de los agricultores, por ejemplo, para el cultivo de maíz la profundidad que alcanzan las raíces es de 1.20 metros.

La maquinaria y las herramientas agrícolas penetran el suelo 30 cm en promedio, profundidad insuficiente si consideramos las cifras anteriores. El método biointensivo prefiere el cultivo en “camas” de 1.20 a 1.50 m de ancho por 6.0 a 6.5 m de largo y 60 cm de profundidad.

La doble excavación es una técnica que facilita la preparación del suelo a 60 cm de profundidad, y da a las plantas la oportunidad de un mayor desarrollo sin el gasto extra de energía para perforar el suelo, y que en cambio usan para nutrirse y crecer sanas, con mayor resistencia a los insectos y plagas (Jeavons 2002).

La técnica está diseñada para lograr el máximo desempeño con el mínimo esfuerzo, bajo el procedimiento siguiente:

- Se traza la cama y se dejan estacas permanentes en sus cuatro esquinas; cuando el terreno es seco y/o arcilloso se remoja el tiempo necesario para humedecerlo y facilitar la excavación.
- Se inicia cavando en un lado de la cama una zanja del ancho de la cama, por 30 cm y 30 cm de profundidad. La tierra que se saca se pone en cubetas.
- Se afloja la tierra del fondo de la zanja otros treinta centímetros, sin sacarla.
- Si la tierra es muy pobre, se puede poner en esta zanja un poco de estiércol o composta, si la tierra está seca, se humedece el fondo de la zanja.
- En los siguientes 30 cm de la cama se excava otra zanja, la tierra que se saque de ella se usa para tapar la anterior.
- Se repiten los pasos anteriores hasta terminar la cama.
- Se nivela la cama con un rastrillo una o dos veces durante la excavación.
- Se incorporan en promedio 5 cubetas (de 20 L cada una) de composta, cáscara de huevo y ceniza negra para nutrir el suelo.

La doble excavación es uno de los pasos más importantes del método Biointensivo, equivale a construir los cimientos de la cama de cultivo, incorpora aire al suelo y lo deja “flojo”, ideal para que las raíces de las plantas lo penetren sin mayor esfuerzo.

Aunque puede usarse cualquier herramienta disponible, la pala recta y el bieldo facilitan mucho el trabajo, una vez doble excavada la cama no se vuelve a caminar sobre ella, por eso a este método los irlandeses le conocen como de las “camas flojas” (Jeavons 2002).

B. La composta

La composta (biomasa digerida), es el abono orgánico por excelencia, la solución y el secreto para tener un huerto saludable y productivo (Jeavons 2002).

La composta biointensiva es lo más cercano a la manera en que la naturaleza fertiliza los bosques y los campos, imagínese cuando caen las hojas de los árboles, una ramita seca, insectos, los cadáveres de pequeñas aves y otros animales, el viento los cubre con polvo, la lluvia provee la humedad y así en un círculo continuo e interminable de auto fertilización, solo roto por el hombre.

Las ventajas de la composta son muchas, pero las principales que se derivan de su uso continuo son:

- Mejora la estructura del suelo.
- Retiene la humedad.
- Limita la erosión.
- Contiene micro y macro nutrientes.
- Estabiliza el pH del suelo.
- Neutraliza las toxinas del suelo
- Sus ácidos disuelven los minerales del suelo haciéndolos disponibles.
- Propicia, alimenta y sostiene la vida microbiana.
- No contamina ni el suelo, ni el aire, ni el agua, ni los cultivos.

Para hacer composta se necesitan básicamente cuatro elementos: nitrógeno, (materia verde) carbón (materia seca), agua y suelo (Jeavons 2002).

El procedimiento consiste en:

- Trazar un cuadro de un metro por lado, se excava a 30 cm de profundidad y se construye una rejilla de rastrojo o cualquier materia orgánica seca gruesa.
- Poner encima una capa de 10 cm de materia seca.
- Agregar una capa de 5 cm de materia verde
- Cubrir con 2 cm de suelo (tierra).
- Agregar agua.
- Continuar alternando capas hasta alcanzar 1.50 m de altura.
- Voltear solo una vez, cuando la temperatura, después de alcanzar su máximo, empieza a descender

- Dependiendo de la temporada del año y del clima, la composta tardará de 1 a 6 meses para estar lista (Jeavons 2002).

El secreto para lograr una composta nutritiva es controlar su humedad y temperatura, el rango ideal de temperatura es de 52 °C a 60 °C, si la temperatura es más baja, no se logra la descomposición de la materia orgánica y si es más alta, la composta se mineraliza y el resultado es similar químicamente a la ceniza, es material inerte, sin ningún valor nutritivo. Si no se tiene termómetro, una manera práctica de saber la temperatura es enterrar una varilla metálica o un machete diagonalmente en la parte superior de la pila de composta, si después de 10 minutos el metal está frío, la pila no “arrancó” y debe volver a hacerse, si se puede tocar el metal y está caliente pero soportable, la temperatura está bien, si siente que le quema, está demasiado caliente, en este caso hay que airearla, abriendo huecos o introduciendo tubos para canalizar el calor.

Se recomienda enfáticamente no usar aceleradores de los procesos naturales de descomposición de la materia orgánica, porque aumentan la temperatura de la pila, se rebasan los rangos apropiados y el producto se mineraliza, perdiendo así la mayoría de sus nutrientes.

En cuanto a la humedad, si es poca la composta no inicia el proceso de descomposición y si es mucha se ahoga la vida micro y macrobiótica, produciendo descomposición y malos olores, el grado ideal es a semejanza de una esponja mojada, si usted toma un puñado de composta y lo aprieta con la mano, deben escurrir sólo unas gotas de agua (Jeavons 2002).

Hay un tercer control de la pila de composta, por el color, el Sr. Steve Rioch*, él más reconocido especialista en composta biointensiva, elaboró una guía que sirve para orientarse en cuanto a las condiciones de la composta por su color (Jeavons 2002).

Cuadro 3 Grado de maduración de la composta de acuerdo al color

Color	Interpretación
Negro café	Fin ideal de la etapa de curado. Temperatura y humedad idónea.
Café oscuro	Muy bueno al inicio de la segunda etapa
Café claro	Propicio, pero necesita más fermentación
Verde café	Indica fermentación normal en la primera etapa, si permaneciera así, significa que requiere más ventilación, voltee la pila
Amarillo	Estado intermedio de la primera etapa, requiere más tiempo de fermentación y probablemente más ventilación
Negro y húmedo	Condición anaeróbica, evítela
Verdinegro	Condición anaeróbica, evítela
Verde	Demasiado húmeda y pegajosa, indica también condición anaerobia, evítela
Verde-amarillo	Condición ácida y anaeróbica, evítela
Gris	La pila estaba demasiado caliente y ahora demasiado seca, pero está bien ventilada
Blanca	Moho o micelios de actinomicetos muertos, misma condición que para el color gris

Fuente: Jeavons, 2002.

C. La siembra cercana

Con la cama doble excavada y abonada sería un dispendio de nutrientes, esfuerzo, espacio y agua, sembrar en surcos, además los surcos permiten la circulación excesiva de aire en la tierra, lo que debilita las raíces, lo que hace a la planta más sensible a plagas e insectos, por otra parte, al caminar entre los surcos se compacta el suelo, lo que dificulta el desarrollo de las raíces.

El método biointensivo en cambio imita a la naturaleza y aprovecha mejor el espacio, esta es una de las razones de sus altos rendimientos. La regla para la siembra cercana es muy sencilla, se siembran las semillas o las plántulas en un patrón de distribución hexagonal. Las distancias recomendadas son diferentes a las usadas en la agricultura tradicional, pues permiten que las hojas de las plantas se toquen cuando son adultas, sin dejar ningún espacio de la cama descubierto (Jeavons 2002).

La siembra cercana tiene innumerables ventajas, entre las principales están: se limita la evaporación del agua, la producción es mayor, se limita el crecimiento de hierbas indeseables, se crea un microclima bajo las plantas, se reducen los ataques de insectos y las raíces aprovechan mejor los nutrientes (Jeavons 2002).

D. Asociación de cultivos

Se puede definir como la distribución espacial en que se encuentran dos o más cultivos simultáneamente en un mismo terreno, para referirse a esta práctica existen varios vocablos, entre los cuales se pueden mencionar: multicultivo; policultivo; cultivo mixtos y cultivos en asocio (Carrillo 1997).

Entre los principales beneficios identificados de la asociación de cultivos están la protección física, el control de insectos y hierbas, mejoría en salud y crecimiento, mejor sabor y nutrición de los cultivos, además de evitar el agotamiento de los nutrientes del suelo y limitar las plagas, siendo estas últimas propiciadas por el monocultivo (Jeavons 2002).

Una adecuada selección de cultivos debe considerar al menos dos criterios: los hábitos alimentarios de los cultivos, considerando las plantas fuertes consumidoras o consumidoras voraces, las fertilizantes donantes y las consumidoras ligeras, y las propiedades intrínsecas de cada variedad, por ejemplo los betabeles que extraen sales del suelo, la valeriana que fortalece a casi todas las hortalizas y concentra el fósforo o la mejorana que mejora el sabor y la resistencia a las plagas de prácticamente todos los cultivos.

Rosset, indica que uno de los enfoques de a investigaciones en cultivos múltiples, es el efecto reductor que produce la diversidad de plantas sobre la población de los insectos plaga. Debido a que muchos estudios básicos, muestran una disminución del ataque con el uso de un cultivo asociado. A pesar de esto, hay muy pocos ejemplos prácticos sobre el uso de un policultivo como medida para el control de las plagas. Es necesario estudiar estos sistemas para determinar su importancia y viabilidad, así como determinar los mecanismos por los cuales resultan eficientes para reducir los daños por plagas (Carrillo 1997).

E. Semillas de polinización abierta

Las especies animales no son las únicas en peligro de extinción, las semillas de las que depende nuestra alimentación están seriamente amenazadas y para no variar, por nosotros mismos. En los setentas y ochentas los científicos parecían haber encontrado una solución a los problemas del hambre en el mundo, cuando usando semillas híbridas lograron muy altos rendimientos, sobre todo en cereales, la solución al hambre de cientos de millones de personas había llegado, la primera plana de los periódicos anunciaba que las hambrunas serían pronto cosa del pasado.

Los años transcurridos desde la llamada revolución verde nos permiten apreciar un panorama totalmente distinto, las hambrunas continúan, las Naciones Unidas reportan que cada noche más de mil millones de personas duermen con hambre. Además actualmente la producción de alimentos depende de las semillas híbridas de unas cuantas variedades que surten unas pocas compañías transnacionales, y aunque los rendimientos son altos, los cultivos resultantes requieren agua, fertilizantes e insecticidas, insumos cada vez más escasos y los dos últimos causan más problemas al ambiente que beneficios.

Si esta dependencia es un mal que cada vez mas países padecen, palidece si se compara con la pérdida de diversidad, a mediados del siglo pasado cada región, valle y país tenía sus propias variedades de frutas, vegetales y cereales (Jeavons 2002).

Dos ejemplos de esta pérdida: 1) La India cultivaba en 1940 alrededor de 30,000 variedades de arroz, en 1997 sólo quedaban 10; 2) de las 7,000 variedades de manzana registradas en los Estados Unidos en 1904, para 1997 se habían perdido el 97%, en el mundo esta tendencia es tan alarmante que en el año 2,000 del total de cultivos que conformaban la esencia del patrimonio agrícola de la humanidad solo sobrevivían el 8% (Jeavons 2002).

Cuadro 4 Plantas cultivas en asocio con maíz

Nombre común	Especie
Cebolla	<i>Allium cepa</i>
Porro	<i>Allium porrum</i>
Ajo	<i>Allium sativa</i>
Piña	<i>Ananas comosus</i>
Anona	<i>Annona chirimoya</i>
Guanaba	<i>Annona muricata</i>
Achiote	<i>Bixa orellana</i>
Chile	<i>Capsicum annum</i>
Chile	<i>Capsicum frustensens</i>
Papaya	<i>Carica papaya</i>
Epazote	<i>Chenopodium ambrosioides</i>
Sandía	<i>Sitrullus vulgaris</i>
Lima	<i>Sitrus aurantifolia</i>
Limón	<i>Sitrus limonia</i>
Toronja	<i>Sitrus paradisi</i>
Naranja	<i>Sitrus sinensis</i>
Mala mujer	<i>Onidosculus urens</i>
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i>
Calabaza	<i>Cucúrbita moschata</i>
Cebollín	<i>Cydista aequinoctialis</i>
Zacate limón	<i>Cymbopogon sitratus</i>
Camote blanco	<i>Dioscorea sp.</i>
Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>
Algodón	<i>Geossypium hirsutum</i>
Camote	<i>Ipomea batatas</i>
Piñocillo	<i>Jatropha curcas</i>
Jitomate	<i>Lycopersicon sculentum</i>
Yuca	<i>Manihote sculenta</i>
Hierba buena	<i>Menta citrata</i>
Plátano	<i>Musa sp.</i>
Tabaco	<i>Nicotiana tabacum</i>
Arroz	<i>Oryza sativa</i>
Jícama	<i>Pachyrhizus erosus</i>
Aguacate	<i>Persea americana</i>
Aguacate	<i>Persea gratissima</i>
Perejil	<i>Petroselinum sativum</i>
Fríjol	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Fríjol	<i>Phaseolus leucanthus</i>
Ciruela	<i>Prunus sp.</i>
Capulín	<i>Prunus capuli</i>
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>
Chayote	<i>Sechium edule</i>
Cacao	<i>Theobroma cacao</i>
Malanga	<i>Xanthosoma sp.</i>
Maíz	<i>Zea mays</i>
Jengibre	<i>Zingiber sp.</i>
Piñuela	<i>Bromelia baratas</i>
Clavo	<i>Eugenia caryophyllata</i>
Higuerilla	<i>Picus sp.</i>
Cuapinole	<i>Hymenaea courbaril</i>
Zapote	<i>Achras zapota</i>

Fuente: Nigh, Ronald 1983, Nigh, Ronald 1995.

Afortunadamente existen personas y organizaciones que se esfuerzan por conservar este patrimonio genético, cada país debería tener sus propios bancos de semillas criollas, conservarlas e intercambiarlas y así evitar su pérdida.

Los cultivos producto de semillas no híbridas, a diferencia de las híbridas, no requieren de cuidados especiales, ni fertilizantes, están perfectamente adaptadas al ambiente y por lo mismo presentan mayor resistencia a los cambios climáticos y a las plagas, los frutos pueden ser no tan grandes o lustrosos, pero si más dulces, aromáticos y exquisitos. Y lo mejor es que estas semillas están al alcance, bien intercambiándolas o produciéndolas (Jeavons 2002).

F. Arreglos espaciales

Son las diferentes distribuciones de especies agrícolas en el espacio, o sea en un área de cultivo. Pueden incluir una, dos o más especies, los arreglos espaciales en cultivos asociados se presentan cuando el cultivo se encuentra sembrado entre hileras intercaladas con otro cultivo, con la finalidad de aprovechar en mejor forma el espacio y los nutrientes disponibles, los cuales serían utilizados por malezas, denominándose cultivo intercalado. Este produce otros efectos, sirviendo como cobertura del suelo, minimiza el crecimiento de malezas, mejora las condiciones del suelo, previene el lavado del suelo y la propagación de enfermedades (Carrillo 1997).

G. Efecto del cultivo en asocio

Rosset, menciona que muchos experimentos han demostrado que los policultivos producen mayor rendimiento por área que los monocultivos. Entre algunos asociados se puede mencionar: el asocio maíz-fríjol, maíz-fríjol-yuca, tomate-pepino, tomate-fríjol, entre otros. Se cree también que la propagación de plagas y enfermedades está determinada por la densidad de la población de plantas susceptibles por unidad de área. Existe un acuerdo general de que el tipo adecuado de la diversificación del agro ecosistema, puede llegar a tener menores problemas de plagas, malezas y enfermedades.

Los cultivos asociados se aprovechan de los mecanismos de selección del hábitat de los insectos herbívoros. En estudios realizados donde se comparan cultivos asociados contra monocultivos, en el 53% de los casos existió menor ataque en los policultivos, en el 18% fue mayor en el sistema diverso, en 9% no hubo diferencia y en el 20% la respuesta fue variable.

H. Control cultural como prevención

El manejo integrado de plagas aprovecha la ecología y el comportamiento de las plagas, a través de las técnicas de control cultural. Este actúa mediante intervenciones en el ciclo ecológico de la plaga, para disminuir su tasa de ataque al cultivo. Como se quiere controlar las poblaciones de una plaga, para mantenerla abajo del nivel de daño económico, usando exclusivamente el control químico, se tendría que hacer aplicaciones con frecuencia. Esto implica gastos excesivos y provoca problemas posteriores de resistencia, emergencia de plagas primarias y brotes de plagas secundarias. Para el caso del control biológico, es un medio de lucha integrada respetando el medio ambiente, disminuyendo la población de insectos dañinos, sin afectar a otros benéficos para el sistema (Carrillo 1997).

I. Leguminosas de cobertura en asocio/relevo/rotación con maíz

No cabe duda que uso de leguminosas de cobertura como abonos verdes tiene un efecto benéfico en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. La leguminosa puede ser asociada en forma intercalada, en relevo y/o en rotación según los patrones de uso y del sistema predominante. Los beneficios del asocio de cereales con leguminosas incluyen: aportación de N (Nitrógeno) por fijación directa, aprovechamiento de la radiación para la producción de biomasa para abono verde, reducción de la erosión al mantener una mayor cobertura de suelo, reducción de la incidencia de malezas, preservación y mejora en propiedades físicas y químicas de los suelos y posible reducción de plagas y enfermedades (Sain 1995).

Otro de los objetivos mencionados del asocio es el uso de los residuos de las leguminosas como mulch para promover la labranza de conservación de siembras de relevo, El manejo del mulch sirve para mantener una cobertura sobre la superficie del suelo, mejorar el balance hídrico y aportar minerales y nutrimentos para los cultivos (Sain 1995).

J. Tipología de los productores de maíz en Guatemala

Un escenario para la población de Guatemala en el período 2000-2020, basado en un análisis 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 (Valle, 1999).

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, ambas opciones que mejorarían la situación nutricional de los usuarios de grano de maíz.

La mayor parte de la tierra cultivable de Guatemala tiene una topografía montañosa y, como consecuencia, se considera que un gran porcentaje de su superficie tiene vocación forestal o para cultivos de montaña. Saín y López-Pereira indican que tanto en Guatemala como en otros países de la región se estima que más del 30% de las tierras dedicadas a la producción de maíz se ubican en zonas de ladera. Aunque conceptualmente no existe duda de que la degradación de los suelos afecta a la productividad del suelo, la evidencia empírica a nivel de Centro América es escasa, y se tiene poca o ninguna evidencia sobre el impacto de esta degradación sobre los rendimientos de maíz.

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 (Sain, 1995).

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-fríjol o maíz-sorgo. Estos agricultores poseen 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 (Valle, 1999).

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. 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.

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 (IPNI 2010).

Departamento	Frijol		Maíz amarillo		Maíz blanco		Maicillo	
	Superficie	qq/ha	Superficie	qq/ha	Superficie	qq/ha	Superficie	qq/ha
República	196,594		135,334		720,543		26,814	
Guatemala	14,151	13	448	41	22,862	47	678	31
El Progreso	6,739	16	309	34	11,959	44	191	50
Sacatepéquez	1,853	16	392	64	5,584	48	-	-
Chimaltenango	7,961	17	1,107	48	22,371	46	-	-
Escuintla	-	-	62	86	29,061	76	136	96
Santa Rosa	5,291	11	864	75	21,562	62	4,261	38
Sololá	9,569	5	5,105	42	12,110	45	-	-
Totonicapán	1,044	5	11,098	52	3,177	48	-	-
Quetzaltenango	6,038	2	14,124	64	19,766	66	-	-
Suchitepéquez	3,624	24	-	-	28,830	32	-	-
Retalhuleu	9	12	16	57	30,294	78	280	29
San Marcos	3,486	3	9,613	34	38,453	41	-	-
Huehuetenango	17,248	18	26,803	39	35,031	42	-	-
Quiché	30,999	5	31,331	39	33,808	38	813	29
Baja Verapaz	2,492	6	7,606	35	10,430	30	-	-
Alta Verapaz	1,917	11	19,973	23	133,552	42	-	-
Petén	11,630	18	1,180	26	90,925	40	-	-
Izabal	1,879	4	1,243	72	19,994	32	-	-
Zacapa	3,520	17	335	27	20,780	26	1,058	20
Chiquimula	15,229	16	566	22	26,764	34	2,185	25
Jalapa	17,792	10	2,782	33	37,025	38	-	-
Jutiapa	34,124	14	377	32	66,204	52	17,213	35

Figura 3 Superficie y rendimiento de los principales cultivos de Seguridad Alimentaria. Mayo 2007 - Junio 2008 (qq/hectareas).

Fuente: INE, Encuesta Nacional Agropecuaria 2008

El rendimiento de frijol en Suchitepequez es de 24 qq/ha, el más alto registrado y caso contrario Quetzalteango de 2 qq/ha, seguido de San Marcos con 3 qq/ha y Izabal con 4 qq/ha. El departamento de mayor rendimiento de maíz blanco es Retalhuleu con 78 qq/ha, mientras que el más bajo es Zacapa con 23 qq/ha, seguido de Baja Verapaz con 30 qq/ha, e Izabal con 32 qq/ha.

Como ya se ha mencionado el rendimiento de dichos granos son bajos en Izabal y el factor determinante es el suelo (INE 2010).

Cuadro 5 Comportamiento de frijol a nivel nacional en el periodo 2001 a 2006

Temporada agrícola	Producción T.M.
2,001/2,002	166,644.12
2,002/2,003	168,110.03
2,003/2,004	180,649.35
2,004/2,005	186,399.97
2,005/2,006	184,535.97

Fuente. BANGUAT IV Censo Agropecuario, Escuela Nacional Agropecuaria 2005-2006 (IPNI 2010).

2.2.13 Cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

Según Fuentes López (Fuentes López, 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, en la región del Altiplano el 100% de la población consume maíz en forma de tortillas, con un promedio de 14 unidades por día (318 gramos). El consumo per cápita 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 poco trabajo.

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. La mayor parte de la importación está relacionada con el maíz amarillo, se puede concluir que Guatemala depende cada vez más de las divisas para la importación de alimentos (FAO, 2003).

A. Importancia de maíz

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. El maíz (*Zea mays* L.) es fundamental en la dieta de la población guatemalteca por su alto contenido energético y de proteínas (ICTA, 2001).

B. Clasificación taxonómica del maíz

- Reino: Plantae
- División: Tracheophyta
- Subdivisión: Pteropsidae
- Clase: Angiospermae
- Subclase: Monocotiledoneae
- Grupo: Glumiflora
- Orden: Graminales
- Familia: Graminae
- Tribu: Maydeae
- Género: *Zea*
- Especie: *Zea mays* (Jungenheimer, 1980).

C. Descripción botánica

Hábito y forma de vida: Anual o bianual en las áreas tropicales.

Tallo: El maíz forma un tallo erguido y macizo.

Tamaño: La altura es muy variable, y oscila entre poco más de 60 cm en ciertas variedades enanas, en especies criollas de los trópicos son más altas, mayores de 3 m; la media es de 2.4 m (Collado, 1982).

Raíces: Las raíces seminales se desarrollan a partir de la radícula de la semilla a la profundidad que ha sido sembrada, después de emerger la plúmula aparecen las raíces adventicias formando una red espesa de raíces fibrosas.

Hojas: Las hojas, alternas, son largas, estrechas.

Inflorescencia: inflorescencia femenina la cual se desarrolla en una mazorca cubierta por hojas que la envuelven; esta es la parte de la planta que almacena reservas. La parte superior de la planta termina en una inflorescencia masculina o panoja; esta tiene una espiga central prominente y varias ramificaciones laterales con flores masculinas, todas las que producen abundantes granos de polen (Ripusudan L Paliwal. 2001).

Frutos y semillas: La mazorca crece envuelta en unas hojas modificadas o brácteas; las fibras sedosas o pelos que brotan de la parte superior de la panoja o mazorca son los estilos prolongados, unidos cada uno de ellos a un ovario individual. El polen de la panícula masculina, arrastrado por el viento (polinización anemófila), cae sobre estos estilos, donde germina y avanza hasta llegar al ovario; cada ovario fecundado crece hasta transformarse en un grano de maíz, cada grano de maíz está formado por tres partes (Ripusudan L Paliwal. 2001).

D. Fenología de la planta de maíz

a. Crecimiento y fases de desarrollo

La planta de maíz presenta diferente comportamiento a las condiciones agroclimáticas. El conocer las características fenológicas establece el marco temporal que forma el rendimiento y sus componentes. Bolaños indica que en los puntos cardinales de germinación iniciación floral y madurez fisiológica se delimitan respectivamente las fases vegetativa y de llenado de grano. La duración de cada una de estas fases depende del genotipo, del fotoperiodo y de la temperatura (Lafitte, 1994).

b. Fase vegetativa

Esta fase se inicia al momento de comenzar el proceso de germinación de la semilla y se establecen las plántulas; se expande el follaje y se forma la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa. La biomasa total producida por el cultivo está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca y en promedio se estima que ésta ocupa el 40% del peso total (Lafitte, 1994).

c. Fase reproductiva

En esta fase se elabora el órgano de interés desde el punto de vista de la cosecha: la mazorca y el número de granos por mazorca que constituye la fracción cosechable de la biomasa (Jugenheiner, 1990).

En el caso del maíz las flores masculinas se producen en la inflorescencia terminal (espiga) y las flores femeninas en las axilas laterales (mazorcas), por lo que existe una distancia entre ambas y el polen debe viajar una corta distancia para fecundar a los estigmas. Dependiendo de la zona en donde se esté desarrollando el cultivo, existe un período que va de uno a dos días, entre la emisión del polen y la salida de los estigmas en la floración. Este período se puede alargar entre 5-8 días para las condiciones del altiplano. La polinización es una fase extremadamente sensitiva al efecto que puedan causar los estreses ambientales tales como la sequía, que puede afectar negativamente al rendimiento (Jugenheiner, 1990).

d. Fase de llenado de grano

Esta fase se inicia inmediatamente después de la polinización y determina el peso final del grano y de la mazorca. El peso del grano está correlacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada durante esta fase, y es afectada por estrés hídrico y nutricional. La fase de llenado está marcada por tres fases:

- Fase de arresto, puede durar de 10 a 20 días.

- Fase lineal, fase de acumulación de materia seca y tiene una duración aproximada 35 días para maíces del trópico bajo.
- Fase de acumulación lenta con una duración de 7 a 14 días que concluye con la aparición de la capa negra y madurez fisiológica. Se denomina que el grano está en la etapa de "capa negra", cuando éste cesa de alimentarse de la planta, formándose una capa de color negro que evita la entrada de nutrientes al grano, aspecto que da nombre a esta fase. La madurez fisiológica se alcanza cuando el grano está cerca de los 32-35% de humedad (Mangelsdorf & Reeves, 1948).

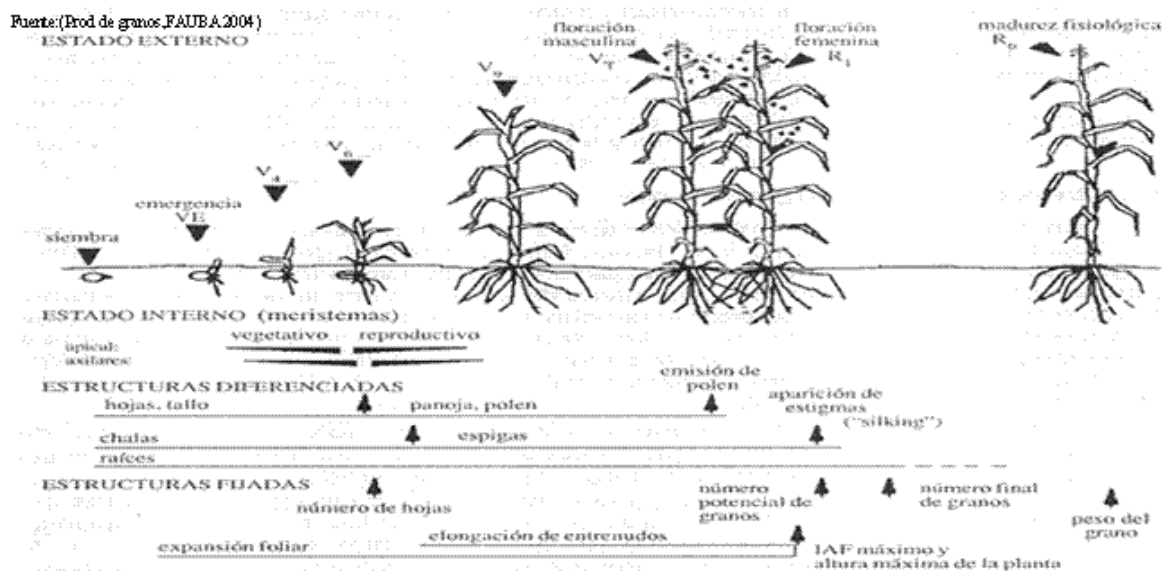


Figura 4 Fenología del cultivo de maíz

Fuente: (Econoagro, 2007)

E. Fotoperiodo del maíz

El maíz es una planta determinada cuantitativa de días cortos. Esto significa que el progreso hacia floración se retrasa progresivamente a medida que el fotoperiodo excede de un valor mínimo. En general, para la mayoría de germoplasma de maíz tropical el fotoperiodo crítico oscila entre 11 y 14 horas y en promedio 13.5 horas. La mayoría de los materiales tropicales tienen mucha sensibilidad al fotoperiodo que puede influir en el retraso en la iniciación de la espiga (Ripusudan L Paliwal. 2001).

F. Preparación del terreno para cultivo de maíz

Se puede realizar de acuerdo a las siguientes alternativas:

a. Labranza convencional

Práctica tradicional con la utilización de maquinaria agrícola o tracción animal para la realización de las diferentes tareas agrícolas. Esta práctica agronómica, consiste en la realización de un paso de arado y dos pasos de rastra; también el uso de un paso de rastra pesada (row-plow) y dos pasos cruzados de rastra liviana. Posterior a la labranza convencional, se realiza el surqueo que puede efectuarse con maquinaria o implementos de tracción animal, se realizara la siembra. (Fuentes, 2005).

b. Labranza de conservación

Es una tecnología que contribuye a la conservación del suelo a través del manejo de residuos del cultivo anterior o rastrojos como mantillo superficial. Esta práctica no requiere de la remoción del suelo. Bajo este sistema se identifican dos alternativas:

- **Labranza mínima:** En este tipo de labranza se consideran todas aquellas que incluyen una o más operaciones mecánicas sin incorporación total del rastrojo o residuo superficial. Previo a la siembra se destruye la maleza presente en el terreno. Se aplica un herbicida quemante para el control de la maleza.
- **Labranza cero:** Con esta labranza solo se prepara una franja angosta ó corte hecho por los discos de la máquina sembradora o por la punta del chuzo. Una semana antes de la siembra, el terreno es chapeado de manera manual (machete) o mecánica (chapeadora). Al momento de la siembra se aplica herbicida quemante (Fuentes, 2005).

G. Época de siembra

Para la zona del trópico bajo del país, se marcan dos épocas de siembra: La de primera, que se realiza durante mayo a junio que constituye la principal época de siembra; La segunda en septiembre. En zonas en donde se dispone de riego es factible la siembra en cualquier época del año (Fuentes, 2005).

H. Distanciamiento de siembra

La densidad ideal en la cosecha para un genotipo, es aquella que produce el mayor rendimiento de grano cuando el cultivo se desarrolla en condiciones favorables sin limitaciones de suelo y clima, situación poco frecuente en los campo de los productores (Fuentes, 2005).

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 de 75 a 80 cm entre surcos y 40-50 cm por postura, colocado dos y tres granos por postura en forma alterna (Fuentes, 2005).

Bajo este sistema, se necesitan 25 ó 30 libras de semilla por manzana. Si la siembra es mecanizada, se utilizan las mismas distancias de siembra entre surco (75-80 cm) y se gradúa la sembradora a manera de colocar cinco semillas por metro lineal (Fuentes, 2005).

I. Control de malezas

La mayor competencia se observa en los primeros 35-40 días después de la siembra. Generalmente la deshierba se realiza con el paso de 2 ó 3 limpias como promedio a lo largo del ciclo de cultivo, utilizando azadón. En este caso se realizarán 3 limpias, entre los 15 días después de la siembra y la segunda a los 30 días después de la siembra.

J. Plagas

a. *Phyllophaga* spp. (Coleóptera: Scarabaeidae) (Gallina ciega)

Se considera como una de las principales plagas del suelo. Varias especies de *Phyllophaga* se alimentan de material vegetativo en descomposición y solo unas pocas constituyen plagas de las raíces de las plantas. Existen especies de ciclo anual y bianual. El ciclo de vida inicia con la fase de huevo, generalmente se localizan de 10-14 huevos por postura.

El estado larvario tiene una duración de 8-24 meses, pasa por tres estadios. La longitud varía entre 25-40mm, cuerpo en forma de "C" de color blanco cremoso, cabeza prominente café amarillenta, mandíbulas fuertes, patas traseras peludas y desarrolladas. Las larvas empupan en una celda que hacen en el suelo. La pupa es café claro. Los adultos de mediano a grandes son de color café oscuro a naranja café, emergen y vuelan poco después de las primeras lluvias y son atraídos fuertemente por la luz artificial (Fuentes, 2005).

El daño lo producen las larvas en el tercer estadio y se manifiesta en el campo en forma de parches o manchas, generalmente al inicio de las siembras y especialmente en junio a octubre, con ciertas variaciones. La correcta preparación del suelo previo a la siembra posibilita a disminuir la presencia de larvas en el suelo. También se recomienda combinar esta práctica con el control químico en aplicaciones preventivas realizadas poco antes o al momento de la siembra, con insecticidas granulados al suelo (Fuentes 2005).

También el control biológico, con la preparación de las camas de doble excavación se produce el volteo para que otros animales las consuman, también la aplicación de una solución de agua con cal, utilizando 0.5 g de cal por 1L de agua. El uso de trampas de luz artificial para atraer a los adultos y el uso de fuego con el mismo fin, son otras alternativas de control (Fuentes 2005).

b. *Dalbulus maydis* (Homoptera: Cicadellidae) (Chicharrita del maíz)

Insecto de hábitos alimenticios tipo chupador y con capacidad de transmitir enfermedades distintas con sintomatología parecida que constituyen limitantes de la producción de maíz. El insecto está distribuido a partir del sur de Estados Unidos, Centro y Sur América, y El Caribe. Habita desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm. Aparentemente, este insecto está restringido al género *Zea* (Fuentes, 2005).

Ciclo de vida: Los huevos aparecen colocados en hileras pegadas de hasta 8, entre las venas de las hojas del cogollo y algunas veces entre las láminas de las hojas jóvenes. La ninfa, de color amarilla translúcida, pasa por cinco estadios. Se alimenta de las bases de las hojas del cogollo, entre las hojas, o del tallo en la parte inferior de la planta. El adulto mide de 3-4mm, es de color amarillo con dos manchas redondas de color negro sobre el vértice de la cabeza, sus alas delanteras son translúcidas. Los adultos y ninfas chupan la savia de la base de las hojas. Son vectores del achaparra miento del maíz y del virus del rayado fino. La severidad del daño dependerá de lo temprano que ocurra la inoculación. En Guatemala la ampliación del período de siembra, las siembras tardías junto a condiciones de sequía favorece el desarrollo de la plaga, y por ende ha presentado mayor dispersión de la plaga en las diferentes zonas maiceras.

c. *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) (Gusano cogollero)

Esta plaga es considerada de amplia dispersión en la zona maicera, pero de importancia variable, ya que ciertas zonas son más susceptibles al daño que otras. El daño lo inicia la larva joven haciendo ventanitas en las hojas. Las larvas grandes se alimentan vorazmente del cogollo haciendo agujeros grandes e irregulares, dejan como huella abundante excremento. El cultivo es afectado en todas sus etapas, al nivel de plántula como cortador y al llenado de grano como elotero. La flor masculina puede ser dañada hasta resultar en una disminución del polen que incidirá negativamente en la producción (Fuentes, 2005).

Ciclo de vida: Los huevos son colocados en grupo de hasta 300, en cualquier parte de la superficie foliar, cubiertos con escamas grises rosadas del abdomen de la hembra en oviposición, lo que le da una apariencia de pelusa. La larva pasa por 5 a 6 estadios dependiendo de la temperatura y del tipo de alimento. Los primeros estadios son de color verde con manchas y líneas negras dorsales; después cambian a verde con líneas especulares y dorsales negras, café beige o casi negra (Fuentes, 2005).

Cuando las larvas recién eclosionadas emigran a los cogollos, el canibalismo las reduce a una o dos por planta. En estadios avanzados pueden comportarse como gusano soldado, pasando a otras gramíneas u otros cultivos. Empupan en el suelo, raras veces en las hojas de las plantas hospederas. El adulto tiene una longitud de 32 a 38mm; la hembra tiene a las delanteras de color gris a café gris, el macho es de color beige, con marcas oscuras y rayas pálidas en el centro de las alas traseras.

Como alternativas de control cultural para el del gusano cogollero se consideran la uniformidad en la fecha de siembra para evitar reinfestaciones, siembras en alta densidad en compensación por la mortalidad de plántulas, fertilización adecuada. El uso de labranza mínima reduce la infestación de esta plaga, el mantenimiento del área libre de malezas. Como métodos de control biológico se puede utilizar *Trichogramma sp.* que es un parasitoide del huevo, *Geocoris sp*, depredadores larvales o extracto de Nim en una dosis de 30 g/l. Otro método que puede ser muy útil es practicar las Buenas Prácticas de Manejo (Fuentes, 2005).

d. *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) (Gusano Elotero)

Plaga que afecta a ambos órganos sexuales de la planta, el gusano elotero es el insecto que más daño le causa a la mazorca. Los huevos son ovipositados en los estigmas en donde inicia su ciclo de vida. Las larvas comienzan a alimentarse de los estigmas o cabellos de la mazorca, hasta que sus mandíbulas y capacidad de movimiento le permiten penetrar a la mazorca, perforándola y haciendo túneles en las hileras de los granos. Estos túneles permiten que la humedad penetre a la mazorca y que esta se contamine con hongos y que los granos se pudran. (Fuentes, 2005).

El control se puede realizar con la aplicación de insecticidas líquidos, Dipel WG, buen insecticida biológico selectivo, cuyo ingrediente activo es el *Bacillus thuringensis subesp*, el tratamiento debe aplicarse cuando las larvas de lepidoptera están en sus primeros instares, deben comer el producto para ser afectadas; dosis de aplicación es de 500 a 100 gm/ha. (Fuentes, 2005).

e. Araña Roja (Acarina: Tetranychidae)

En los últimos años esta plaga ha causado pérdidas económicas en el cultivo del maíz. Las principales características del género *Tetranychus* es de color verde manchado, produce abundante tela y se localiza en el envés de las hojas. Cuando las poblaciones son altas, aparecen también sobre el haz. Estos ácaros producen dos tipos de daño en el verano. En un ataque temprano las hojas de las plántulas tienden a perder la turgencia y presentan manchas amarillas. Si el ataque es severo, hay clorosis total, necrosis y retardo del crecimiento de las plántulas. En un ataque tardío, las hojas más afectadas con las medias y las bajas (Fuentes, 2005).

Generalmente se clasificaban a los ácaros como plagas secundarias, sin embargo por los desbalances climatológicos, uso inadecuado de plaguicidas dirigidas a otras plagas se han convertido en los últimos años como una plaga con potencial de daño económico. Es importante investigar sobre su biología, ecología y explorar el manejo integrado de la plaga que favorezca su control, uno de los métodos preventivos para control es mantener limpia el área de cultivo, aplicar cascara de cebolla al suelo que funciona como repelente, y extracto de ajo directamente a las plantas.

K. Plagas en el almacenamiento

La mayoría de agricultores almacén el grano para su autoconsumo. Este procedimiento lo realizan en diferentes sistemas de almacenamiento, que incluye troja, costales y silos (Fuentes, 2005).

Las pérdidas en la fase de almacenamiento se incrementan debido a la asociación de otros factores, tales como: malos procedimientos de secado del grano, alta humedad del grano en la zona de almacenamiento, alta humedad relativa, instalaciones inadecuadas, mínimo uso de productos químicos que posibilite preservar al grano. En términos generales se ha documentado que las pérdidas en almacenamiento pueden llegar al 18%, lo cual constituye un factor limitante a nivel de productor de grano (Fuentes, 2005).

a. *Sitotroga cerealella* (Palomilla dorada del maíz)

Los gusanos jóvenes penetran en el grano y se alimentan en su interior, también puede infestar el cultivo en el campo antes de la cosecha. Las pequeñas palomillas amarillentas o color paja, que miden casi un centímetro y tienen un fleco a lo largo del margen posterior de las alas, se observan volando alrededor de los almacenes infestados. Su presencia es especialmente evidente si se mueven las mazorcas o el grano almacenado. Las palomillas tienden a poner sus huevos semejantes a escamas en grupos que cambian de blanco a rojo al acercarse la eclosión, entre dos superficies próximas (por ejemplo, entre el grano y las glumas atrofiadas en la base del mismo). Las larvas recién nacidas son diminutas y blancuzcas.

En su último estadio como larvas justo antes de formar pupas, las larvas preparan una salida circular para la palomilla, dejando la pared externa de la semilla solo parcialmente cortada para que sirva de tapa de agujero (Fuentes, 2005).

b. *Sitophilus zeamais* (Gorgojo de los granos)

Estos insectos pueden infestar el grano almacenado o las mazorcas de maíz antes de la cosecha. Al quitar las brácteas de las mazorcas en el campo se observan los gorgojos y las picaduras irregulares que estos hacen en los granos al alimentarse o al desovar. En los granos desprendidos de las mazorcas es fácil encontrar las falerias filamentosas que hacen los gusanos gruesos y blancuzcos en el interior del grano. Las larvas se transforman en pupas dentro del grano (Fuentes, 2005).

L. Enfermedades del cultivo de maíz.

La incidencia y severidad de las enfermedades en el maíz está relacionada con las condiciones climáticas que rodean al cultivo y al manejo que se provea al mismo. La precipitación pluvial, temperatura y humedad relativa que favorecen al cultivo, también posibilita el desarrollo de hongos y bacterias y el manejo que se le da lo condicionaran para que pueda tolerar o no la incidencia de estas enfermedades (Fuentes, 2005).

Enfermedades del follaje

Se presentan las principales enfermedades que se presentan en las diferentes zonas maiceras de Guatemala:

Achaparramiento del maíz: Es causada por un complejo de patógenos. Entre los cuales están el espiroplasma del achaparramiento del maíz: *Spiroplasma kunkeli*, que produce la enfermedad "Corn Stunt Spiroplasma" (CSC) y el fitoplasma Maize bushy stunt (MBS), también denominado Enanismo Arbustivo del Maíz y el virus del Rayado Fino (MRFV). Estos patógenos son transmitidos por la Chicharrita del maíz *Dalbulus maidis*. El área de distribución de la enfermedad se ubica en la zona del Trópico y Sub-Trópico. Los síntomas en la planta de la planta pueden variar y generalmente no son un indicativo para diagnosticar el patógeno presente en la planta.

Se requiere de pruebas de laboratorio, tales como: ELISA y técnicas de la Reacción de la Cadena de Polimerasa (PCR) para definir con exactitud el patógeno presente. La sintomatología común es: Clorosis de las hojas jóvenes, las puntas se tornan gradualmente a un color rojo púrpura. A medida que se aproxima la madurez, las plantas muestran macollamiento excesivo, color rojizo y clorótico. Las yemas auxiliares se desarrollan formando mazorcas estériles.

También se presenta un enanismo debido a que los entrenudos se acortan por lo que la planta queda enana o achaparrada. Hay plantas que tienen pocas raíces, mientras que otras tienen abundante debido a su excesiva ramificación. Los casos severos inducen a una baja producción de grano, o el mismo queda muy harinoso el cual es de muy bajo peso específico. En infecciones severas la planta puede morir prematuramente (Fuentes, R. 2002).

Helminthosporium maydis y H. turcicum (*Tizon Foliar*): Provoca lesiones en el área foliar del maíz que cuando son jóvenes son pequeñas y romboides. A medida que maduran se alargan, pero el crecimiento se ve limitado por las nervaduras adyacentes, de manera que la forma final de la lesión es rectangular de 2-3 cm de largo. Las lesiones pueden fusionarse, llegando a producir la quemadura completa de un área foliar considerable (Fuentes, 2005).

H. turcicum presenta síntomas iniciales consistentes en manchas pequeñas, ligeramente ovales y acuosas que se producen en las hojas y que son reconocibles fácilmente. Estas lesiones se transforman luego en zonas necróticas alargadas y ahusadas. Las lesiones aparecen primeramente en las hojas más bajas y continúan aumentando de tamaño y en número a medida que se desarrolla la planta, hasta llegar a producir una quemadura completa y conspicua del follaje (Fuentes, 2005).

Estas enfermedades están generalizadas en zonas maiceras cálido-húmedas. Para causar infección el *H. maydis* requiere temperaturas ligeramente más altas que *H. turcicum*, no obstante ambas especies se encuentran a menudo en la misma planta. Así mismo, estas enfermedades cuando se presentan durante la aparición de los estigmas y si las condiciones son óptimas pueden causar un daño económico considerado.

Puccinia sorghi, Puccinia polysora, Physopella zae (Royas del maíz): Son diferentes enfermedades que afectan a la parte foliar de la planta de maíz. La *P. sorghi*, enfermedad ampliamente distribuida en las zonas maiceras. La roya común se presenta con mayor incidencia al momento de la floración del maíz. Puede ser reconocida por las pústulas pequeñas y pulverulentas, tanto en el haz como en el envés de las hojas. Las pústulas son de color café en los estadios iniciales de la infección. Más tarde la epidermis se rompe y las lesiones se tornan de color negro a medida que la planta madura. La *P. polysora* presenta pústulas más pequeñas, de color más claro y más circulares.

También se encuentran en ambas caras de las hojas, pero la epidermis permanece intacta por más tiempo. Las pústulas se tornan de color café oscuro a medida que las plantas se acercan a la madurez. Esta enfermedad se presenta en las regiones cálidas y húmedas. La *P. Zea* o Roya Tropical, presenta brotes esporádicos y restringidos a regiones tropicales. Las pústulas varían desde formas redondas a ovales. Son pequeñas y se les encuentra debajo de la epidermis. En el centro de la pústula la lesión aparece de color blanco a amarillo pálido a veces rodeada de un color negro, pero su centro permanece de color claro. En general, la mejor alternativa de control de estas enfermedades foliares es el uso de genotipos tolerantes (Fuentes, 2005).

Curvearúa luneta y *C. pallescens* (*Mancha Foliar por curvularia*): Esta enfermedad la produce un hongo que presenta manchas pequeñas cloróticas o necróticas con un halo de color claro. Las lesiones tienen un diámetro aproximado de alrededor de 0.5 cm cuando están completamente desarrolladas. La enfermedad se generaliza en las áreas maiceras cálido-húmedas y pueden causar daños considerables a los cultivos.

***Physoderma maydis*:** Esta se manifiesta con pequeñas manchas amarillentas (oblongas o redondas) en la nervadura de las hojas y en la base del tallo que son los síntomas iniciales. Luego éstas se tornan de color café, color característico. La forma de la mancha es irregular, así como una clorosis en las hojas infectadas. Esta enfermedad está relacionada con la presencia de alta humedad relativa, precipitación y temperatura que favorece a su desarrollo. Las medidas de control de esta enfermedad básicamente requieren en uso de genotipos tolerantes y eliminación de los residuos de la cosecha (Fuentes, 2005).

Enfermedades que causan pudrición de la mazorca

El problema de pudrición de la mazorca en las áreas tropicales es de importancia económica. Estas pudriciones causan daños considerables en las zonas húmedas, especialmente cuando la precipitación es excesiva en el período de llenado de grano a la cosecha. La pudrición de la mazorca puede incrementarse por diferentes factores, tales como: Daño que puedan provocar aves e insectos al tallo y la mazorca. El acame de las plantas provoca que las mazorcas estén en contacto con el suelo y la mala cobertura de la mazorca.

La principal problemática derivada de la pudrición de la mazorca es que afecta la calidad, inocuidad del grano y reduce el rendimiento por unidad de área (Fuentes, 2005).

Gibberella zeae y G. fujikuroi (Pudriciones de mazorca por Gibberella): Estas dos especies de hongos causan pudriciones de la mazorca, pudriciones de tallo y tizón en las plántulas. *G. Zea* es más común en áreas frescas y humedad y produce un color rojizo y rosado de los granos infectados, comenzando con los de la punta de la mazorca. *G. fujikuroi* es conocida como la pudrición del grano por fusarium. Posiblemente es el patógeno más común de la mazorca del maíz a nivel mundial, tanto en ambientes húmedos y calientes, como ambientes secos. Los granos infectados desarrollan un moho algodonoso y pueden germinar estando aún en la mazorca (germinación prematura). Cuando la infección es tardía, los granos muestran rayas en el pericarpio. Estos hongos producen compuestos orgánicos tóxicos para mamíferos y aves.

Diplodia maydis, D. macrospora (Pudrición de la mazorca por Diplodia): En las zonas cálidas y húmedas se presenta como parte del complejo “pudrición de mazorcas”. El hongo invade la mazorca, produciendo áreas descoloridas en las brácteas, que se secan con el tiempo aún cuando la planta está todavía verde. Al descubrir la mazorca, ésta se nota con color amarillento claro y crecimiento algodonoso blanco entre los granos. Posteriormente se forman picnidios negros, que son la fuente del inóculo. En zonas frescas y húmedas se presentan como pudrición del tallo, en donde desarrollan una coloración café en el centro de los entrenudos inferiores. Las plantas se debilitan y quiebran fácilmente cuando hay lluvia y vientos fuertes. Se estima que la pérdida que causan estos hongos puede oscilar entre 14-80%. Como medida preventiva para disminuir la incidencia de estas enfermedades es utilizar semilla mejorada de genotipos que presenten tolerancia a este tipo de estrés.

Aspergillus spp. (Pudrición de la mazorca por Aspergillus): Esta enfermedad puede constituir un problema serio cuando las mazorcas infectadas son almacenadas con un alto contenido de humedad. Varias especies de *Aspergillus* pueden infectar al maíz en el campo. *A. niger* es la más común produciendo masas pulverulentas negras de esporas que cubren tanto los granos como el olote (raquis). En contraste, *A. glaucus*, *A. flavus* y *A. ochraceus* desarrollan normalmente masas de esporas amarillo-verdosas.

La mayoría de las especies de *Aspergillus* producen compuestos orgánicos llamados aflatoxinas, que son tóxicas a mamíferos y aves (Fuentes, 2005).

M. Requerimiento de agua

Principalmente se procura sembrar en épocas lluviosas, para que de esta manera la inversión por riego sea menor y se alcancen mayores utilidades. La disponibilidad de agua en cantidades adecuadas al requerimiento de la planta, posibilita que el cultivo pueda desarrollarse adecuadamente y que posibilite potenciar rendimiento (Fuentes, 2005).

La utilización del agua está en función del desarrollo fenológico de la planta y se correlaciona con otras variables muy importantes como lo es la capacidad de campo, evapotranspiración y temperatura. La cantidad de agua accesible al cultivo en un momento dado depende de la profundidad explorada por las raíces, de la cantidad de agua disponible hasta dicha profundidad y de la efectividad con que las raíces pueden extraer la humedad del suelo en los distintos niveles.

En general, el cultivo del maíz dispone de una fase crítica que demanda la mayor cantidad de agua. Este período ocurre durante la fase de pre y post floración. La limitación de agua en esta fase puede afectar negativamente al rendimiento debido al estrés que provoca en la fisiología de la planta. También la falta de agua en las etapas iniciales posterior a la siembra puede afectar significativamente la población de plantas, lo que causa la muerte de plántulas y por consiguiente pérdida de población que se reflejará en disminución del rendimiento (Lafitte, 1994).

Cuadro 6 Requerimiento hídrico (mm) del maíz.

Cultivo	Fase			Total (mm)
	Vegetativa	Floración	Reproductiva	
Maíz	300	200	200	700

Fuente: (Fuentes, 2005)

N. Influencia de la temperatura

El desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta de maíz en la zona tropical está muy relacionado con la altitud (msnm) en donde se encuentra la plantación. Dependiendo de la ubicación de la zona, esta manifestará diferente comportamiento relacionado a la temperatura ambiental. En Guatemala, la zona del trópico bajo presenta temperaturas promedio de 25 °C y que pueden manifestar extremos de 35-40 °C en ciertos períodos del año (Ripusudan L Paliwal. 2001).

I. 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 (Fuentes, 2005).

a. Nitrógeno (N)

El maíz absorbe la mayor parte del Nitrógeno en forma nítrica (NO_3), si bien, cuando la planta joven las raíces pueden tomar del suelo más rápidamente las formas amoniacales. Inicialmente la absorción del Nitrógeno por parte de las plantas se realiza de a un ritmo lento, pero cuando se aproxima el momento de la floración, la absorción de Nitrógeno crece rápidamente. Las deficiencias de este elemento se observan inicialmente como una clorosis marcada en las hojas más viejas de la planta y que se encuentran ubicadas debajo de la mazorca principal, si la deficiencia es severa las mismas llegan a cercarse prematuramente.

b. 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 Fósforo del suelo, compiten en desventaja con los microorganismos con los microorganismos. Una deficiencia de Fósforo en las etapas iniciales causará una formación deficiente de los órganos reproductores (Fuentes, 2005).

Este elemento contribuye en el metabolismo de la planta joven una mejor utilización del Nitrógeno. La cantidad de Fósforo extraída por las plantas en condiciones normales de cultivo se acerca a los 10 kg por tonelada de grano cosechada. La deficiencia de Fósforo en la planta, causa enrojecimiento de las hojas y produce mazorcas pequeñas, torcidas, falta de granos debido a que la deficiencia de Fósforo interfiere con la polinización y por consiguiente granos poco desarrollados.

c. 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 Potasio por la planta es algo superior a la del Nitrógeno. La mayor parte de todo el Potasio que necesita el maíz lo requiere en los primeros 80 días de la planta. No obstante, en el primer mes, la velocidad de absorción potásica es relativamente lenta.

Aunque el largo de la mazorca puede ser normal, los granos son pequeños y la punta de la mazorca es cónica, a veces faltan granos en la punta.

Inicialmente se debe disponer de un análisis del suelo para determinar el contenido de los principales nutrientes del terreno, con el cual se determina la fertilización. Para las condiciones del Trópico bajo de Guatemala por varios años se ha evaluado la respuesta del maíz a la fertilización con Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Azufre, resultando respuestas significativas únicamente al Nitrógeno. Al relacionar estos resultados con los análisis económicos, se recomienda la aplicación de 100 kg de Nitrógeno/ha, 40 kg de P_2O_5 /ha y 0 kg de K_2O /ha., que equivale a la utilización de 4.5 qq de 20-20-0 por manzana, distribuida en dos aplicaciones. Como primera aplicación, en los primeros 10 días después de la siembra y 1.5 qq de Urea al 46% a los 35 a 40 días después de la siembra la dosis sobrante. Estos niveles posibilitan maximizar los rendimientos del grano de maíz. (Fuentes, 2005).

Es importante indicar que las aplicaciones de los fertilizantes requieren que exista suficiente humedad en el suelo, para el transporte adecuado de los nutrientes.

O. Cosecha

Se cosechará cuando las vainas estén maduras y de color pardo amarillento, pero todavía no abierta, se realizará arrancando o cortando desde la base de la planta a los 85 días después de la siembra.

P. Post-cosecha

El éxito del almacenamiento depende del manejo que se le pueda dar al grano en la fase de campo. Es importante indicar que la cosecha del grano pueda realizarse dentro del período de madurez de la variedad en uso. Cualquier atraso en la cosecha aumenta la posibilidad de daño post-cosecha, debido a la infestación de insectos y hongos que dañan la calidad del grano. Una buena práctica de almacenamiento se inicia con la realización de la dobla y cosecha en el momento oportuno. Para la realización de esta actividad, se debe tomar en cuenta el ciclo del cultivo y se realiza la dobla al llegar la planta a su madurez o camagua. Esta fase se puede determinar realizando un muestreo del grano y cuando este al desgranarlo presenta la capa negra. La cosecha se realiza a los 30 días después de la dobla (Fuentes, 2005).

Es importante indicar que el adecuado secado del grano posibilita minimizar el problema de plagas y enfermedades en el almacenamiento. Se recomienda almacenar el grano con

humedad inferior al 15% y realizar aplicaciones preventivas de insecticidas, que posibilite el menor desarrollo de poblaciones de insectos. Se recomienda la aplicación del siguiente producto; Dieta tabletas: Se utiliza este producto en dosis de cuatro a seis tabletas por cada 20 quintales de maíz almacenado. Estas tabletas controlan escarabajos, gorgojos, palomillas (todos adultos) y no huevos, larvas o pupas de insectos. Es importante que el recipiente o silo en donde se almacena el producto permanezca cerrado. Revisar constantemente la presencia de estas plagas y reutilizar este producto si es necesario (Fuentes, 2005).

2.2.14 Cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Dentro del grupo de las leguminosas comestibles, el frijón (*Phaseolus vulgaris* L.), es de las más importantes debido a su amplia distribución en todo el mundo. El frijón es fuente de proteínas en la dieta los pobladores de la región de Centroamérica, en Guatemala no es la excepción y se tiene estimado que para el año 2,002, fueron producidas cerca de 100,000 toneladas métricas¹ de este grano (Rivas 2004, Informes sobre CAFTA).

Uno de los principales granos básicos que se producen en Guatemala, teniendo para el año 2,002, un área cultivada de 128,800 Has; con una producción de 94,680 Toneladas métricas y un rendimiento promedio nacional de 723.32 Kg./ha (Informes sobre CAFTA).

A. Clasificación taxonómica del frijol

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Fabales
Familia:	<i>Fabaceae</i>
Género:	<i>Phaseolus</i>
Especie:	<i>Phaseolus vulgaris</i> (Luz Eva, 2006)

¹ 1 tonelada métrica = 1000 Kilogramos

B. Descripción botánica

Hábito y forma de vida: Hierba de vida corta, enredada en forma de espiral en algún soporte, o erecta en forma de arbusto, con algunos pelillos.

Tamaño: De hasta 40 cm de alto los tipos arbustivos y de hasta 3 m de largo las enredaderas (Hanan 2009).

Hojas: En la base de las hojas sobre el tallo se presenta un par de hojillas (llamadas estípulas), Sus hojas son alternas, compuestas de tres folíolos, dos laterales y uno terminal, de forma y tamaño variables con pulviniolos y pulviniolos fotosensitivos. Las hojas pueden variar su estructura ligeramente de acuerdo con el medio ambiente donde crecen (Hanan 2009; Cujo 1989).

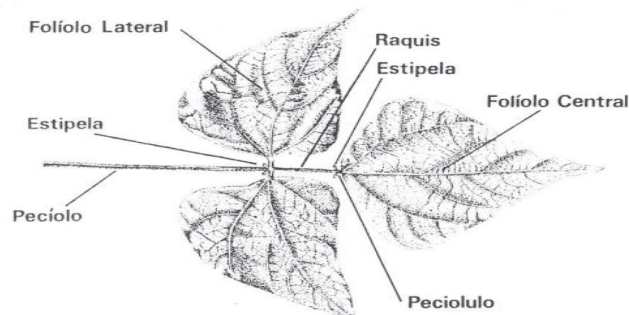


Figura 5 Forma de la hoja (Cujo 1989)

Tallos: Son delgados, débiles y angulosos y de sección cuadrangular, son órganos que parcialmente almacenan pequeñas cantidades de alimentos fotos sintetizadas los cuales más tarde son cedidos a las vainas (frutos) (Cujo P. 1989).

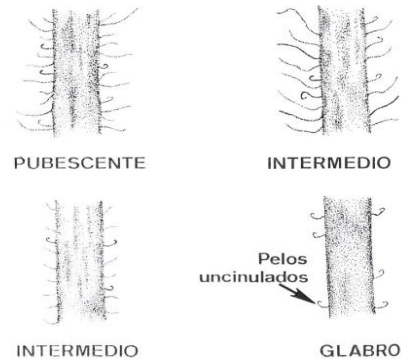


Figura 6 Formas de tallo (Cujo 1989)

Inflorescencia: Pocas flores dispuestas sobre pedúnculos más cortos que las hojas, ubicados en las axilas de las hojas; las flores acompañadas por brácteas estriadas.

Flores: El cáliz es un tubo campanulado que hacia el ápice se divide en 5 lóbulos, 2 de los cuales se encuentran parcialmente unidos; la corola rosa-púrpura a casi blanca, de 5 pétalos desiguales, el más externo es el más ancho y vistoso, llamado estandarte, en seguida se ubica un par de pétalos laterales similares entre sí, llamados alas.

Por último los dos más internos, también similares entre sí y generalmente fusionados forman la quilla que presenta el ápice largo y torcido en espiral y que envuelve a los estambres y al ovario; estambres 10, los filamentos de 9 de ellos están unidos y 1 libre; ovario angosto, con 1 estilo largo y delgado, con pelos hacia el ápice, terminado en un estigma pequeño.

Frutos y semillas: Legumbres lineares, de hasta 20 cm de largo, a veces cubiertos de pelillos; semillas globosas, de formas muy diversas, esféricas, redondas cilíndricos, etc.; Los colores pueden variar también, los granos están constituidos por dos cotiledones, formados de tejido parenquimatoso con alto contenido de almidón y proteína (Cujo P. 1989).

El sistema radical: Está compuesto de una raíz principal y muchas ramificaciones laterales dándole la forma de un cono; estas ramificaciones o raicillas son bastante superficiales. Puede haber emisiones de raíces adventicias promovidas en la sección baja del hipocotíleo. Como en todas las leguminosas, el frijol hace simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, formando nodulaciones de tamaños muy variados. Estas modulaciones reciben de la planta hidratos de carbono, pero tienen la propiedad de fijar el nitrógeno del aire del suelo, el cual es cedido en una buena proporción a la planta.

Una forma muy general de diferenciar las plantas de frijol es por su hábito de crecimiento, el cual puede ser: determinado (enano) las flores se encuentran en una inflorescencia terminal del tallo principal, característica que determina o finaliza el desarrollo de la planta; y arbustivo, e indeterminado, este generalmente se enrolla a un soporte, la floración es axilar y, por consiguiente, el crecimiento del tallo continúa en forma indeterminada (Cujo P. 1989).

C. Fenología de la planta del frijol

Las plantillas normalmente emergen dentro de una semana después de sembrar a una temperatura de la tierra de 16 °C; a bajas temperaturas, ellas pueden subir a 2 semanas. Dos tipos de crecimiento son distinguidos: determinante, en que el eje principal termina en una inflorescencia y no produce ningún nodo vegetativo después de florecer; e indeterminado. Determinante las plantas de frijol común tienen un eje central (el tallo principal) con 5-9 nodos y de dos a varias ramas que se levantan de los nodos más basales.

Tiempo a florecer varía por, temperatura y fotoperiodo, y normalmente es 28-42 días. La floración se completa en 5-6 días a los 20-25 °C en los genotipos arbustivos determinantes y en 15-30 días en los genotipos trepadores indeterminados. Las flores abren a la salida del sol y se marchitan al ocaso. Es usual la auto polinización; la frecuencia de polinización cruzada es baja. Dos tercios de las flores producidas pueden abortar y, bajas temperaturas o tensión de humedad, frutas jóvenes y semillas (Carrillo 2006).

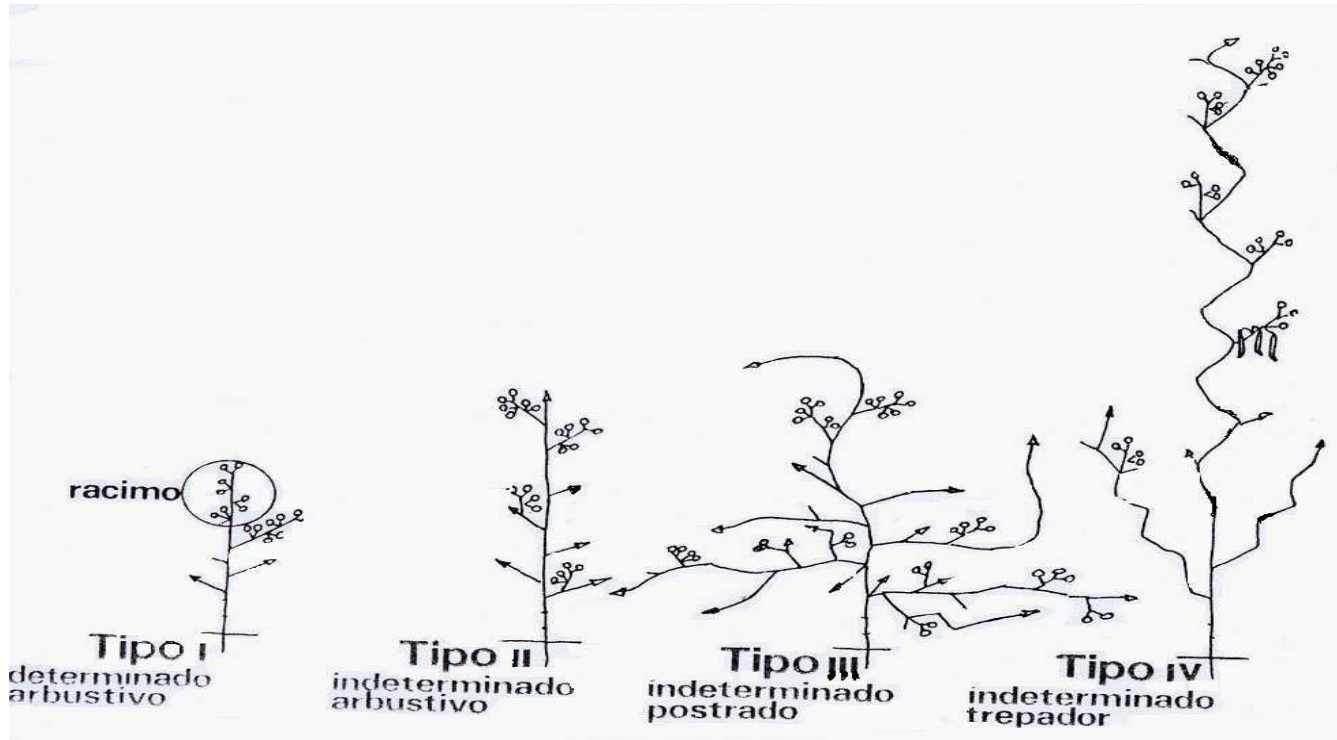


Figura 7 Tipos de crecimiento del frijol (Carrillo 2006)

El ciclo biológico de la planta de frijol se divide en dos fases sucesivas, como se observa en la siguiente figura: fase vegetativa y fase reproductiva del frijol.

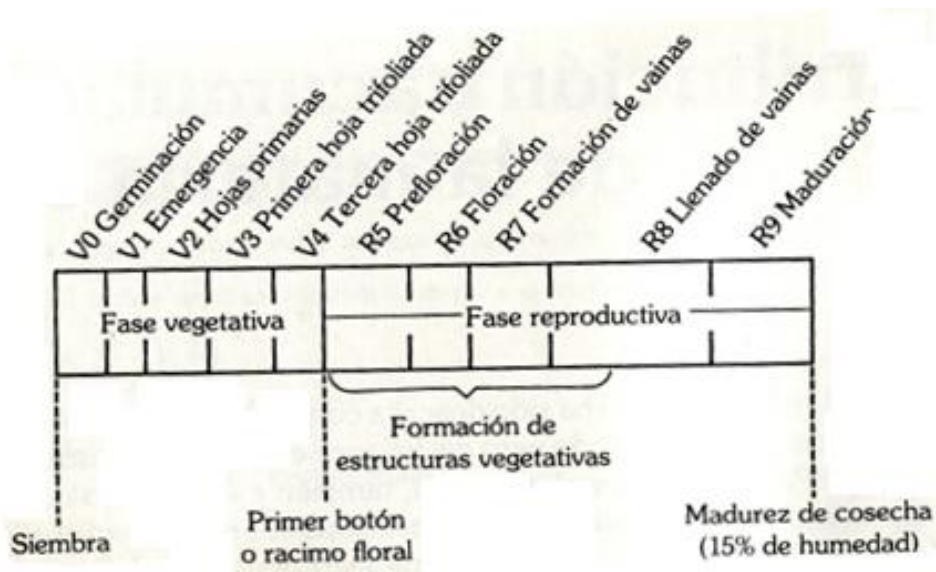


Figura 8 Fenología del cultivo de frijol (Fernandez 1983)

La fase vegetativa se inicia cuando se le brindan a las semillas las condiciones para iniciar la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales en las variedades de hábito de crecimiento determinado, o los primeros racimos en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado. En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva de la planta.

La fase reproductiva se encuentra comprendida entre el momento de la aparición de los botones florales o los racimos y la madurez de cosecha. Se necesita de un conocimiento de las etapas de crecimiento para mejorar las prácticas culturales y mejorar los rendimientos de los cultivos. Durante el ciclo biológico de la planta de frijol se han identificado diez etapas de desarrollo. En la fase vegetativa estas etapas son: germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada. En la fase reproductiva las etapas son prefloración, floración, formación de vainas, llenado de vainas y maduración (Fernandez 1983).

D. Preparación del terreno

El frijol debe sembrarse en suelos medianos y ligeros, con buen drenaje; los suelos arcillosos o con problemas fuertes de sales, no son propios para la siembra de este cultivo. Una preparación adecuada del terreno permite una buena cama de siembra, que facilita la emergencia, favorece el desarrollo vigoroso de las plantas y un mejor aprovechamiento del agua; por lo que es conveniente realizar las siguientes labores:

E. Cuadro o nivelación

Es muy importante para lograr una buena distribución del agua, evitando encharcamientos y partes altas donde no llegue la humedad suficiente para la planta. Puede realizarse con el freso o cuadro, trabajar de acuerdo a curvas a nivel.

F. Surcado

La dirección de los surcos se debe hacer en el sentido del trazo de las curvas a nivel, con esto se logra una mayor eficiencia en cuanto al aprovechamiento del agua. La separación de los surcos debe ser de 70 centímetros.

G. Época de siembra

El frijol requiere desde el inicio del ciclo hasta un mínimo de sesenta días después de la siembra de humedad adecuada en el suelo, para un buen crecimiento, desarrollo de la planta, formación y llenado del grano; a la vez requiere de un período seco o de poca precipitación al final del ciclo, para favorecer el proceso de maduración y cosecha. Por estas razones es importante sembrar a tiempo, para no carecer de humedad y para que la cosecha coincida con una estación seca favorable. Cuando se desea sembrar al final de la época de siembra recomendada, se sugiere el uso de variedades precoces o de ciclo corto.

En Guatemala, existen tres épocas de siembra: primera (mayo –junio), la segunda (agosto-septiembre) y con riego en el mes de febrero. Las mayores se realizan en la primera y la segunda.

H. Distancia de siembra

La distancia de siembra es de 45 cm. entre surco y 0.30 m entre planta, colocando de 2 a 3 semillas por postura.

I. Control de malezas

El frijol una planta poco competitiva. Se han observado reducciones en la cosecha hasta de 75% cuando no se han manejado las malezas durante todo el ciclo de cultivo. Los primeros treinta días de cultivo, deben mantenerse libre de malezas, ya que este es el período crítico en que las malezas causan un daño irreversible y por lo tanto pérdidas en el rendimiento (MAG 1991).

Existen varios métodos de combate de malezas: el mecánico, por medio de deshierbas manuales, mediante el uso de cultivadores tirados por tractor en siembras mecanizadas y el combate químico por medio de herbicidas, método que ha demostrado ser una alternativa eficaz, oportuna y económica (MAG 1991).

J. Plagas en cultivo de frijol.

a. Chiza, Mojojoy. *Phyllophaga obsoleta*, *ancognatha scarabaeoides*.

Es una larva que ataca las raíces causando retraso en el crecimiento y pérdida de plantas. Las poblaciones altas son de 5 a 6 larvas/m² en la época de llenado de vainas, producen severas reducciones en el rendimiento del frijol. La estrategia de control es a mediano y a largo plazo. El control biológico se puede realizar con el hongo *Metarrizhium anisopliae*, la bacteria *Bacillus popillae* o con el nemátodo *Steinernema carpocapsae*. El control químico insecticidas como el Furadan 3GR (Carbofuran) (20 a 30 kg/ha), o el Eltra 48 EC (Carbosulfan) (2.5 a 3 L/ha), reducen los daños por la chiza, cuando se aplica al surco al momento de la siembra. La aplicación de Profitox 80 SP (Triclorfon) (2.5 a 3 L/ha) al suelo cerca de la base de la planta.



Figura 9 Larvas de gallina ciega ((Tamayo 2001).

Falso Medidor, Pega. *Trichoplusia* sp. *Omiodes indicata*.

Es un gusano de color verde que posee una línea blanca o crema a cada lado del cuerpo. Al caminar sobre la hoja o tallos dobla la parte media del cuerpo, con lo cual semeja estar midiendo el trayecto. Generalmente perforan las hojas y se considera que sólo son importantes cuando producen defoliaciones superiores al 30% del tejido. El falso medidor y el pega tienen muchos enemigos naturales que mantienen las poblaciones a niveles muy bajos, una avispa conocida con el nombre de *Trichogramma* sp. Ataca los huevos de ambos (Tamayo 2001).

El control biológico como el Dipel 2X (*Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* 32000 unidades) (1.5 g/L).

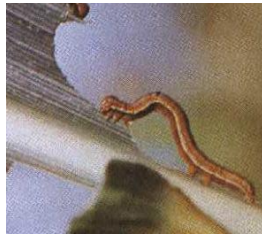


Figura 10 Falso medidor (Tamayo 2001).

Crissomélidos, Diabroticas, Cucarroncitos de las hojas. *Diabrotica balteata* *Cerotoma* sp.

Insectos que se reconocen por la variedad de sus colores. Comen hojas en los primeros estados de desarrollo del cultivo y transmiten enfermedades virales. En verano la población es mayor. Se justifica su control cuando se observen 4 adultos por planta. Se recomiendan insecticidas como el Roxion 40 EC (Dimetoato) (1 a 2 cc/L), el Basudin 600 EC (Diazinono) (1 cc/L) o el Sevin 80 WP (Carbaril) (3 g/L).



Figura 11 Crissomélidos (Tamayo 2001).

Mosca Blanca. *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*.

La mosca blanca es un insecto frecuente y abundante en épocas de sequía. Los adultos chupan la savia de las plantas. La mosca blanca que predomina en zonas cálidas transmite el virus del mosaico dorado. Los otros estados inmaduros también chupan la savia de la planta.

Cuando las poblaciones son abundantes se forma un moho oscuro llamado fumígena, que cubre la vaina o hoja, causando clorosis y caída de las hojas. La plaga posee enemigos naturales como avispas del género *Amitus* sp. En control químico la aplicación de Furadan 3 GR (Carbofuran) (20 a 30 kg/ha). Los insecticidas Epingle 10 EC (Piriproxifen) (0.6 a 0.7 cc/L) y Evisect S (Thiocyclam) (0.5 a 1.0 g/L) (Tamayo, 2001).



Figura 12 Mosca Blanca (Tamayo 2001).

K. Enfermedades del cultivo de frijol

- a. *Rhizoctonia solani* Kuhn (Hongo), pudrición de raíces, mal del talluelo. Pudrición del tallo.

Esta enfermedad puede causar pérdidas de un 50% en los rendimientos. Ataca raíces; las plantas afectadas son más pequeñas y están marchitas. En la raíz se notan pequeños puntos rojizos alargados, que con el tiempo crecen y pueden llegar a formar canchales rojizos, hundidos, oscuros (Figura 13). La raíz principal se deforma y se ven los tejidos internos. En casos muy severos, cerca de las plantas muertas se forman pequeñas estructuras redondas, negras, parecidas a granos de arena.



Figura 13 Pudrición de raíces (RED SICTA, s.f.)

Condiciones adecuadas para la enfermedad: Suelos húmedos y temperaturas medias (20-25 °C) favorecen la enfermedad. La planta puede ser atacada durante las primeras cuatro semanas. El hongo sobrevive en restos de cosechas anteriores, por lo que el daño aumenta cuando se cultiva frijol en el mismo sitio por varios años.

Manejo integrado: Usar semilla sana y nueva (preferiblemente certificada). Sembrar en lomillo alto, evitar suelos encharcados. No sembrar a profundidad mayor de 3 cm en suelos contaminados. Rotar con yuca, maíz, pastos. Trabajar con labranza mínima y usar coberturas (malezas quemadas, restos de caña de maíz, etc.). En suelos muy contaminados arar a 20 cm de profundidad. No hay variedades tolerantes a la enfermedad. Tratar la semilla con fungicida (benomil, carboxin, PCNB, Rizolex) (RED SICTA, s.f.).

Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli Kendrick & Snyder (Hongo), Amarillamiento, Amarillamiento de fusarium, marchitez de fusarium.

La reducción en la emergencia de plantas puede alcanzar el 15 %, y las pérdidas en rendimiento varían entre 10 y 50%. En el campo se observan plantas pequeñas y marchitas, con las hojas inferiores amarillentas, distribuidas en focos (Figura 3). La enfermedad causa una maduración temprana de la planta. Las raíces presentan color café rojizo a café oscuro. En un corte se observa el tejido interno de color café o rojizo oscuro. La base del tallo se puede cubrir con una felpa de color anaranjado claro o rosado (Fuentes, 2005).

Condiciones adecuadas para la enfermedad: Es frecuente en zonas húmedas y cálidas (20-28C), con suelos arcillosos o mal drenados. Las siembras continuas de frijol favorecen la presencia de la enfermedad. La planta es atacada en la segunda o tercera semana después de la siembra, pero los síntomas se observan cerca de la floración o el llenado de vainas. El hongo sobrevive en los restos de siembras anteriores.

Manejo integrado: Usar de semilla sana y nueva (preferiblemente certificada). Evitar siembras muy tupidas y en suelos con mucha humedad o mal drenados. Rotar con maíz, pastos, sorgo, millo por más de tres años. Actualmente no se cuenta con variedades de frijol tolerantes a la enfermedad. Tratar la semilla con fungicidas (benomil, carboxin, PCNB, tiram) (RED SICTA s.f.).



Figura 14 Amarillamiento de fusarium (RED SICTA s.f.).

Phaeoisariopsis griseola (Sacc.) Ferraris (Hongo) Mancha angular Importancia económica y síntomas

Causa pérdidas entre 40 y 80% en rendimiento. Los síntomas son más frecuentes en hojas y vainas, aunque también aparecen en tallos. En las hojas se observan pequeñas manchas de color gris o café, de forma cuadrada o triangular, con borde amarillento. Estas manchas crecen y se unen. Por debajo de la mancha en la hoja se observan pequeños bastoncitos grises (Figura 4). En plantas adultas ocurre amarillamiento y caída de las hojas inferiores. En las vainas se observan manchas café o rojizas circulares con un borde más oscuro (RED SICTA s.f.).

Condiciones adecuadas para la enfermedad: La mancha angular es común en regiones con temperaturas intermedias (18-28 °C), y períodos de lluvia alternados con días secos. La planta puede ser atacada desde dos semanas después de la siembra hasta el llenado de vaina (la enfermedad se nota más a partir de la sexta semana). La enfermedad se transmite por semilla. El hongo sobrevive en restos de cosechas anteriores y en el campo se disemina rápidamente por el viento.

Manejo integrado: Usar semilla sana y nueva. Eliminar del campo restos de cosechas anteriores muy afectadas. Rotar por un año con cualquier cultivo que no sea algún tipo de frijol. Las variedades comerciales actuales tienen resistencia baja o intermedia a la enfermedad. En casos de ataques anteriores severos aplicar fungicidas (azoxistrobina, benomil, carbendazim, epoxiconazol maneb, óxido de cobre) antes de la quinta semana de edad del cultivo (RED SICTA, s.f.).



Figura 15 Mancha angular (RED SICTA, s.f.).

Uromyces appendiculatus (Pers.) Unger (Hongo) Roya Herrumbre Importancia económica y síntomas

Las pérdidas en rendimiento están alrededor del 25%. En las hojas se observan puntos amarillentos que, después de cuatro días de su aparición, presentan en el centro un punto de color oscuro, que se abre y libera un polvo rojizo o color ladrillo, semejante a herrumbre. Estos puntos se distribuyen por toda la hoja; en algunos casos presentan borde amarillo (Figura 16). Cuando la planta se acerca a la madurez, los puntos rojizos se vuelven negros. Ataques muy severos pueden causar amarillamiento y caída de hojas (RED SICTA, s.f.).

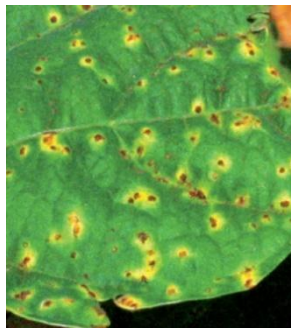


Figura 16 Roya (RED SICTA, s.f.).

Condiciones adecuadas para la enfermedad: Es favorecida en ambientes con temperaturas moderadas (17-27 °C), y lluvias frecuentes, o noches frescas con períodos prolongados de rocío durante prefloración y floración. La roya ataca desde la tercera semana después de la siembra hasta el llenado de vainas.

El hongo sobrevive en los restos de cosechas, tutores, plantas de frijol voluntarias, o malezas, desde donde se disemina muy rápidamente por el viento. No se transmite por semilla.

Manejo integrado: Rotar cultivos y eliminar restos de cosecha ayudan a reducir el ataque, pero no siempre es suficiente. No sembrar muy tupido. Hay variedades con resistencia intermedia pero no son estables en todos los países. Aplicar fungicidas (carboxin, clorotalonil, oxicarboxin, triadimefon) a partir de la tercera semana o antes de floración (RED SICTA, s.f.).

Mosaico dorado amarillo (BGYMV) (Virus) Mosaico dorado amarillo, mancha amarilla. Importancia económica y síntomas

Es la enfermedad viral más importante en Centroamérica; puede causar pérdidas entre 30 y 100% dependiendo de la edad de la planta y la población de mosca blanca. En el campo aparecen plantas amarillentas distribuidas al azar. En las hojas se observa un moteado de tonos amarillos hasta amarillo fuerte (Figura 17) con venas más blancas de lo normal. La hoja puede enrollarse hacia la parte inferior. Las vainas se deforman, producen semillas pequeñas, mal formadas y descoloridas (RED SICTA, s.f.).



Figura 17 Mosaico Dorda (RED SICTA, s.f.).

Condiciones adecuadas para la enfermedad: El mosaico dorado amarillo afecta siembras en zonas calientes (25-30 °C), bajo los 1.200 msnm. Las plantas son atacadas desde las dos semanas de la siembra y los síntomas empiezan a notarse tan solo cinco días después de la invasión de mosca blanca, el vector del virus. La enfermedad, además, se transmite mecánicamente pero no por semilla. Siembras vecinas de algodón, tabaco, tomate, frijol, o soya, aumentan la población de mosca blanca.

Manejo integrado: Sembrar frijol lejos de otros cultivos que son reservorios de mosca blanca (tomate). Controlar mosca blanca. Eliminar malezas o frijol voluntario que pueden conservar el virus. La mayoría de variedades mejoradas con tipo de grano para América Central tienen resistencia de moderada a alta (RED SICTA, s.f.).

L. Riego

El riego es una práctica indispensable para alcanzar altos rendimientos y mejorar la calidad del grano. Las leguminosas son cultivos sensibles al déficit como al exceso de agua. Se les debe aplicar entre 2 y 5 riegos, dependiendo de la textura del suelo:

Los suelos franco arenosos requieren más de 3 riegos.

Los suelos arcillosos entre 1 y 2 riegos.

Los riegos deben ser ligeros y frecuentes utilizando surcos, nunca se debe regar al pie de la planta para evitar compactación de la zona de la raíz.

Las etapas más sensibles al déficit de agua conocidas como etapas críticas; son las etapas de desarrollo vegetativo, prefloración y llenado de vainas (Carrillo R 2006).

M. Fertilización

Aplicar los nutrientes en las cantidades necesarias para un óptimo desarrollo del frijol, los elementos comúnmente empleados son nitrógeno, fósforo y potasio. Las dosis y la frecuencia de aplicación depende de, las etapas fenológicas de la planta, del tipo de suelo, del sistema de humedad que se maneje, de la composición de nutrientes disponibles y faltantes en el suelo, así como de la disponibilidad de recursos. La función de los elementos mayores en el frijol son los siguientes:

a. Nitrógeno (N)

Importante para la formación de sustancias albuminoides, imparte un desarrollo vigoroso. Por su condición de leguminosa, el frijol por sus nódulos nitrificantes, tiene la facultad de fijar nitrógeno y no necesita que se le suministre en gran cantidad.

Fósforo (P)

Influye en una mejor capacidad de aprovechamiento y asimilación, facilita el desarrollo radicular, influye en la floración y acelera la formación y maduración del grano.

Potasio (K)

Tiene influencia en los aumentos de la producción y ejerce una acción protectora contra ciertas enfermedades; facilita también el desarrollo de las bacterias benéficas radiculares (Bertsch 1995).

N. Cosecha

Se cosechará cuando las vainas estén maduras y de color pardo amarillento, pero todavía no abierta, se realizará arrancando o cortando desde la base de la planta a los 85 días después de la siembra (Carrillo 2006).

O. Post cosecha

a. Aporreo

Consiste en la extracción del grano de frijol de la vaina, se realizará metiendo ya sea la mata o la vaina a un costal y luego se le darán golpes hasta que suelte el grano la vaina.

Tamizado o limpia

Limpia del grano de frijol, esto se realiza pasando el grano por un tamiz, o poniendo un recipiente en el suelo y al soplar el viento se dejan caer los granos para que salga la basura.

Almacenamiento

Se requiere almacenar la semillas con bajos contenidos de humedad hasta un 20%, debe guardarse en recipientes como toneles o silos, en lugares adecuados, airados, con temperaturas medias, y sobre todo limpios; mantener los recipientes, no pegados a las paredes. (Carrillo 2006).

2.2.15 Costos de producción

Se realiza un análisis de los costos de producción que implica la siembra de una hectárea de asocio maíz-fríjol, se utilizaron precios de insumos que rigieron en el ciclo de los cultivos. Los costos de mano de obra e insumos, son un promedio de lo observado en la zona.

2.2.16 Análisis de suelo

Se recomienda previo a realizar la siembra la toma de una muestra de suelo que sea representativa del área en donde se realizará la siembra del asocio maíz-fríjol. El muestreo se realizará a una profundidad de 20 cm y en zigzag. (Bertsch 1995).

El muestreo debe de considerar condiciones homogéneas del terreno, si existen diferencias debido a textura, manejo con otros cultivos u otro tipo de diferencias es importante definir esa área por separado de las otras.

En cada área a muestrear deben de considerarse varias sub-muestras (5-10) y a partir de estas submuestras conformar una muestra compuesta. Inmediatamente de realizar el muestreo del suelo, conducir la muestra al laboratorio de suelo para el análisis respectivo. Los resultados del análisis de laboratorio permitirán planificar las fertilizaciones y ser más eficientes en el uso (Bertsch 1995).

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la materia orgánica, en el suelo y en la producción de grano y biomasa, en maíz (*Zea mays* L.) asociados a dos materiales de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); bajo el método biointensivo.

2.3.2 Objetivos específicos

1. Describir el efecto que produce la aplicación de la materia orgánica (broza de bosque latifoliado) en las características químicas del suelo, bajo el método biointensivo.
2. Cuantificar el rendimiento de la producción de grano de maíz local para cada asocio, de los dos materiales de frijol en kilogramos/10m², bajo el efecto tres niveles de aplicación de materia orgánica (broza del bosque).
3. Estimar la producción de biomasa en cada uno de los socios maíz-fríjol en kilogramos/10m², bajo el efecto de tres niveles de materia orgánica aplicada (broza del bosque).

2.4 Metodología

2.4.1 Lugar

El experimento se realizó en la asociación Ak'Tenamit en la aldea Barra Lámpara Livingston, Izabal; se identificó inicialmente el área en donde se realizaban las actividades agrícolas y seguidamente se estableció el lugar en donde se llevó a cabo el experimento. El análisis se realizó en los laboratorio análisis de suelo, planta y agua “Salvador Castillo Orellana” de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.4.2 Descripción del efecto de la materia orgánica (broza de bosque) en el suelo, bajo el método biointensivo

A. Muestreo de suelo

Con la finalidad de poder conocer las características del suelo y la disponibilidad de nutrientes en las etapas pre-siembra y post-cosecha, y así determinar el aporte de la broza aplicada al suelo, se realizó un muestreo aleatorio de diferentes áreas representativas para obtener la muestra del suelo 30 días antes la siembra y 10 días después de la cosecha. Las muestras fueron tomadas a una profundidad de 0-30cm.

B. Factores a evaluar

Asocios: Dos materiales de frijol (*P. vulgaris* L.), asociados a maíz local.

Cantidades de materia orgánica: 0 kg (Testigo), 28.6 kg y 124 kg en 10m².

C. Materiales que conforman los socios

Maíz local de la Asociación Ak'Tenamit, Livingston Izabal, color del grano blanco.

Frijol común: (*P. vulgaris*). (F1) Hábito de crecimiento indeterminado, color rojo con procedencia de Alotenango Sacatepéquez.

Frijol común: (*P. vulgaris*) (F2) hábito de crecimiento indeterminado, color negro, de buen rendimiento con procedencia de Alotenango Sacatepéquez

D. Definición de las cantidades de materia orgánica

- Cama sin aplicación de materia orgánica (Testigo).
- Cama con 28.6 kg/10m² o 28.6 toneladas/ha de materia orgánica en base seca (broza del bosque al 56% de humedad) (Cantidad que la cama es capaz de producir no conteniendo humedad) según John Javos en cuanto a experimentos realizados por el mismo.
- Cama con 124 kg/10m² o 124 toneladas/ha de materia orgánica en base seca, (Cantidad que el cultivo demanda calculado con lo que aportaba una composta sin estiércol). Dicho dato fue obtenido del cálculo de la cantidad de nutrientes que demanda la planta, menos lo que aportaba el suelo, entre porcentaje de eficiencia de cada nutriente.

E. Tratamientos

Tratamientos	
Factor A:	Factor B:
Materiales de Frijol, asociados a Maíz local.	Niveles de materia orgánica Kg/10m ² .
<i>p. vulgares</i> Rojo/Maíz local	Testigo
	28.6
	124
<i>p. vulgares</i> Negro/Maíz local	Testigo
	28.6
	124

Fuentes: Elaboración propia.

A continuación se presenta un cuadro que muestra el arreglo experimental de los tratamientos y repeticiones en el espacio.

Cuadro 7 Distribución aleatoria de los tratamientos en el campo.

Tratamiento	Bloques		
	I	II	III
Ubicación			
T1	5	4	5
T2	6	5	3
T3	2	1	4
T4	1	3	1
T5	3	6	2
T6	4	2	6

Fuente: Elaboración propia.



Fuente de variación pendiente.

F. Diseño experimental

Para la evaluación del rendimiento de producción de grano según el método biointensivo en los diferentes tratamientos, por el efecto de los socios de frijol y los tres niveles de aplicación de material orgánica, se utilizó un modelo bifactorial en un diseño bloques al azar, 6 tratamientos y 3 repeticiones, teniendo así un total de 18 unidades experimentales, en la que cada una consta de 3m² con 15 posturas de maíz, así también de frijol, con un total de 30 plantas, con el fin de tener a lo sumo una planta por postura. Sembrando 2 gramos de maíz por postura a cada 45cm. y 2 gramos de frijol al pie de la planta de maíz; teniendo así una densidad de maíz y frijol de 99 plantas por parcela y 79,200 plantas por hectárea.

G. Diseño estadístico.

Para la fase de producción de grano y biomasa, se utilizará un diseño de bloques al azar, con arreglo bifactorial. Fuente de variación a bloquear la pendiente.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_i + \varphi_k + (\alpha\varphi)_{jk} + \xi_{ijk}$$

Y_{ijk} = variable de respuesta

μ = media general del experimento

α_j = Efecto del i-ésimo material del factor A

β_i = Efecto de la j-ésimo nivel del factor B

φ_k = Efecto del k-ésimo bloque

$(\alpha\varphi)_{jk}$ = Efecto de la interacción del frijol y nivel de material orgánica

ξ_{ijk} = Error experimental

H. Unidad experimental

Cada unidad experimental, consiste en 15 posturas de maíz y 15 posturas de frijol. Cuenta con un área de 3m^2 . De 2.3m de largo por 1.3m de ancho

I. Unidad de muestreo

La unidad de muestreo está determinada de la siguiente manera, quitando el efecto de borde quedan sujetas a evaluación 6 posturas de maíz, y 6 posturas de frijol

J. Trabajo de Campo

a. Análisis previo del suelo y de la materia orgánica

Se realizó un análisis previo a la preparación de terreno con el fin de conocer las características del suelo sin la aplicación de broza, además así poder considerar los requerimientos de fertilizante en cuanto a lo que el cultivo requiere y el suelo aporta.

b. Preparación del terreno

En el área en donde se estableció el experimento, se instalaron 12 camas de doble excavación en las que se remueven 60 cm de tierra, con un área 10m^2 de 1.3m de ancho y 7m de largo; divididas en tres partes, lo cual se efectuará manualmente.

c. Selección de semillas

Consistió en seleccionar solo las semillas en buen estado eliminando frutos dañados y cualquier basurita, una vez separadas lavar las semillas con agua pura y listas para sembrarlas.

d. Siembra:

La siembra de maíz y frijol se realizó simultáneamente, sembrando 2 semillas de maíz por postura a cada 0.45cm y cuando este manifestó la primera floración se incorporaron 2 semillas de frijol al de la planta de maíz. Con una densidad de 33 plantas por unidad experimental.

e. Fertilización:

Esta labor tiene como finalidad aumentar la capacidad productiva del suelo, para proporcionar los nutrientes a las plantas. Que en este caso se abonó con materia orgánica (broza del bosque latifoliado), para lo cual se utilizaron dos dosis diferentes, mencionadas anteriormente.

f. Control de malezas:

El control de malezas en cada cama se realizó de forma manual, haciendo dos limpiezas durante todo el ciclo del cultivo, ya que como se utilizó la metodología de la doble excavación dio ventaja a que no creciera mucha maleza.

g. Control de plagas y enfermedades

El control de plagas y enfermedades se realizó aplicando productos agrícolas que se podían conseguir en la zona como ceniza y arena para *Sopodoptera fugiperda*, pero en algunos casos se aplicó VPN para el gusano y MET- Forte para gallina ciega, de lo cual se puede obtener más información en el cuadro 20.

h. Cosecha:

Se realizó en cada unidad experimental en forma manual, recolectando todas las plantas (arrancadas), posteriormente se colocaron sobre nylon (plásticos), o costales en donde se procedió a secar todo el material colectado (hojas, tallos, raíces, vainas etc.) al sol y en horno en el laboratorio de fisiología de la facultad de Agronomía USAC, y se procedió a pesar, utilizando balanzas de a libra, anotando el peso correspondiente de cada parcela por unidad experimental.

i. Análisis de suelo post-cosecha

Se realizó un análisis post-cosecha de suelo, con el fin de conocer que los efectos de la aplicación de la materia orgánica (broza del bosque), bajo los parámetros del método biointensivo.

K. Variable de respuesta para la producción de granos

Días a la floración masculina: Se contaron desde la siembra hasta cuando por lo menos 3 posturas (6 plantas), presentaron flores en anthesis, dentro de cada unidad de muestreo.

Días a la floración femenina: Se calcularon cuando por lo menos 3 posturas (6 plantas) mostraron flores con encima de pistilos dentro de cada unidad de muestreo.

Días a Cosecha: Cuando toda la población presentó mazorcas por debajo del 15% Humedad.

Cantidad de mazorcas: se realizó el conteo en 4 plantas representativas de la unidad de muestreo, a la hora de la cosecha.

Peso de 100 granos: se obtuvo una muestra para secar a 60C, durante 24 horas, seguidamente se procedió a pesarlo en una balanza analítica.

L. Variables para la producción de biomasa:

Estimación de producción de biomasa: después de la cosecha se tomó toda la biomasa producida de maíz y frijol en 3m^2 , a la cual se le determinó el porcentaje de humedad y en peso en base seca. Para secar las muestras se utilizaron los hornos de los laboratorios de fisiología de la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.4.3 Análisis de la información

A. Análisis Rendimiento experimental en kg/ha

Al experimento en general se le realizó un análisis de varianza, con la finalidad de determinar si existían diferencias significativas, entre los tratamientos, determinándose por medio de la regla de decisión si el valor de la p-valor en los tratamientos es menor a 0.05, entonces existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Cuando se encontró significancia, se hizo necesario realizar la comparación múltiple de medias utilizando la prueba Tukey, con el fin de encontrar el, o los mejores tratamientos. Para dicho análisis se utilizó el programa Infostat (software estadístico) a su mejor comprensión, se presentan y se discuten cada una de las salidas y resultados, obtenidos, A demás se elaboraron cuadros y gráficos para facilitar la interpretación, el análisis y la discusión de los mismos.

B. Análisis del Comportamiento de la Interacción de los dos materiales de frijol, en las dos dosis de abono más el testigo. En cuanto a la producción de maíz local

Se realizó un análisis de comparación de rendimientos en $\text{kg}/10\text{m}^2$ entre las dos dosis de abono aplicado más el testigo, con la finalidad de conocer el comportamiento de los dos socios en estudio y su interacción, se analizaron los datos de rendimiento promedio en $\text{kg}/10\text{m}^2$. Utilizando el programa Infostat se realizó un análisis de serie de experimentos, también el comportamiento, lo cual se presenta en la sección de Resultados y discusión.

2.4.4 Manejo del experimento

Cuadro 8 Manejo del experimento

Localidad	Barra lámpara Livingston, Izabal
Encargado.	Epesista de la FAUSAC
Actividad	Metodología de la actividad
Preparación del terreno	Elaboración de las camas de doble excavación. En donde se remueven 60cm de suelo. Empezando por los primeros 30cm y los otros 30cm se voltean.
Siembra	Al estar listas las camas, se colocaron guías con rafia, delimitando camas de 10m ² , se realizó la siembra a cada 45cm al tresbolillo, con dos semillas de maíz y frijol. Con una densidad de 100 plantas en 10m ² .
Fertilización	Se realizó al momento de la preparación del terreno se aplicaron dos dosis, una con la cantidad que una cama es capas de producir y la otra dosis es la cantidad que el cultivo requiere.
Control de malezas	Las mismas se realizaron, de forma manual, utilizando un par de guantes para realizar un par de limpieas, ya que por la misma preparación del terreno cuando se realizó el volteo.
Control de plagas y enfermedades	Para evitar el control sobre todo de plagas se realizaron dos aplicaciones de Metarizium MET-Forte (Aplicado para <i>phyllophaga</i> sp. durante la siembra), y VPN Virus de la Poliedrosis Nuclear para <i>Sopodoptera fugiperda</i>
Cosecha	La cosecha se realizó cortando toda el área de las unidades experimentales, colocándolo en costales y en nylons para ser secados en los laboratorios de la FAUSAC.

2.4.5 Descripción de los métodos locales de siembra del cultivo del maíz, dentro de la Institución en la aldea Barra Lámpara

Cuadro 9 Métodos locales del cultivo de maíz

Localidad	Barra lámpara Livingston, Izabal
Encargado.	Epesista de la FAUSAC
Actividad	Metodología de la actividad
Preparación del terreno	Elaboración de las camas de doble excavación. En donde se remueven 60cm de suelo. Empezando por los primeros 30cm y los otros 30cm se voltean.
Siembra	Al estar listas las camas, se colocaron guías con rafia, delimitando camas de 10m ² , se realizó la siembra a cada 45cm al tresbolillo, con dos semillas de maíz y frijol. Con una densidad de 100 plantas en 10m ² .
Fertilización	Se realizó al momento de la preparación del terreno se aplicaron dos dosis, una con la cantidad que una cama es capas de producir y la otra dosis es la cantidad que el cultivo requiere.
Control de malezas	Las mismas se realizaron, de forma manual, utilizando un par de guantes para realizar un par de limpieas, ya que por la misma preparación del terreno cuando se realizó el volteo.
Control de plagas y enfermedades	Para evitar el control sobre todo de plagas se realizaron dos aplicaciones de Metarizium MET-Forte (Aplicado para <i>phyllophaga</i> sp. durante la siembra), y VPN Virus de la Poliedrosis Nuclear para <i>Sopodoptera fugiperda</i>
Cosecha	La cosecha se realizó cortando toda el área de las unidades experimentales, colocándolo en costales y en nylons para ser secados en los laboratorios de la FAUSAC.

2.4.6 Descripción de los métodos locales de siembra del cultivo del maíz, dentro de la Institución en la aldea Barra Lámpara.

Cuadro 10 Manejo del cultivo dentro de la institución

Localidad	Barra lámpara Livingston, Izabal
Nombre del Encargado.	Profesores encargados
Actividad	Forma en que se realizan las actividades agrícolas
Preparación del terreno	Se prepara el suelo, removiendo con azadón y machete, incorporando todas las malezas presentes en el área del estudio,
Siembra	Se realizan dejando distanciamientos de 0.40 a 0.5 metros entre surcos y 0.20 metros entre plantas, colocando de 2 a 3 granos de semilla por postura, intercalados por gandul.
Fertilización	Ninguno.
Control de malezas	Generalmente se realizan 2 limpiezas a lo largo de todo el ciclo del cultivo, una inicial antes de la siembra y otra al final para la cosecha.
Control de plagas y enfermedades	Ninguno.
Cosecha	Se dobla la planta, y se procede a recolectar las mazorcas, el cual puede ser llevado en costales o en nylons.

2.5 Resultados y Discusión

2.5.1 Análisis de suelo y materia orgánica previo al establecimiento del experimento

Cuadro 11 Análisis químico del suelo utilizado para el presente estudio, la muestra provino del área agrícola dentro de la Asociación Ak'Tenamit', Livingston, Izabal.

Identificación	pH	Porcentaje		Meq/100gr		ppm				%MO
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	
Rango Medio		12 a 16	120-150	6 a 8	1,5-2,5	2,0-4,0	4,0-6,0	10,0-15	10,0-16	
Ak'Tenamit	6.5	3.13	60	14.04	1.44	0.5	1	11	10	2.57

Fuente: Laboratorio "Salvador Castillo Orellana", FAUSAC, 2010

El suelo tiene un pH 6.5 que es considerado como ligeramente ácido, sin embargo, no representa un problema de acidez ya que es un pH es muy superior a 5.5, el cual es el umbral inferior del valor pH en suelos. El suelo analizado presentó niveles de Calcio (Ca), Hierro (Fe), Manganeso (Mn) adecuados, mientras que el Fósforo (P), Potasio (K), Magnesio (Mg), Cobre (Cu), Zinc (Zn) se encontraron moderadamente bajos. El contenido de materia orgánica se considera adecuado, ya que en el caso de un suelo ideal se espera tener un porcentaje aproximado de 5%, pero un porcentaje de 2.57 se encuentra entre el promedio de los suelos en Guatemala.

Cuadro 12 Análisis de la materia orgánica utilizada en la investigación.

Identificación	pH	%				Ppm					%		C:N
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	C.O	NT	
Broza de bosque	5.7	0.07	0.07	1.31	0.1	5	15	950	125	300	27.52	1.16	23.7:1

Fuente: Laboratorio "Salvador Castillo Orellana", FAUSAC, 2010

El pH 5.7 de la broza del bosque es muy cercano a 5.5 sin embargo esto no se atribuye a la presencia de acidez intercambiable, sino a los ácidos de la abundante materia orgánica. Los elementos deficientes son el Fósforo (P), Potasio (K), Magnesio (Mg), dentro de los elementos mayores, y Cobre (Cu). Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn) son bajos a excepción del Calcio (Ca), esto es debido a que como se encuentra en un lugar donde hay abundante roca caliza por lo tanto el calcio es abundante tanto en la broza como en el suelo. En cuanto a la relación C:N 23.7:1 se encuentra en una relación adecuada ya que el rango está entre 20:1 a 30:1; y el contenido de nitrógeno total (NT) es adecuado, ya que si se compara con el contenido de Nitrógeno total de una composta este rango se mantiene en 1.1%.

2.5.2 Análisis químico del suero bajo el efecto de la aplicación de materia orgánica (broza del bosque).

A continuación se presentan los resultados del análisis de laboratorio de macro y micronutrientes, pH y porcentaje de materia orgánica, después de la aplicación de la materia orgánica.

Cuadro 13 Resultados del análisis químico del suelo bajo el efecto de la aplicación de la materia orgánica.

Identificación	pH	Porcentaje		Meq/100gr		ppm				% Materia Orgánica
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	
Rango Medio		12 a 16	120-150	6 a 8	1,5-2,5	2,0-4,0	4,0-6,0	10,0-15	10,0-16	
Ak'Tenamit	5.8	4.23	80	17.2	3.14	0.1	1.5	4	16.5	6.71

Fuente: Laboratorio "Salvador Castillo Orellana", FAUSAC, 2011

En el cuadro 13 se observa que el suelo tiene un pH de 5.8, el cual bajo de 6.5 poniéndose ligeramente ácido esto debido a la aplicación de la materia orgánica y como se puede observar el porcentaje de materia orgánica aumento de 2.57 a 6.71; esto porque la materia orgánica fue aplicada en crudo y cuando esta se humifica y pasa soluble en forma de ácido húmico y ácido fúlvico. Los niveles de Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), aumentaron por la aplicación de la materia orgánica.

Para poder tener una mejor visualización de los datos se resumen los resultados en el cuadro 14 y se obtiene el porcentaje en que aumentan o disminuyen los diferentes elementos del suelo, el cual se presenta a continuación.

Cuadro 14 Resumen de los análisis de suelos.

Analito		Pre	Post	Porcentaje (%)
P	%	3.13	4.23	35.14
K	%	60	80	33.33
Ca	Meq/100gr	14	17.16	22.22
Mg	Meq/100gr	1.44	3.14	118.06
Cu	ppm	0.5	0.1	-80
Zn	ppm	1	1.5	50
Fe	ppm	11	4	-63.64
Mn	ppm	10	16.5	65
MO%	%	2.57	6.71	161.09

Fuente: Laboratorio "Salvador Castillo Orellana", FAUSAC, 2011

2.5.3 Rendimiento experimental observado en kg/10m².

El cultivo de maíz en cada una de las cantidades de materia orgánica aplicada (broza del bosque latifoliado), evaluado en dicho experimento, expresó diferentes rendimientos en kg/10m², para cada uno de los tratamientos en estudio, es de mencionar que la semilla tanto de frijol como maíz utilizada eran nativas. A continuación se presentan los resultados de campo obtenidos en los distintos tratamientos que son dos materiales de frijol con tres dosis de materia orgánica, dando como resultado 6 tratamientos con tres repeticiones asiendo un total de 18 unidades experimentales. Dicho rendimiento se obtuvo mediante el peso de 100 granos a un 15% de humedad.

Cuadro 15 Análisis de covarianza para el rendimiento en grano de maíz, por kg/10m².

F.V.	SC	GI	CM	F	Valor p
Modelo	1.19	7	0.17	5258.42	<0.0001
Repetición	2.40E-03	2	1.20E-03	37.57	<0.0001
Frijol	0.3	1	0.3	9351.9	<0.0001
Abono	0.26	2	0.13	4027.82	<0.0001
Frijol*Abono	0.63	2	0.31	9663.13	<0.0001
Error	3.20E-04	10	3.20E-05		
Total	1.19	17			

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 15, Se puede observar el resumen del análisis de varianza, en donde el valor-p (probabilidad) para los tratamientos que en este caso son los socios maíz-frijol es de 0.0001, lo que indica que este valor es menor a 0.05 de significancia, con el cual se realizó la prueba detectando con esto que si hay diferencias significativas, entre los tratamientos estudiados, también se puede argumentar con esta información que uno de los 6 tratamientos en estudió presento mayor rendimiento en grano de maíz, expresado en kg/10m², con lo cual se rechaza la hipótesis que indica que todos los tratamientos se comportaran de manera similar. Ya que cada uno presenta diferencias significativas.

Para establecer qué tipo de frijol ya sea rojo o negro en asocio al maíz y la dosis de materia orgánica (broza de bosque Latifoliado), contribuyo a un mayor rendimiento en grano de maíz, se realizó para ello una prueba de comparación múltiple de medias por el criterio de Tukey al 0.05 de significancia, esta prueba detecta cuál de los tratamientos están provocando las diferencias, Tukey demuestra resultados más detallados y discrimina con mayor facilidad entre los tratamientos, este tiene la limitante para ser exactos, que todos los tratamientos debieran tener el mismo número de repeticiones, pues en este caso se cuenta con todas las unidades experimentales.

Los resultados obtenidos en la salida del programa INFOSTAT (Software Estadístico), se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 16 Prueba de Tukey para la producción de grano de maíz local asociado a frijol bajo el efecto de tres dosis de Materia Orgánica.

Frijol	Abono	Medias	n	Comparadores					
Rojo	0	0.37	3	A					
Rojo	124	0.59	3		B				
Negro	28.6	0.74	3			C			
Negro	0	0.86	3				D		
Rojo	28.6	1	3					E	
Negro	124	1.15	3						F

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 16, correspondiente al análisis de comparación de medias por el criterio de Tukey al 0.05 de significancias, se puede observar que se presentan 6 tipos de comportamiento, ya que encontramos 6 grupos del A al F, en donde los tratamiento que mejores resultados presentaron estadísticamente, en lo que se refiere a rendimiento de grano en $\text{kg}/10\text{m}^2$, son el asocio de frijol negro con $124 \text{ kg}/10\text{m}^2$ de materia orgánica (broza de bosque Latifoliado), ya que este presento un rendimiento de $1.15 \text{ kg}/10\text{m}^2$, el siguiente tiene un rendimiento de $1 \text{ kg}/10\text{m}^2$, respectivamente sobre el resto, de los otros tratamientos hasta llegar al tratamiento de menos producción, de frijol rojo sin abono con una media de $0.37 \text{ kg}/10\text{m}^2$, en total todo el experimento presento un comportamiento de producción media de $0.79 \text{ kg}/10\text{m}^2$.

Dado los resultados obtenidos se puede decir que en el experimento se esperaba tener un comportamiento exponencial de rendimiento en cuanto a las cantidades de materia orgánica (broza de bosque Latifoliado) aplicadas, que a los tratamientos a los que no se les aplicó la materia orgánica (broza de bosque Latifoliado), tuvieron menores rendimientos que a los que sí se les aplicó.

Pero se obtuvo un comportamiento no muy lógico y al analizar por qué se obtuvieron estos resultados, se encontró que en base a las condiciones de desarrollo del cultivo en la zona, no se puede decir que el frijol rojo se portó mejor que el negro o visersa, ya que el número de plantas obtenidas en cada una de las unidades experimentales no fueron representativas, esto gracias a diversos factores de los cuales se puede mencionar, época de siembra inadecuada, disponibilidad de agua y luz lo cual provocó plantas poco desarrolladas con déficit nutricional y susceptibles a plagas y enfermedades; a pesar que se le aplicó la dosis de materia orgánica que requería el cultivo, pero habría que pensar la mineralización de la misma no fue adecuada o apta para el cultivo, ya que la disponibilidad de estos nutrientes pudieron no haber estado disponibles en las cantidades ni el momento en que la planta los necesitaba.

Dicho desarrollo fue notable en el crecimiento de mazorca y número de mazorcas por planta, así como también el llenado de granos de las mismas, entre otros. Al evaluar cuál fuera el resultado si se hubiera contado con el número de plantas suficiente, se encontró que las medias presentan valores de $5.13 \text{ kg}/10\text{m}^2$, tratamiento sin abono y con mayor rendimiento $7.26 \text{ kg}/10\text{m}^2$, en los casos de los tratamientos con abono dichas medias son las esperadas según el método biointensivo de Jonh Jeavons, 2002 en su libro cultive biointensivamente, las medias esperadas de maíz están entre 5 a $7 \text{ kg}/10\text{m}^2$, esto quiere decir que si se hubiese logrado mayor sobrevivencia de plantas, en otras palabras que si se hubiesen tenido mayor número de plantas vivas el rendimiento se encontraría entre el promedio.

Ya viéndolo desde este punto de vista el rendimiento obtenido no esta tan fuera de foco el problema es que el número de plantas por tratamiento fue el mínimo, ósea el porcentaje de sobrevivencia fue muy baja; por lo que habría que cambiar el manejo para un próximo experimento.

2.5.4 Rendimiento experimental de producción de biomasa kg/10m²:

El asocios de frijol sobre el maíz local en cada una de las cantidades aplicadas de materia orgánica (broza del bosque), expresó diferentes rendimiento en cuanto a producción de biomasa kg/10m² para cada uno de los tratamientos en estudio (dos materiales de frijol asociados al maíz local), con diferentes dosis de materia orgánica (testigo y dos aplicaciones de materia orgánica), se comportaron de manera diferente. Para la recolección de datos por unidad experimental, en la cosecha se utilizaron nylon para coleccionar las plantas de cada parcela según el tratamiento y repetición a la que correspondían, seguido se procedió a pesarlas en húmedo para luego secarlas en horno a 60°C dentro de los laboratorios de fisiología de la Facultad de Agronomía, por un periodo de un día, así pesarlas en seco y obtener un porcentaje de humedad.

Los resultados del peso de biomasa, se muestran en el cuadro 17, las que representan a cada uno de los materiales evaluados, se resume el análisis de varianza realizado a cada tratamiento, con la finalidad de conocer el comportamiento y la existencia de diferencias significativos entre tratamientos, en lo referente al rendimiento de la biomasa.

Cuadro 17 Análisis de varianza de producción de biomasa en kg/10m².

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	5.16	7	0.74	108.84	<0.0001
Repetición	2.6E-03	2	1.3E-03	0.19	0.8260
Frijol	0.93	1	0.93	137.69	<0.0001
Abono	3.62	2	1.81	267.17	<0.0001
Frijol*Abono	0.61	2	0.30	44.75	<0.0001
Error	0.07	10	0.01		
Total	5.22	17			

En el cuadro 17 se puede observar, el resumen del análisis de varianza, el cual permitió determinar que el p-valor (probabilidad) para los 6 tratamientos en cuanto a los dos factores y la interacción de los mismos. Para el caso del factor A (frijol) con un p-valor de 0.0001, siendo este menor al 0.05 de significancia con lo que se realizó la prueba, evidenciando diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, al igual que el abono y la interacción de frijol y abono; expresados en kg/10m². Ya que cada uno es altamente significativo por lo que se comportan de manera diferente, con el fin de tener una mejor visualización de comportamiento de dichos tratamientos se realizó para ello una prueba o comparación múltiple de medias por el criterio de "Tukey" al 0.05 de significancia, esta prueba detecta cuál o cuáles de los tratamientos están provocando diferencias.

Tukey demuestra resultados más detallados y discrimina con mayor facilidad entre los tratamientos, ésta tiene la limitante para ser exactos, que todos los tratamientos debieran tener el mismo número de repeticiones.

En cuadro 18, se utilizó como variable la biomasa total producida en 10m² con 6 tratamientos y tres repeticiones teniendo así 18 datos unidades experimentales en total con un coeficiente de variación de 0.98.

Cuadro 18 Prueba Tukey para la producción de biomasa en kg/10m².

Frijol	Abono	Medias	Comparadores de tukey			
Rojo	0.00	0.41	A			
Negro	0.00	0.57	A			
Rojo	28.60	0.78		B		
Negro	28.60	1.01			D	
Rojo	124.00	1.09			D	
Negro	124.00	2.06				E

La prueba por el criterio de Tukey al 0.05 de significancia, presenta que para las medias de la interacción de los dos factores, los cuales dan como resultado seis tratamiento se encontraron cuatro grupos en donde, los tratamientos de frijol rojo y negro sin abono pertenecen a un mismo grupo siendo estos de menor producción con 0.41 y 0.57 kg/10m², seguido del tratamiento de frijol rojo con 28.6 kg/10m² de materia orgánica, con una media de 0.78 kg/10m² y los tratamientos con cantidades mayores a 1 kg/10m².

Se encontraron los tratamiento de frijol negro con 28.6 kg/10m² de materia orgánica, y frijol rojo con 124 kg/10m² de materia orgánica, dentro de un mismo grupo sienta este el segundo de mayor producción con medias de 1.01 y 1.09 kg/10m² y el de mayor rendimiento el tratamiento de frijol negro con 124 kg/10m² de materia orgánica presenta una media de 2.06 kg/10m². Al analizar los dos materiales de frijol evaluados en el ensayo en cuanto a la producción de biomasa se comportaron de manera variable; más sin embargo es notorio que en cuanto amentaba el abono así aumento la producción de biomasa además de que se presento mayor sobrevivencia de plantas.

El frijol rojo se vio influenciado este produjo más área foliar además este material presentó mayor agresividad en crecimiento sin embargo, fue afectado por plagas al igual que el frijol

negro. Pero a pesar de estas condiciones la producción de biomasa es baja, ya que según John Jeovans, 2002 su libro cultive biointensivamente, cita que en una cama de 10 m² se produce 13.5 kg, el no haber llegado a tener una producción similar se le atribuye al manejo agronómico en el que no se logro controlar las plagas, y el cultivo no se encontró con las condiciones adecuadas de agua y luz, haciendo las plantas más vulnerables.

Se realizó un análisis considerando que tuvieran las 50 plantas en los 10 m² y los resultados presentaron medias de 4.09 kg, para los tratamientos sin abono, 7.50 kg para los tratamientos de 28.6 kg/10m², y 13.15 kg, para los tratamientos de 126 kg/10m², lo cual se encuentra dentro del rango del promedio esperado según los datos de John Jeavons antes mencionados, en el que al que se le aplico la mayor cantidad de materia orgánica llego al promedio.

Pero lamentablemente en este caso en máximo de sobrevivencia que representa 50 plantas/10m², no se obtuvo, el máximo de sobrevivencia fue de 12 plantas/10m², de lo cual se puede mencionar que como las plantas no tuvieron las condiciones adecuadas para su desarrollo, el cual apporto a la proliferación de plagas y enfermedades a las mismas el porcentaje de sobrevivencia fue muy bajo.

Entre las presenciadas se pueden mencionar en el caso de maíz hubo presencia de *Atta mexicana* un típico desfoliado que acabada con las hojas reduciendo así el área foliar y por ende la biomasa; para el frijol se tuvo problemas con *Diabrotica cerotoma sp.* La mayor parte del daño que este causa es en estado de plántula, ya que el insecto consume un alto porcentaje de follaje; por lo que todo esto contribuyo a la reducción de la biomasa obtenida.

El ataque fuerte de plagas obtenido fue porque no se consideró las fechas de siembra de los campesinos creando así un oasis de plagas en dicho en ensayo, la época de siembra fue definida de manera que el ensayo quedará dentro del periodo de EPSA, sembrando a

finales de noviembre el cual también influyo en el desarrollo de la planta ya que la época de floración se encuentra entre los meses de marzo y abril con temperaturas altas el cual limito la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo.

El experimento no tuvo resultados favorables, ya que como se está hablando de agricultura orgánica esta necesita tiempo para establecer un balance entre el sistema con maleza, plagas y enfermedades, como era el primer ensayo, se tuvieron poblaciones altas que no se lograron controlar, con el manejo agronómico realizado, y por ende un bajo número de plantas, otro factor que influyo en la proliferación de plagas y enfermedades fue la falta de agua que por lo mismo el flujo de nutrientes no fue el adecuado, la falta de luz, provocando una baja tasa fotosintética, menor metabolismo, menor desarrollo, mas susceptibilidad de las plantas al ataque de plagas y enfermedades. Es importante mencionar que los insectos (plagas), tiene su instinto por color olor y percepción

2.6 Costos del asocio maíz –frijol

Cuadro 19 Costos de producción 10m²

Rubros	Unidad Medida	Cantidad 10m ²	en	Precio Unitario	Costo Total
A. Mano de Obra					
Costos Directos					
1. Preparación del terreno					
Limpia del área	Jornal	0,1		Q50	Q5
Delimitación de las parcelas	Jornal	0,1		Q50	Q5
Preparación de las camas	Jornal	0,5		Q50	Q25
2. Labores culturales					
Siembra	Jornal	0,3		Q50	Q15
Limpias	Jornal	0,2		Q50	Q10
Control plagas	Jornal	2		Q50	Q100
3. Cosecha					
Arrancado	Jornal	0,5		Q50	Q25
Ensacado	Jornal	0,1		Q50	Q5
B. Maquinaria Agrícola					
Machete	Unidad	1		Q30	Q30
Pala	Unidad	1		Q40	Q40
Piocha	Unidad	1		Q55	Q55
Rastrillo	Unidad	1		Q35	Q35
Rafia	Metros	20		Q4	Q80
C. Insumos					
1. Semilla					
Semilla de Maíz	Libra	1		Q 2,5	Q 2,5
Semilla de Frijol	Libra	1		Q5	Q5
2. Abono					
Broza de bosque	kg	124		Q 0,8	Q100
3. Pesticidas					
VPN	kg	0,2		Q120	Q24
MET	kg	0,2		Q150	Q30
6. Otros					
Traslado de insumos	Jornal	1		Q50	Q50
Sub total de costos					Q642
Otros costos 4%					Q26
Total					Q668

2.7 Conclusiones

1. El efecto que produjo la aplicación de la materia orgánica al suelo consistió en el aumento algunos nutrientes, en el caso del Fósforo y Potasio aumentaron un 30% su disponibilidad; mientras que el Calcio aumentó un 22%, según análisis de laboratorio. Debido a que la aplicación se realizó en base al método biointensivo mejoro la estructura del suelo, dejando un suelo más airado y más profundo con mayor porcentaje de materia orgánica en el suelo el cual aumentó de 2.57 a 6.71%; por ende el pH del suelo cambió de 6.5 a 5.7 por el mismo incremento de la materia orgánica.
2. Las dosis de materia orgánica evaluadas presentaron diferentes efectos sobre la producción de grano y biomasa de maíz local asociado a frijol. La que presentó menor rendimiento en cuanto la producción de grano y biomasa, fue la aplicación de 28.6 kg/10m² (lo que la cama era capaz de producir), obteniéndose un rendimiento estimado para 50 plantas de 5.13 kg/10m² de grano y 7.5 kg/10m² de biomasa. La dosis con mayor rendimiento es de 124 kg/10m² (cantidad que el cultivo demanda), estimando que se tuvieran 50 plantas por cama los resultados obtenidos fueron los esperados con un promedio de 7 kg/10m² de grano y 13 kg/10m² de biomasa. Sin embargo no se puede emitir un juicio y decir que uno se porto mejor que el otro, ya que las condiciones de desarrollo del cultivo no fueron las adecuadas.

2.8 Recomendaciones

1. En base a los resultados obtenidos del experimento en cuanto la aplicación del método biointensivo se puede decir que es un método que se adapta en esta zona, se recomienda considerar las épocas de siembra y la disponibilidad de agua para el cultivo.
2. Para la introducción del método biointensivo se recomienda utilizar abono orgánico ya tratado y aplicar la dosis que demanda el cultivo, con la finalidad de tener mejores resultados.
3. Para conocer en qué momento es equivalente aplicar la cantidad de abono que la cama produce, se recomienda seguir con los ensayos en la misma área por unos cinco años consecutivos.
4. Divulgar la información generada en esta investigación, a fin de que esté disponible para el uso del agricultor de la zona y de los alumnos en la institución en donde se desarrolló el estudio.

2.9 Bibliografía

1. Amador, M. 2002. La situación de la producción orgánica en Centro América. *In* Taller de comercialización de productos orgánicos en Centro América. San José, Costa Rica, IICA. p. 24-29.
2. Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 157 p.
3. Cárdenas, J. 2006. Caracterización de sistemas de producción de maíz (*Zea mays*) en el municipio de Colotenango, Huehuetenango, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 69 p.
4. Carrillo, A. 1997. Evaluación, de tres asociados de brócoli (*Brassica oleracea* L. var *Itálica* Plenck), con maíz (*Zea mays* L.) frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y zanahoria (*Daucus corata* L.) y efecto sobre las poblaciones de (*Plutella xylostella* (L.) maculipennis (Curtis)), en Santa Rosa de Lima, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 88 p.
5. Carrillo, R. 2006. Evaluación de seis materiales de frijol (*P. vulgaris* L.) bajo manejo tradicional en tres localidades diferentes, Santa María Ixhuatán, Santa Rosa Quezada y Moyuta, Jutiapa Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 69 p.
6. Collado, C. 1982. Evaluación de rendimiento y adaptación de híbridos y variedades de maíz en los municipios de Nueva Concepción y Tiquisate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, FAUSAC. 44 p.
7. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT). 1999. Mapa zona de vida de Guatemala, según Holdridge, a escala 1:1,000,000 Guatemala.
8. _____. 2003. Registro del biotopo para la protección del manatí, Chocón Machacas. Guatemala. 15 p.
9. _____. 2004. Plan maestro 2005-2010 parque nacional Río Dulce. Guatemala. 161 p.
10. _____. 2008. Guatemala y su biodiversidad: un enfoque histórico, cultural, biológico y económico (en línea). Guatemala. Consultado 21 jul 2010. Disponible en <http://www.chmguatemala.gob.gt/informacion/libro-biodiversidad-de-guatemala>
11. Cujo, P. 1989. Compendio de agronomía tropical. San José, Costa Rica. IICA. 693p.
12. Cruz, J.R De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basado en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR, 42p.

13. Demarest, AA. 2004. Ancient Maya: the rise and fall of a rainforest civilization. 3 ed. Guatemala, Cambridge University Press. 373 p.
14. DIA (Dirección de Información Agraria, PE). s.f. Costos de producción/ha (en línea). Perú, Ministerio de Agricultura. Consultado 23 set 2010. Disponible en http://www.agroarequipa.gob.pe/documentos/costos_produccion/items/frijol.pdf
15. DIGEBOS (Dirección General de Bosques, GT). 1992. Zonificación de uso y manejo de los recursos naturales del área protegida Río Dulce. Guatemala. 27 p.
16. Econoagro, AR. 2007. Agricultura: maíz ciclo ontogénico & períodos críticos (en línea). Argentina, FAUBA. Consultado 11 nov 2010 Disponible en <http://www.econoagro.com/verArticulo.php?contenidoID=152>
17. FAO, CR. 2003. Manejo de proyectos de alimentación y nutrición en comunidades. Guatemala. 250 p.
18. FAO, IT. 2008. Boletín junio 2008 (en línea). Ed. por Martínez, E. Guatemala. Consultado 2 ago 2010. Disponible desde <http://www.rlc.fao.org/es/paises/pdf/gua0608.pdf>
19. _____. 2009. Monitoreo sobre la reserva, precio y mercado del maíz y frijol con familias de las comunidades donde se ejecutan los proyectos apoyados por FAO-Guatemala (en línea). Roma, Italia. Consultado 10 set 2009. Disponible en http://coin.fao.org/cms/media/3/12614173566420/monitoreo_15_de_agosto_09.pdf
20. Fassbender, H. 1984. Química de suelos. San José, Costa Rica, IICA. 398p.
21. Fernández, F; Gepts, P; López, M. 1983. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común. Cali, Colombia, CIAT. 26 p.
22. Fuentes López, MR; Ortega Aparicio, A; Vivero Pol, JL. 2005. Maíz para Guatemala: propuesta para la reactivación de la cadena agroalimentaria del maíz blanco y amarillo. Guatemala. s.p.
23. Gonzales, L. 2008. Evaluación de la diversidad genética en una colección de germoplasma de frijol común (*Phaseolus vulgaris*). Graduación Ing. Agr. Colombia, Universidad de Javeriana. 130 p.
24. Hanan Alipi, AM; Mondragón Pichardo, J; Vibrans, H. 2009. *Phaseolus vulgaris* L. frijol Silvestre (en línea). México, CONABIO. Consultado 20 jul 2010. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/phaseolusvulgaris/fichas/ficha.htm>

25. Hart, RD. 1980. Agroecosistemas conceptos básicos. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 211 p.
26. ICTA (Instituto Ciencia de Tecnología Agrícolas, GT). 2001. ICTA ligero, nueva variedad de frijol negro precoz y resistente a mosaico dorado (en línea). Guatemala, ICTA. Consultado 20 jul 2010. Disponible en http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom_/g_basicos/ICTALigero.pdf
27. _____. s.f. Informe técnico subprograma de maíz. Guatemala. 116 p.
28. IICA, NI. 2008. Guía de exportación de frijol negro en Guatemala (en línea). Managua, Nicaragua. Consultado 1 nov 2010. Disponible en http://www.infoagro.net/infotec/redsicta/newsletter/PDF/Guia_Frijol_Negro_Guatemala.pdf
29. INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, PE). s.f. Manual del participante producción del frijol (en línea). El Salvador. Consultado 10 oct 2010. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/SIT/consPR/adjuntos/2129.pdf>
30. IPNI (International Plant Nutrition Institute, US). 2001. Estadísticas históricas de producción de granos básicos 2010 (en línea). Guatemala. Consultado 1 nov 2010. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/mexnca.nsf/\\$webindex/201B374A9AD8AC3306256AE9005C64BE?opendocument&navigator=](http://www.ipni.net/ppiweb/mexnca.nsf/$webindex/201B374A9AD8AC3306256AE9005C64BE?opendocument&navigator=)
31. Jeavons, J. 2002. Cultivo biointensivo de alimentos: más alimentos menos espacio. 6 ed. US, Ecology Action of the MID-Peninsula. 267 p.
32. Jugenheimer, R; Laffitte, H. 1990. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical: guía de variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción. México, Limusa. 834 p.
33. Kass, D. 2007 Fertilidad de suelos. Costa Rica, EUNED. 272 p.
34. Luz, E. 2006. El uso del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) como planta medicinal. Tesina Diplomado. México, Tlahui-Educa, Medicina Tradicional de México y sus Plantas Medicinales. 12 p.
35. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR). 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas en Costa Rica (en línea). Costa Rica. Consultado 13 ene 2011. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_frijol.pdf.
36. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Oficina de Políticas y Estrategias, SV). s.f. Informes sobre CAFTA: fríjol (en línea). El Salvador. Consultado 5 mar 2011. Disponible en www.agronegocios.gob.sv/tlc/news/docs/frijol.pdf

37. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 1998. Producción y comercialización de los granos básicos: situación actual y estrategia futura. Guatemala. 42 p.
38. Maldonado, R. 2008. Red de turismo comunitario de América latina (en línea). Guatemala. Consultado 2 ago 2010. Disponible en <http://www.redturs.org/nuevaes/articulo.php>
39. Nations, JD; Nigh, RB. 1980. The evolutionary potencial of Lacandon Maya sustained-yield tropical forest agriculture. *Journal of Antrhopological Research* 36(1):1-33.
40. Nigh, R. 1980. El ambiente nutricional de los grupos mayas de Chiapas, en América indígena. *Agriculture for the Reforestati6n of Degraded Tropical Rainforests, Chiapas, México*. p. 40-51.
41. _____. 1995. Evolutionary ecology of Maya agriculture in high land Chiapas. Tesis PhD. US, Stanford University, Departamento de Antropología. 222 p.
42. Nigh, R; Nations, J. 1983. La agro silvicultura tropical de los lacandones en civilizaci6n: configuraciones de la diversidad. México, CADAL / CEESTEM. v. 1, p. 341-371.
43. Paliwal, RL. 2001. El maíz en los tr6picos, mejoramiento y producci6n. Roma, Italia, FAO. 376 p.
44. PROFRIJOL (Programa de Frijol, GT). 2001. Los granos b6sicos en Centro Am6rica. Guatemala. s.p.
45. RED SICTA (ICTA, Red de Innovaci6n Agrícola, GT). s.f. Guía de identificaci6n y manejo integrado de enfermedades del frijol en Am6rica Central (en línea). Costa Rica, IICA. Consultado 21 jul 2010. Disponible en: http://www.infoagro.net/infotec/redsicta/PDF_Files/Enfermedades_Frijol.pdf
46. Ripusudan, L. 2001. El maíz en los tr6picos: mejoramiento y producci6n (en línea). Roma, Italia, FAO. Consultado 10 jun 2011. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/X7650S00.HTM>
47. Rivas, J. 2004. Evaluaci6n de 8 líneas avanzadas de frijol com6n (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos localidades de El Progreso, Guatemala (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 119 p. Consultado 12 oct 2010. Disponible en http://biblioteca.usac-edu-gt/tesis/01/01_2096.pdf
48. Sain, G. 1995. Taller de productividad y conservaci6n de los recursos en la agricultura de laderas. San Salvador, El Salvador, IICA. 94 p.

49. Sánchez, H. 2009. Planificación de uso de la tierra, aldea Barra Lámpara Livingston, Izabal. Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 73 p.
50. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1000 p.
51. Soto, G. 2001. Agricultura orgánica, génesis, fundamentos y situación actual de la agricultura orgánica (en línea). Costa Rica, CATIE. Consultado 2 ago 2010. Disponible en <http://web.catie.ac.cr/informacion/rmip/rev62/101-105.pdf>.
52. Tamayo, M; Londoño, Z. 2001. Manejo integrado de enfermedades y plagas del frijol (en línea). Rio Negro, Antioquia, Colombia, CORPOICA. Consultado 20 jul 2010. Disponible en http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20integrado%20de%20plagas%20y%20enfermedades%20en%20frijol.pdf
53. Tobías, H; Lira, E. 2000. Primera clasificación taxonómica de los suelos de la república de Guatemala, a escala 1:250,000. Guatemala. MAGA, PAFG, INAB. 48 p.
54. Universidad Rafael Landívar, GT. 2004. Perfil ambiental de Guatemala: informe sobre el estado del ambiente y bases para la evaluación sistemática. Guatemala. 433 p.
55. Valle, La Del. 1999. Guatemala: marco cuantitativo de la agricultura guatemalteca (1950-1999). Guatemala, IICA. s.p.

CAPÍTULO III

INFORME DE SERVICIOS

**PRESTADOS A LA ASOCIACIÓN AK'TENAMIT', ALDEA BARRA LAMPARA,
LIVINGSTON, IZABAL.**

3.1 Servicio 1 Capacitaciones sobre el Método Biointensivo

3.1.1 General

- Enseñar a los estudiantes de nivel básico el método biointensivo de la asociación Ak'Tenamit'.

3.1.2 Específicos

- Dar conocer el proceso de preparación del suelo a los estudiantes de básico de la Asociación Ak'Tenamit'.
- Evaluar la realización de Compostas
- Llevar a cabo la siembra cercana y el trasplante.
- Capacitar sobre Asocio de cultivos.

3.1.3 Metodología

A. Capacitación sobre el proceso de preparación del suelo

Etapa I:

La primera etapa consistió en el desarrollo de una conferencia acerca de la importancia del suelo, sus componentes y su conservación a los alumnos del primero básico, utilizando material ilustrativo. En dicha reunión se impartió el siguiente tema preparación del suelo.

Etapa II:

En esta etapa se realizaron demostraciones de campo para la implementación del método de la doble excavación y la incorporación de abono orgánico.

Etapa III:

Para iniciar con esta etapa se hizo una exposición acerca de los componentes vitales del suelo, la proporción de cada uno e importancia de la estructura del suelo.

Etapa IV:

Esta etapa consistió en demostraciones de campo para dar a conocer sobre los componentes del suelo.

B. Capacitación sobre la realización de Compostas

Etapa I:

La primera etapa consistió en el desarrollo de una conferencia acerca de la importancia del abono orgánico, con el fin que toda la materia orgánica recolectada pueda ser utilizada para la realización de las aboneras. Se trabajó con el grado de primero básico, utilizando los materiales necesarios, para dicha reunión se impartieron los siguientes temas, “Qué es una composta”, “Qué materiales podemos utilizar para realizar una composta” y “Cuál es el proceso que se debe realizar para obtener una buena composta”.

Etapas II:

En ésta siguiente etapa se realizó una demostración de campo para la elaboración de la composta, utilizando los materiales disponibles dentro de la institución, como tierra negra, broza del bosque, hojas secas, cenizas de leña, etc; a la vez se distribuyó a los estudiantes en grupos de 5, para la elaboración de aboneras a nivel básico, por medio del siguiente proceso:

Primero: Ubicar y limpiar el área en donde se establecieron las aboneras.

Segundo: Establecer las dimensiones de la abonera, que éstas fueron 1.5m de ancho por 1m de largo.

Tercero: Remover la tierra con piocha en los primeros 30cms, como si fuera una simple excavación.

Cuarto: Colocar una capa seca de 10 centímetros, lo que equivale a un cuarto de cubeta de 20 litros.

Quinto: Agregar una capa de vegetación verde, hojas y brozas verde o desperdicios, 6 centímetros o 2 cubetas de 20 litros.

Sexto: Poner una capa de suelo de 2cm o solo una cubeta de 20 litros.

Séptimo: Posteriormente se alternan las capas de materia verde, materia seca, y suelo hasta llegar a una altura poco más de un metro.

Octavo: Regar durante cinco minutos, con el fin de que esté remojado.

Etapa III:

Para ésta etapa se incluye el mantenimiento de la abonera, monitoreo de temperatura con un machete y humedad con el puño.

Etapa IV:

Esta última consistió en la aplicación del abono, la cual se realizó incorporando una medida de una cubeta de 20 litros por cada zanja de 30 centímetros abierta a la hora de la elaboración de la cama.

C. Capacitación siembra cercana y el trasplante**Etapa I**

Esta etapa consistió en el desarrollo de una conferencia acerca de la importancia de la semilla, utilizando material ilustrativo. En dicha reunión se impartió los siguientes temas “La siembra cercana, siembra directa, siembra en almácigo y el trasplante”

Etapa II En ésta etapa se trabajó dentro del área del las aulas, en donde se llevó acabo la realización de almácigos de 10 semillas diferentes con el fin de conocer cada uno de ellos.

Etapa III: Está última etapa consistió en la elaboración de un informe con los datos de germinación de cada semilla, elaborados por los diferentes grupos de estudiantes.

D. Capacitar sobre Asocio de cultivos.**Etapa I:**

Está primera etapa consistió en el desarrollo de una exposición acerca de la importancia de los socios y sus precauciones, utilizando material necesario. Posteriormente se impartió el tema Asociación de cultivos.

Etapa II

Durante esta etapa se trabajó en el área de agricultura cerca del internado, en donde se realizaron demostraciones y ensayos de maíz (*Zea mays*) y camote (*ipomea*).

3.1.4 Resultados

A. Capacitación sobre el proceso de preparación del suelo.

Por medio de las conferencias y demostraciones de campo se logró capacitar a los tres grados de nivel básico.

La capacitación impartida a los estudiantes se presenta en lo siguiente:

El suelo es el elemento fundamental para los seres vivos y el planeta, por lo que es necesario cuidarlo, abonarlo y mantenerlo. Con una buena preparación del suelo y un buen aprovechamiento podemos cuidarlo. El suelo debe tener abundante vida y restos orgánicos. En el suelo debe existir, aire, agua, materia orgánica y minerales. Si se consideran estos componentes y se aplican principios del método biointensivo favorecemos la vida en el suelo y restituiremos su fertilidad.

B. Método biointensivo:

Es un tipo de agricultura viable para la producción orgánica de alimentos, que no emplea maquinaria ni químicos. El método replica a la naturaleza, lo que implica que siempre se debe mantener cultivando, las plantas deben colocarse juntas para que se cubran, protejan y se den sombra, favorecer la retención de agua en el suelo y que no crezca maleza.

C. Preparación del suelo:

Este es el primero de uno de los más importantes principios del método de cultivo biointensivo, permite que entre aire al suelo y se retenga más agua para las plantas, la doble excavación nos ayuda a que cada cama sea enorme y esponjoso pastel viviente.

Para preparar bien el terreno, es decir crear las condiciones necesarias para que el esfuerzo sea menor, se debe desarrollar de la siguiente manera:

- Se debe delimitar el área de trabajo, que tiene las siguientes dimensiones, 7 metros de largo por 1.5 metros de ancho, esto con el fin de obtener un área de 10 m².
- Si el suelo está seco y es muy arcilloso, es recomendable regarlo por media hora por la tarde durante tres días, después de trazar bien la cama.
- Posteriormente se rehierva y con el biello si se cuenta con ello, si no con la ayuda de una piocha, se remueven los primeros 30 centímetros de suelo.
- Dependiendo de las condiciones del suelo se debe incorporar a la cama las siguientes cantidades de composta:

Buen suelo 6 cubetas de 20 litros

Muy pobre, no tiene materia orgánica y es muy arenoso o arcilloso 12 cubetas de 20 litros.

- Se riega la cama y se deja reposar por un día.



Figura 18 Preparación del suelo.

En condiciones favorables, las raíces de los cultivos penetran en el suelo en busca de nutrientes a profundidades no conocidas por el común de los agricultores, por ejemplo: para el cultivo de maíz la profundidad que alcanzan las raíces es de 1.20 metros.

La maquinaria y las herramientas agrícolas penetran el suelo 30 cm en promedio, profundidad insuficiente si consideramos las cifras anteriores.

El método Biointensivo prefiere el cultivo en “camas” de 1.20 a 1.50 m de ancho por 6.0 a 6.5 m de largo y 60 cm de profundidad. (Jeavons 2002).

Para la cama de doble excavación necesitamos una pala recta, el biello o la piocha, un rastrillo, el cultivador largo y una tabla. Debemos seguir los siguientes pasos:

- Cavar en un lado de la cama una zanja de 30 centímetros de profundidad y 40 centímetros de ancho, la tierra se saca y se coloca cerca para luego ser utilizada.

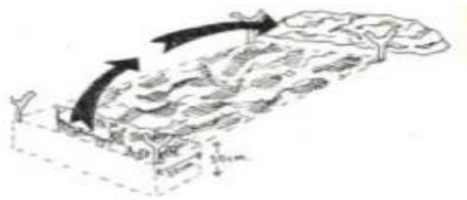


Figura 19 Volteo del suelo.

- Aflojar la tierra del fondo con el biello o la piocha los siguientes 30 centímetros de profundidad.

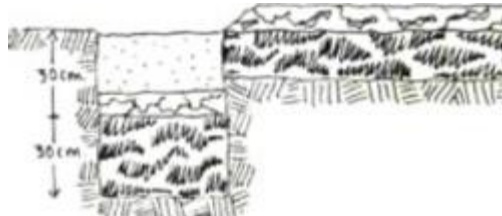


Figura 20 Profundidad de la cama.

- Si es la primera vez que se realiza la cama de doble excavación de debe incorporar materia orgánica al fondo en cada zanja, agregar una capa de 4 centímetros.
- En los siguientes 30 o 40 centímetros excavar otra zanja y con la tierra de esta segunda zanja tapar la primera.



Figura 21 Metodología del volteo.

- En la segunda zanja aflojar el fondo con el biello y agregar composta o materia orgánica, repetirlos cada uno de los paso sucesivamente.
- Utilizar la tierra que se saco de la primera zanja para la composta o rellenar la última zanja.



Figura 22 Perfil de la cama.

- Nivelar la cama con un rastrillo.
- Esparcir sobre la superficie 6 cubetas de 20 litros de composta.
- Incorporar la composta con el biello o rastrillo.
- La cama esta lista para sembrar o trasplantar.
- Si la cama no se usará el mismo día se recomienda taparla.

D. Capacitar sobre la realización de Compostas

La composta: Producto de descomposición controlada de los desperdicios orgánicos, es el abono orgánico por excelencia, la solución y el secreto para tener un huerto saludable y productivo. La composta Biointensiva es una manera de imitar la manera en la naturaleza fertiliza los bosques y los campos, imagínese cuando caen las hojas de los árboles, una ramita seca, insectos, los cadáveres de pequeñas aves y otros animales, el viento los cubre con polvo, la lluvia provee la humedad y así en un círculo continuo e interminable de auto fertilización, solo roto por el hombre.

Las ventajas de la composta son muchas, pero las principales que se derivan de su uso continuo son:

- Mejora la estructura del suelo.
- Retiene la humedad.
- Limita la erosión.
- Contiene micro y macro nutrientes.
- Estabiliza el pH del suelo.
- Neutraliza las toxinas del suelo
- Sus ácidos disuelven los minerales del suelo haciéndolos disponibles.
- Propicia, alimenta y sostiene la vida microbiana.
- No contamina ni el suelo, ni el aire, ni el agua, ni los cultivos.
- Fomenta la agregación de los suelos arenosos y reduce la compactación de suelos arcillosos.

Para hacer composta se necesitan básicamente cuatro elementos: nitrógeno, (materia verde) carbón (materia seca), agua y suelo.

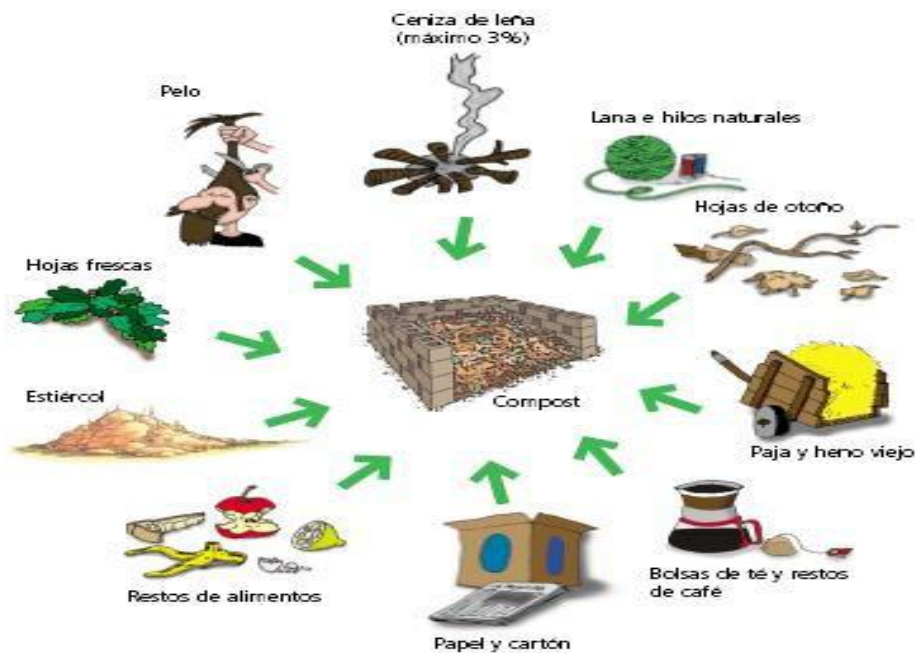


Figura 23 Composta.

El procedimiento es laborioso pero muy sencillo:

- Se traza un cuadro de un metro por lado, se excava a 30 cm de profundidad y se construye una rejilla de rastrojo o cualquier materia orgánica seca gruesa.
- Se pone encima una capa de 10 cm de materia seca.
- Se continúa con una capa de 5 cm de materia verde
- Se cubre con 2 cm de suelo (tierra).
- Se agrega agua.
- Se continúa alternando capas hasta alcanzar 1.50 m de altura.
- Se voltea solo una vez, cuando la temperatura, después de alcanzar su máximo, empieza a descender.
- Dependiendo de la temporada del año y del clima, la composta tardará de 1 a 6 meses para estar lista.

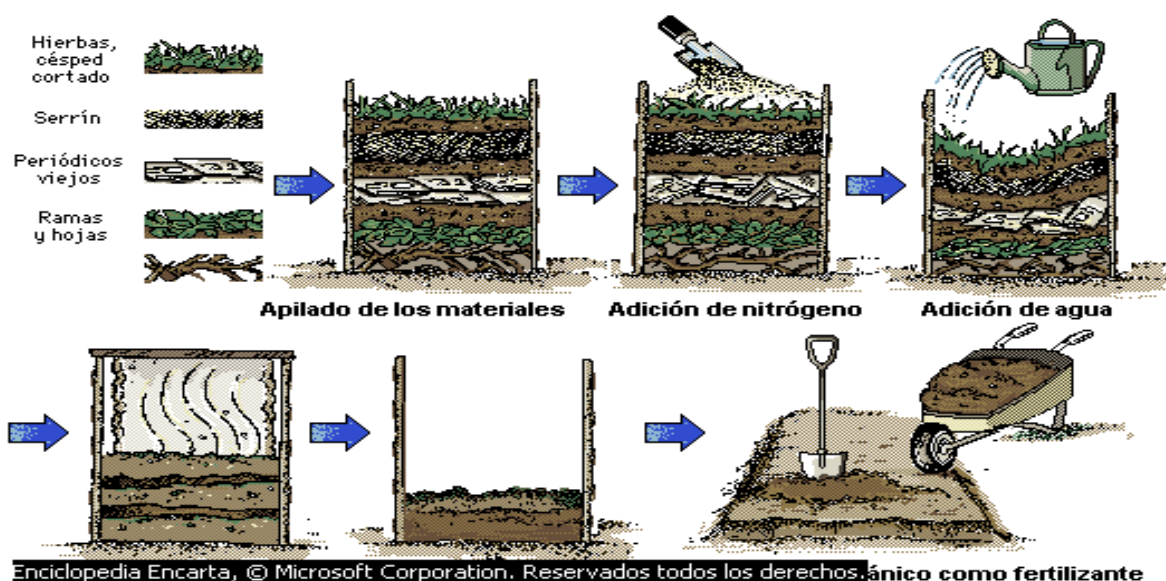


Figura 24: Proceso de la composta.

El secreto para lograr una composta nutritiva es controlar su humedad y temperatura, el rango ideal de temperatura es de 52°C a 60°C, si la temperatura es más baja, no se logra la descomposición de la materia orgánica y si es más alta, la composta se mineraliza y el resultado es similar químicamente a la ceniza, es material inerte, sin ningún valor nutritivo. Si no se tiene termómetro, una manera práctica de saber la temperatura es enterrar una varilla metálica o un machete diagonalmente en la parte superior de la pila de composta, si después de 10 minutos el metal está frío, la pila no “arrancó” y debe volver a hacerse, si se puede tocar el metal y está caliente pero soportable, la temperatura está bien, si siente que le quema, está demasiado caliente, en este caso hay que airearla, abriendo huecos o introduciendo tubos para canalizar el calor. (Jeavons 2002).

En cuanto a la humedad, si es poca la composta no inicia el proceso de descomposición y si es mucha se ahoga la vida micro y macrobiótica, produciendo descomposición y malos olores, el grado ideal es a semejanza de una esponja mojada, si usted toma un puñado de composta y lo aprieta con la mano, deben escurrir sólo unas gotas de agua. (Jeavons 2002).

Hay un tercer control de la pila de composta, por el color, el Sr. Steve Rioch*, él más reconocido especialista en composta biointensiva, elaboró una guía que sirve para orientarse en cuanto a las condiciones de la composta por su color:

Cuadro 20 Como conocer el grado de maduración de la composta por su color

Color	Interpretación
Negro café	Fin ideal de la etapa de curado. Temperatura y humedad idónea.
Café oscuro	Muy bueno al inicio de la segunda etapa
Café claro	Propicio, pero necesita más fermentación
Verde café	Indica fermentación normal en la primera etapa, si permaneciera así, significa que requiere más ventilación, voltee la pila
Amarillo	Estado intermedio de la primera etapa, requiere más tiempo de fermentación y probablemente más ventilación
Negro y húmedo	Condición anaeróbica, evítela
Verdinegro	Condición anaeróbica, evítela
Verde	Demasiado húmeda y pegajosa, indica también condición anaeróbica, evítela
Verde-amarillo	Condición ácida y anaeróbica, evítela
Gris	La pila estaba demasiado caliente y ahora demasiado seca, pero está bien ventilada
Blanca	Moho o micelios de actinomicetos muertos, misma condición que para el color gris

Fuente: (Jeavons, 2002)

E. Capacitación sobre la siembra cercana y el trasplante.

La siembra cercana se puede realizar directamente de la semilla a la cama, o en trasplante del mismo en la cama.

Una vez la cama preparada y abonada se puede recurrir a la siembra. El método Biointensivo en cambio imita a la naturaleza y aprovecha mejor el espacio, esta es una de las razones de sus altos rendimientos. La regla para la siembra cercana es muy sencilla, se siembran las semillas o las plántulas en un patrón de distribución hexagonal. Las distancias recomendadas son diferentes a las usadas en la agricultura tradicional, pues permiten que las hojas de las plantas se toquen cuando son adultas, sin dejar ningún espacio de la cama descubierto. (Jeavons 2002).

Ventajas de esta siembra: 1o. Se limita la evaporación del agua, 2o. La producción es mayor, 3o. Se limita el crecimiento de hierbas indeseables, 4o. Se crea un microclima bajo las plantas, 5o. Se reducen los ataques de insectos y 6o. Las raíces aprovechan mejor los nutrientes. (Jeavons 2002).

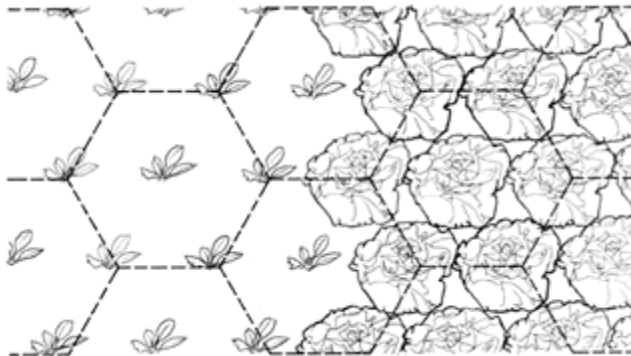


Figura 25 Siembra cercana.

Siembra directa: se debe considerar la manera de distribuir la semilla y la profundidad de la siembra, la distribución se realiza al tresbolillo en forma hexagonal y la profundidad debe ser 3 veces el grosor de la semilla.

Siembra en almácigo: son pequeños cajones en donde se siembra directamente la semillas para facilitar, se comienza a desarrollar en las mejores condiciones; este tipo de siembra presenta las siguientes ventajas: las plantas están en un solo lugar, se pueden cuidar de mejor manera, se gasta menos agua, tiempo y energía.

Se sugiere que los almácigos sean cajas de madera de 60 centímetros de largo por 35 centímetros de ancho y 10 centímetros de profundidad, para esto son útiles los cajones o rejas en donde transportan verdura. La tierra para el almácigo debe ser suelo y composta, si el suelo es muy arcilloso se puede agregar arena, se debe humedecer un poco la mezcla y posteriormente la siembra. Debe mantenerse húmedo, libre de hierbas y protegido del sol.

El trasplante se realiza cuando la planta esté lista después de un mes promedio de estar en el almácigo y dependiendo del tipo y variedad de planta, se genera estrés a la planta, y para que no sufra en el proceso de adaptación debemos hacer lo siguiente: asegurarse que la cama este lista, regar un poco la cama y tocar lo menos que se pueda la planta.

F. Capacitación sobre Asocio de cultivos

Entre las muchas razones para usar la asociación de cultivos se debe evitar el agotamiento de los nutrientes del suelo y limitar las plagas, ambas situaciones son propiciadas por el monocultivo.

Una adecuada selección de cultivos debe considerar al menos dos criterios.

Los hábitos alimenticios de los cultivos, las propiedades intrínsecas de cada variedad, por ejemplo los betabeles que extraen sales del suelo, la valeriana que fortalece a casi todas las hortalizas y concentra el fósforo o la mejorana que mejora el sabor y la resistencia a las plagas de prácticamente todos los cultivos.

¿Qué es?

Es todavía un ámbito experimental en la que se necesita llevar a cabo mucha más investigación, en la que se siembran dos o más cultivos en una misma porción de tierra.

¿Qué beneficios tengo?

Los beneficios identificados de la asociación de cultivos están la protección física, el control de insectos y hierbas, mejoría en salud y crecimiento, mejor sabor y nutrición de los cultivos. Mayor aprovechamiento del suelo, ya que tendrá dos o más cultivos (Jeavons 2002, Carrillo 1997)

Rosset, indica que uno de los enfoques a investigaciones en cultivos múltiples, es el efecto reductor que produce la diversidad de plantas sobre la población de los insectos plaga. Debido a que muchos estudios básicos, muestran una disminución del ataque con el uso de un cultivo asociado. A pesar de esto, hay muy pocos ejemplos prácticos sobre el uso de un policultivo, como medida para el control de las plagas. (Carrillo 1997).

Cuadro 21 Cultivos en asocio con maíz

Achiote	<i>Bixa orellana</i>	Aguacate	<i>Persea gratissima</i>
Ajo	<i>Allium sativa</i>	Aguacate	<i>Persea americana</i>
Algodón	<i>Geossypium hirsutum</i>	Arroz	<i>Oryza sativa</i>
Anona	<i>Annona chirimoya</i>	Cacao	<i>Theobroma cacao</i>
Calabaza	<i>Cucúrbita moschata</i>	Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>
Camote	<i>Ipomea batatas</i>	Capulín	<i>Prunus capuli</i>
Camote blanco	<i>Dioscorea sp.</i>	Chayote	<i>Sechium edule</i>
Cebolla	<i>Allium cepa</i>	Ciruela	<i>Prunus sp.</i>
Cebollín	<i>Cydista aequinoctialis</i>	Clavo	<i>Eugenia caryophyllata</i>
Chile	<i>Capsicum frutescens</i>	Cuapinole	<i>Hymenaea courbaril</i>
Chile	<i>Capsicum annum</i>	Fríjol	<i>Phaseolus leucanthus</i>
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i>	Fríjol	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Epazote	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>
Guanaba	<i>Annona muricata</i>	Hierba buena	<i>Menta citrata</i>
Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>	Higuerilla	<i>Picus sp.</i>
Lima	<i>Sitrus aurantifolia</i>	Jengibre	<i>Zingiber sp.</i>
Limón	<i>sitrus limonia</i>	Jícama	<i>Pachyrhizus erosus.</i>
Mala mujer	<i>Onidoscus urens</i>	Jitomate	<i>Lycopersicon sculentum</i>
Naranja	<i>sitrus sinensis</i>	Maíz	<i>Zea mays</i>
Papaya	<i>Carica papaya</i>	Malanga	<i>Xanthosoma sp.</i>
Piña	<i>Ananas comosus</i>	Perejil	<i>Petroselinum sativum</i>
Piñocillo	<i>Jatropha curcas</i>	Piñuela	<i>Bromelia baratas</i>
Poro	<i>Allium porrum</i>	Plátano	<i>Musa sp.</i>
Sandía	<i>Sitrus vulgaris</i>	Tabaco	<i>Nicotiana tabacum</i>
Toronja	<i>Sitrus paradisi</i>	Yuca	<i>Manihote sculenta</i>
Zacate limón	<i>Cymbopogon sitratus</i>	Zapote	<i>Achras zapota</i>

Fuente: Nigh, Ronald y James Nations. 1983

Cuadro 22 Plantas afines y plantas antagónicas de hortalizas comunes

Cultivo	Plantas afines	Plantas antagónicas
Ajo	Betabel, fresa, jitomate, lechuga, manzanilla, puerro	Chicharo, frijol
Apio	Puerro, jitomate, frijol de mata, coliflor, col.	--
Berenjena	Frijol, papa	--
Betabel	Cebolla, colirrábano	Frijol de guía
Calabaza	Capuchina, maíz	Papa
Calabaza castilla	Maíz	Papa
Cebolla		
Cebellina	Zanahoria, jitomate	Chicharo, frijol
Familia Col.	Plantas aromáticas, papa, apio, eneldo, manzanilla, salvia artemisa, menta, romero, betabel, cebolla	Fresa, jitomate, frijol guía
Chicharo	Zanahoria, nabo, rábano, pepino, maíz, frijol, la mayoría de hortalizas y plantas aromáticas.	Cebolla, ajo, gladiola, papa, cebollina
Espárrago	Jitomate, perejil, albahaca	---
Espinaca	Fresa	---
Fresa	Frijol de mata, espinaca, borraja, lechuga, cebolla	Col.
Frijol	Papa, zanahoria, pepino, coliflor, col, la mayoría de hortalizas y plantas aromáticas	Cebolla, ajo, gladiola, cebollina
Frijol de mata	Papa, pepino, maíz, fresa, apio, ajedrea,	Cebolla
Frijol de guía	Maíz, ajedrea, girasol	Cebolla, betabel, colirrábano, col
Girasoles	Pepino	Papa
Jitomate	Cebollina, cebolla, perejil, espárrago,	Coirrábano, papa,

Cultivo	Plantas afines	Plantas antagónicas
	cempasúchil, capuchina, zanahoria	hinojo, col
Lechuga	Papa, chícharo, frijol, pepino, calabaza	--
Nabo	Chicharo	--
Papa	Fríjol, maíz, col, rabano picante,	Calabaza de castilla, calabaza, pepino, girasol, jitomate, frambuesa
Pepino	Frijol, maíz, chícharo, rábano, girasol, lechuga	Papa, plantas aromáticas
Perejil	Jitomate, espárrago	--
Puerro	Cebolla, apio, zanahoria	---
Rábano	Chícharo, capuchina, lechuga, pepino	---
Soya	Crece junto a cualquier planta y ayuda a todo	
Zanahoria	Chícharo, lechuga, cebollina, cebolla, puerro, romero, salvia, jitomate.	Eneldo

Fuente: Jeavons, 2002.

3.1.5 Evaluación

- Se trabajaron las capacitaciones con los grados de básico, con énfasis en el método biointensivo y la incorporación de la agricultura orgánica dentro de las instalaciones de la Asociación Ak'Tenamit'.
- Se capacitaron a todos los alumnos en la importancia del la elaboración de aboneras.
- Se capacitaron a los alumnos a nivel básico sobre la importancia del mantener un suelo saludable.

3.2 Servicio: Producción de 1500 plántulas de Cacao en la Asociación Ak'Tenamit', Livingston, Izabal.

3.2.1 Objetivo General.

- Producir 1,500 plántulas de cacao en la asociación Ak'Tenamit' con el fin de entregarlo dentro de las actividades prácticas de los alumnos y a la contribuir con el establecimiento de frutales dentro de dicha institución.

3.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar las principales funciones de un vivero de frutales.
- Definir que es un vivero forestal e identificar los componentes.
- Conocer los factores que se deben de tomar en cuenta para la implementación de un vivero forestal.
- Enumerar las herramientas básicas de un vivero forestal.
- Determinar los costos de implementación de un vivero de cacao de 1200 plantas.

3.2.3 Metodología

Metodología para la realización del vivero:

Para la realización del presente se propuso que la metodología desarrollada consiste en tres etapas:

- Abastecimiento de la semilla.
- Elaboración de tablonces y siembra
- Fase de gabinete.

A. Abastecimiento de la semilla.

Obtención de la semilla: La semilla se obtuvo de una certificadora de Honduras.

B. Localización de las áreas de trabajo:

Posteriormente se determinó el área, el cual quedó cerca del aula práctica, para que así formara parte de las actividades de los estudiantes de nivel básico.

Para el establecimiento del vivero es importante considerar los siguientes factores.

- Materia Prima
- Mano de Obra
- Disponibilidad de Agua
- Acceso
- Costos de los Insumos
- Mercados

Se le asignará un porcentaje a cada característica en base a su importancia y ponderándola según la calidad que presente de dicha particularidad (ver cuadro 25), con el fin de poder escoger la que mejores beneficios presente.

Cuadro 23 Calificación de las posibles áreas de establecimiento del vivero.

Importancia	Característica	Cerca de las Aulas		Frente al aula Práctica de Agricultura.		Dentro del bosque	
20%	Materia Prima	6	1.2	8	1.6	9	1.8
25%	Mano de Obra	5	1.25	7	1.75	6	1.5
30%	Disp de Agua	3	0.9	9	2.7	5	1.5
15%	Acceso	8	1.2	6	0.9	8	1.2
10%	Costo de Insumos	3	0.3	4	0.4	5	0.5
	TOTAL		4.85		7.35		6.5

En el cuadro 25 podemos apreciar que de las 3 localidades la segunda resultó tener las mejores características con un puntaje final de **7.35**, las cuales fueron calificadas en base a las condiciones que tenía el área con respecto a cada uno de los distintos factores que fueron evaluados. Dicha calificación se determinó bajo el criterio técnico de los evaluadores.

Con la base de los resultados de las calificaciones se determinó que el vivero estará ubicado Frente al aula práctica de agricultura.

C. Procedimientos técnicos

a. Tipo de vivero a establecer

- Por el tiempo de permanencia: Temporal
- Por el nivel de organización: Privado
- Por los objetivos de producción: Enriquecer los bosques con frutales.
- Por el tipo de producción: Frutales.

D. Método de producción de las plantas

Existen varios métodos de producción de frutales entre los cuales se mencionan: En bolsa, raíz desnuda y bandeja. El elegir cada uno de éstos métodos se basan en la calidad de las plantas, el costo de producción, facilidad de transporte y de la calidad de la infraestructura disponible para la producción. Se ha escogido el sistema de producción en bolsa de polietileno negro de 20cm de altura por 10cm de diámetro, para la producción de *Cacao*. El sistema de producción en bolsa, al igual que los demás sistemas, posee sus ventajas y desventajas.

Ventajas:

- Presentación de planta ampliamente conocida por tradición.
- Fácil de trabajar
- Buen porcentaje de rendimiento en el campo definitivo
- Retienen buen porcentaje de humedad por un tiempo prolongado
- Bolsas desechables
- Almacenamiento fácil de las bolsas al estar vacías.

Desventajas:

- Alto costo relativo a otros sistemas de producción
- Se necesita alto volumen de sustrato
- Requiere personal calificado
- Ocupa mucho espacio debido al volumen de la bolsa
- Necesidad del llenado de bolsas
- Dificultad en el transporte

3.2.4 Descripción del proceso productivo

A. Habilitación del área

El área en donde se estableció el vivero requirió de limpiezas previas, nivelado del terreno, introducción de sistemas de riego, habilitación de drenajes y construcción de toda la infraestructura necesaria. Estas tareas se llevaron a cabo con los alumnos.

B. Extracción del sustrato

La extracción del sustrato es una actividad de suma importancia ya que hay que seleccionar el material, éste le dará las condiciones adecuadas a las plantas para sobrevivir durante su etapa de crecimiento en el vivero. Los materiales necesarios para la elaboración del sustrato son: arena blanca, tierra y materia orgánica.

La relación del sustrato fue de 2:2:1, siendo 1 de arena, 2 de suelo y 2 de materia orgánica respectivamente.

C. Transporte de la materia a utilizar para sustrato

La actividad consistió en trasladar los materiales, que conformarán el sustrato, desde su lugar de adquisición, hasta el vivero, para lo cual se utilizará la mano de obra. Se necesitará de personas para que carguen y descarguen el material, siendo estas los mismos estudiantes del vivero.

D. Preparación del sustrato

Este proceso lo realizó con ayuda técnica y con los estudiantes de nivel básico, para que la mezcla salga adecuada, puesto de que de ella depende el vigor de crecimiento de las plantas. Para la especie a producir se utilizará la proporción 2:2:1, lo cual significa 1 proporción de área, 2 de tierra y 2 de materia orgánica, puesto que ésta es la proporción que ha dado buenos resultados en otros viveros y recomendado por técnicos cacao-cultores hondureños.

La mezcla se hará manualmente, mezclando los 3 componentes hasta lograr un sustrato homogéneo tanto en color como en consistencia.

E. Función de los 3 componentes del sustrato

- La tierra sirve para sostén de la planta
- La arena sirve para la filtración de agua y aireación de las raíces.
- La materia orgánica para la retención de humedad y nutrientes.

Los 3 componentes mencionados, al momento de interactuar entre sí, dan un buen crecimiento y desarrollo de la planta.

F. Llenado de bolsas

Luego de haberse preparado el sustrato se procedió a llenar las bolsas con la mezcla. El llenado de bolsas se realizó con envases plásticos con el objetivo de no tener contacto directo con las manos.

Las bolsas al ser llenadas con el sustrato no deben quedar muy flojas, puesto que al llover el sustrato tenderá a encogerse dentro de la bolsa, tampoco deben quedar muy compactas ya que puede causar estrés a la planta por la dificultad de penetración de raíces, y trasplante.

Las bolsas necesarias para llevar a cabo el proyecto son 1500 (estimándose ya un 20% en caso de pérdidas o mal manejo).

Las 1500 bolsas de polietileno negro, fueron compradas a “Plásticos San José”, la cual es una empresa que se dedica vender todo tipo de productos de plástico, incluyendo productos forestales, como bolsas de polietileno negro, bandejas para pilones, etc.

G. Bancales

Previo a la colocación de bolsas se establecieron los bancales, se colocó hojas de banano, con el fin de evitar el crecimiento de la maleza, entre la más conocida estaba coyolillo (*Cyperus rotundus*), ya que éste al emerger del suelo penetra directamente dentro de las bolsas, provocando así una competencia con las plantas de cacao.

H. Colocación de bolsas

Posterior al llenado, las bolsas se colocaron en los bancales de manera ordenada, auxiliándose de rafia, con el objetivo de establecer el perímetro del bancal siguiendo una línea recta y tratando de que las bolsas queden totalmente verticales y no tan presionadas unas con otras. En cada esquina del bancal se colocó estacas para sostener la rafia.

I. Desinfección del sustrato

Ésta actividad se realizó con el propósito de eliminar hongos, bacterias, nematodos e insectos que pudieran afectar el buen desarrollo de la planta e incluso poder matarla. Se hará periódicamente mediante el uso de un método de control natural.

El método consistió en desinfectar el sustrato con agua caliente previo al llenado de bolsas.

J. Labores de manejo durante el desarrollo

Para el caso del cacao se usó el método directo, el cual consiste en hacer la siembra directamente en la bolsa de polietileno sin necesidad de hacer previamente camas de germinación.

En cada bolsa se sembró una semilla de cacao, así que puede ser que en alguna de las bolsas no germinen la semilla, entonces en las bolsas en donde germine la semilla serán separadas de las que no germinen.

Después de haber concluido con la siembra se procedió a cubrir las bolsas con una capa de más o menos $\frac{1}{2}$ cm. de espesor del sustrato, esto se hace con el fin de que la lluvia y el riego no laven la semilla, también para impedir que el sol las reseque, y que no se la coman las aves u otros organismos e impedir la formación de musgo que impida la filtración del agua a las semillas y se mueran.

K. Actividades de riego

Todas las actividades realizadas en un vivero son importantes, desde la búsqueda de un terreno adecuado hasta el momento del establecimiento de las plantas. Esta actividad es vital para el desarrollo de la planta, consiste en proporcionarle el agua necesaria a las plantas, con el fin de que tengan un crecimiento vigoroso y rápido.

3.2.5 Cantidad del agua requerida para vivero.

Básicamente la fuente de agua utilizada fue el río más cercano.

La primera consideración en la selección de la fuente de agua de riego, es asegurarse que estará suficientemente disponible durante todo el ciclo de cultivo, para todos los usos posibles en el vivero. Matthews (1983), calculó que 1000 plantas forestales en bolsas de polietileno expandido requieren de 45.4 litros (12 galones) de agua por semana, dependiendo del tipo de sistema de riego.

En el vivero Mt. Sopris, en Colorado, EUA, un cultivo de 1 000 plantas de hoja ancha, con 164 cm³ (10 pulgadas cúbicas), requirieron de 56.8 litros (15 galones) en la etapa inicial, hasta más de 189.3 litros (50 galones) por semana durante la etapa de crecimiento. El Vivero Forestal de Investigación de la Universidad de Idaho, en Moscow, Idaho, EUA, utiliza de 42.6 a 54.7 litros (11.2 a 14.4 galones) de agua de riego por semana, para 1000 plantas de hoja ancha, con 65 cm³ (4 pulgadas cúbicas) de capacidad. El Vivero Forestal del Estado de Colorado, en Ft. Collins, utiliza de 75.8 a 94.6 litros (20 a 25 galones) de agua de riego por semana para un millar de bolsas.

L. Calidad del agua.

La calidad el agua de riego, es otro factor importante en la selección y manejo del vivero de frutales. La calidad del agua deberá ser una de las primeras consideraciones en la evaluación del sitio para el establecimiento de un nuevo vivero, la calidad está determinada por dos factores:

- a) La concentración y la composición de sales disueltas (salinidad total e iones tóxicos individuales).
- b) La presencia de hongos fitopatógenos, semillas de malezas, algas, y posible contaminación con plaguicidas.

M. Control de malezas

Tarea que consistió en la eliminación de todas las malezas tanto en las plantas como en las calles que ese ubican entre cada surco de la bolsas y de esta manera impedir la competencia por espacio, luz, agua y nutrimentos lo cual traerá como consecuencia un menor desarrollo en las plantas. Dicha actividad se llevó a cabo una vez por semana durante el primer mes y cada quince días el resto del tiempo.

N. Control de plagas y enfermedades

En los viveros en donde se produce cacao se han registrado altas incidencias de plagas, y en este caso solo se encontró como plaga el ataque de zompopos (*Atta sp.*).

Para realizar el control de todas las plagas y enfermedades posibles en el vivero se hizo uso de algunos agentes de control biológico, los cuales se mencionan a continuación:

Aplicación MET-Forte 0.4 gr.

La aplicación se realizó 3 veces por 2 semanas

En total se hicieron 6 aplicaciones de MET-Forte, utilizando un total de 0.3 kilogramos que corresponde una bolsa del producto para poder llevar a cabo el proyecto.

O. Fertilización

Se aplicó 2 porciones de Materia Orgánica en la bolsa con el fin de que este sirviera de fertilizante.

3.2.6 Selección de maquinaria, equipo y herramienta

La selección de maquinaria y del equipo, se realiza en base a la magnitud del proyecto, en este caso el proyecto tuvo una magnitud de producción anual de 1200 plantas, por lo que los elementos a utilizar no son sofisticados, y no requiere de maquinaria, solamente de equipo, herramienta, materiales e insumos.

3.2.7 Equipo para el riego, fertilización, fumigación y desinfectado:

Todo vivero necesita de diversos elementos necesarios para su establecimiento y manejo, a continuación se presenta un cuadro que enlista el equipo a utilizarse en el proyecto y la descripción de las actividades para las cuales serán necesarios.

Cuadro 24 Equipo a utilizar para el funcionamiento del vivero.

NO	EQUIPO	CANTIDAD	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD
1	Sistema de riego	1 Unidad	para tener la humedad correcta
2	Tamices	2 Unidades	para cernir el sustratos
3	Toneles	1 Unidades	para reserva de agua
4	Cubetas	1 Unidades	para transporte de agua y otras mezclas
5	Manguera	1 Unidades	para transporte de agua y otras mezclas

A. Herramienta para el área productora:

En el cuadro siguiente se presenta un listado de las diferentes herramientas rusticas a utilizar dentro del vivero.

Cuadro 25 Herramienta a utilizar para el funcionamiento del vivero.

NO	HERRAMIENTA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD
1	Palas	2 Unidades	manipulación del sustrato y otro tipo de actividades
2	Azadones	2 Unidades	manipulación del sustrato y otro tipo de actividades
3	Piochas	2 Unidades	Preparación de los bancales, nivelación del terreno, entre otros.
4	Machetes	5 Unidades	usos múltiples
5	Rastrillos	2 Unidades	manipulador de la maleza y otras actividades
6	Cobas	2 Unidades	manipulación del sustrato y otro tipo de actividades
7	Azadones	2 Unidades	manipulación del sustrato y otro tipo de actividades
8	Tijeras podadoras	2 Unidades	para el corte de raíces largas en plántulas
9	Carretas	2 Unidades	transportar materiales y productos

3.2.8 Insumos:

Los insumos a utilizar en el vivero dependen de las actividades a realizarse dentro del mismo, a continuación se presenta un listado de los diferentes insumos y la utilidad de los mismos, a si también los productos agroquímicos necesarios que se utilizaron en la desinfección, fertilización, control de maleza, plagas y enfermedades.

Cuadro 26 Insumos a usar en el vivero.

NO	INSUMOS	CANTIDAD	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD
1	Semilla	5 Kg Semilla Cacao	Para la producción de planta
2	Bolsa	1500	medio de contención del sustrato
3	Arena	0.47 M ³	sustrato indispensable de la planta
4	Tierra	0.95 M ³	sustrato indispensable de la planta
5	Materia Orgánica	0.95 M ³	sustrato indispensable de la planta
6	Hoja de banano	100 hojas	para evitar el crecimiento de maleza
7	Rafia	1 Rollo	para la alineación de las plantas
8	Met-Forte	1kg	Producto para el control del zompopo
9	Jabón de coche	2 unidades	Para la prelación del Met-FORTE

3.2.9 Mano de obra

La mano de obra es definida como el conjunto de personas o persona que se encarga en una empresa de llevar a cabo el proceso productivo.

La mano de obra que se utilizará en el vivero para producir las plantas asciende a 23 personas, de las cuales únicamente 2 serán fijos debido a que se requerirán de sus servicios solamente en ciertas etapas del proceso.

Cuadro 27 Cálculo de mano de obra necesaria.

CÁLCULO DE LA MANO DE OBRA		
ACTIVIDAD	Recurso Humano(personas)	JORNALES (8 hrs.)
Habilitación del Área	1	1
Transporte de Materia Prima e Insumos	2	1
Recepción de Materia Prima e Insumos	2	1
Mezcla de Componentes del Sustrato	2	1
Elaboración de Bancales	1	1
Llenado de Bolsa	8	1
Colocación de Bolsas	1	1
Desinfección de Bolsas	2	1
Siembra directa en bolsas (Caoba)	2	1
Desmalezado	1	3
Control de Plagas*	1	3

*El control de plagas se llevará a cabo únicamente cuando haya amenaza de algún agente patógeno, esto debido a la necesidad de no contaminar el medio ambiente.

Cuadro 29 Costos de Instalación.

<i>Materiales y Equipo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio/Unid</i>	<i>Subtotal</i>
Jornaleros	Jornales (8 hrs.)	5	Q42.60	Q213.00
Bambú	Unidad	32	Q2.50	Q80.00
Manaca	Unidad	20	Q1.00	Q20.00
Arena de río	M ³	0.5M3	Q10.00	Q5.00
Piedrín	Metros	1	Q15.00	Q15.00
Sistema de hidráulico		1	Q10,000.00	Q10,000.00
Bomba de mochila	Unidad	1	Q500.00	Q500.00
Tamices	Unidad	2	Q50.00	Q100.00
Regaderas	Unidad	2	Q15.00	Q30.00
Toneles	Unidad	1	Q150.00	Q150.00
Cubetas	Unidad	2	Q20.00	Q40.00
Manguera	Unidad	1	Q175.00	Q175.00
Palas	Unidad	2	Q50.00	Q100.00
Azadones	Unidad	2	Q50.00	Q100.00
Piochas	Unidad	2	Q75.00	Q150.00
Machetes	Unidad	5	Q15.00	Q75.00
Rastrillos	Unidad	2	Q25.00	Q50.00
Cobas	Unidad	2	Q30.00	Q60.00
Azadones	Unidad	2	Q35.00	Q70.00
Tijeras podadoras	Unidad	2	Q30.00	Q60.00
Carretas	Unidad	2	Q324.00	Q648.00
<i>Subtotal</i>				Q12,641.00
<i>Gastos Varios 5%</i>				Q632.05
<i>Total</i>				Q13,273.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 30 Costos de producción.

Insumo	Unidad	Cantidad	Precio por unidad	Subtotal
Arena	M ³	0.5	Q75.00	Q 37.50
Tierra	M ³	1	Q60.00	Q 60.00
Materia Orgánica	M ³	1	Q60.00	Q 60.00
Semilla de cacao	Kg.	5	Q40.00	Q200.00
Rafia	Rollo	1	Q10.00	Q 10.00
Bolsas de Polietileno negro	Millar	2	Q55.00	Q110.00
Transporte de Arena	Jornal	4	Q50.00	Q200.00
Transporte de Tierra	Jornal	4	Q50.00	Q200.00
Transporte de Materia Orgánica	Jornal	4	Q50.00	Q200.00
Preparación del sustrato (Cernido y Mezcla)	Jornal	2	Q50.00	Q100.00
Elaboración de Bancales	Jornal	1	Q50.00	Q 50.00
Llenado de bolsas	Jornal	8	Q50.00	Q400.00
Ordenado de bolsas	Jornal	1	Q50.00	Q 50.00
Siembra directa en bolsas (<i>Swietenia humilis</i>)	Jornal	2	Q50.00	Q100.00
Desmalezado	Jornal	2	Q50.00	Q100.00
Desinfección de Bolsas	Jornal	2	Q50.00	Q100.00
Desinfección de Sustrato del Semillero	Jornal	2	Q50.00	Q100.00
Guardia	Mes	5	Q1,250.00	Q6,250.00
Otros Costos				Q 832.00
Subtotal				Q9,159.50
Gastos varios 5%				Q 457.98
Total				Q9,617.48

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.10 Resultados

El vivero se implementó exitosamente, la etapa de semillero duró aproximadamente 8 meses, (Diciembre 2010 – Agosto 2011).

El total de plantas obtenidas del vivero fueron 1,200 plantas. Aproximadamente el 80% de las plantas del vivero se establecieron en campo definitivo, ya que presentaron buen tamaño y vigor, otras razones de este trasplante fue aprovechar el invierno y ahorrar costos.



Figura 26 Desarrollo del vivero.

3.2.11 Las recomendaciones hechas durante la etapa del establecimiento de las plántulas fueron:

Ahoyado: 20 x 20 x 20 cm.

Distanciamiento de siembra: 4 x 4 metros, con una densidad de 1250 plantas por hectárea.

Raleo: Un raleo a los cuatro años.

Limpias: Una o dos veces por año, durante los primeros 3 años.

Podas: Realizar una poda al bosque previo al establecimiento de la plantación, luego realizar la podas necesarias cuando las ramas se encuentren por debajo de 2m.

A la hora de realizar una poda se debe considerar:

Podar en época seca cuando la planta no esté en floración ni en producción. No se debe realizar podas drásticas o severas que puedan maltratar al árbol, este tipo de poda solo se justifica realizar en plantaciones abandonadas o con alta incidencia de enfermedades.

Los árboles de sombra deben recibir una poda suave para regular una sombra adecuada

En los arreglos de distintas cortas las podas serán más frecuentes.

Las ramas que se quieren eliminar en la base, deben cortarse a ras del tronco, sin dejar tocones que rebroten o que al morir sirvan de una pasta en base productos de cobre.

Cuando se poda un árbol enfermo, las herramientas deben ser desinfectadas con alcohol o limón, antes de continuar la labor en otro árbol (Chávez A. 2004).

A. Tipos de podas

a. Poda de formación

Permite ayudar a crear un ramaje bien balanceado y a equilibrar el sistema aéreo de la planta en desarrollo en el que se producirán los frutos. La poda de formación de los árboles jóvenes de cacao, así como la eliminación de chupones necesita especial atención durante los primeros años de crecimiento.

b. Poda de mantenimiento

Después de dos o tres años de edad los árboles deben ser sometidos a una poda ligera, para mantener al árbol en buena forma, y a la vez, eliminar las ramas muertas o mal ubicadas.

La finalidad de podar es ralea la copa con eliminación de ramas sombreadas y no es la de abrir espacios entre árboles. Esta poda se puede realizar una o dos veces por año y se aconseja hacerla en la época de mínima precipitación, antes de iniciar la floración. Luego de la poda es necesario cubrir las heridas con fungicida a base de cobre, también llamado pasta cúprica (mezcla de 5kg de cal + 1kg de oxiclورو de cobre + 5 litros de agua), con la finalidad de protegerla ante la posible presencia de enfermedades. Para su aplicación se utiliza una brocha con la que se frota en la herida.

c. Poda fitosanitaria

Consiste en la eliminación de las partes del follaje y ramas que hayan sido afectadas que hayan sido afectadas por alguna plaga o enfermedad. Como medidas tendientes a manejar en niveles aceptables la incidencia de enfermedades, es conveniente mantener la cosecha y realizar esta poda durante el período de menor precipitación (Chávez. A. 2004).

B. Antecedente del cultivo de cacao

Se cree que los mayas tuvieron las primeras siembras de cacao en Yucatán y se estima que tenían conocimientos sobre el cacao varios siglos antes de esa época. Desde sus inicios fue un cultivo importantísimo para ellos, fue utilizado como moneda y se consideraba sagrado. Hernán Cortez lo lleva a España y se convierte en el eje del comercio en el siglo 17, en el siglo 18 se establece que la importancia económica del cacao equivale al del petróleo (Cuevas Andy 2009).

C. Origen

El cultivo de Cacao es originario de los Trópicos de América, su centro de origen está en la zona amazónica, Fue utilizado por nuestros ancestros mayas como una bebida para las personas de poder y como moneda. Actualmente es cultivado en la mayoría de países tropicales comprendida entre los 20° latitud norte y 20 latitud sur. Es necesario establecer que en el mundo hay tres grandes grupos de cacao: la variedad criolla en Centro América y México, y algunas áreas en Colombia y Venezuela. La variedad forastero en el Amazonas, Bolivia y Perú. Y la variedad Trinitario, una combinación de criollo y forastero, originario de la isla Trinidad. En Guatemala encontramos criollo y mezclado (Cuevas Andy 2009).

D. Taxonomía.

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Dilleniidae
Orden: Malvales
Familia: Malvaceae
Género: Theobroma
Especies: *T. cacao*
Nombre científico: *Theobroma cacao* L (Chávez A. 2004).

E. Ficha técnica.

Nombre científico	<i>Theobrona cacao L.</i>
Nombre Común	Cacao
Origen	Trópicos de América
Familia	Malvaceae.
Requerimientos de Luz	La planta crece en partes de sombra.
Temperatura:	15 y 25°C
Precipitación:	de 1500 a 2500mm,
Luminosidad:	debe mantenerse en un 50%
Viento:	Adecuado, poner cortinas rompevientos para su moderación.
Suelo:	Franco, Franco-arcillosos ricos y profundos.
Topografía:	Regular.
Tolerancia a Sequía	Baja
Tolerancia a suelos ácidos	Baja
Altitud:	100 hasta 600msnm
Número aproximado de semillas.	340 semillas/kg.

3.2.12 Evaluación

- Se produjo un total de 1250 plantas de cacao, material suficiente para establecer un 1ha de plantación de cacao, necesario para empezar a incorporar esta nueva semilla traída de Honduras.
- El 80% del total de las plántulas tuvieron un vigor aceptable.
- Se realizaron las recomendaciones pertinentes para el establecimiento dentro de la institución.
- Para enriquecer las recomendaciones se incluyó información básica relacionada con el cultivo de cacao.

3.3 Bibliografía

1. Chávez, A. 2004. Manual de cacao. Perú, PROAMAZONIA. 83 p.
2. Cuevas Andy. 2009. Alimento de los dioses (en línea). Guatemala. Consultado 27 abr 2011. Disponible en <http://cacaodocumentacion.blogspot.com/2009/06/origen-e-historia.html>
3. Enríquez, G.A. 1987. Manual de cacao para agricultores. San José, Costa Rica, CATIE, ACRI, UNED. 117 p.
4. Escobar, E. 2002. Permacultura aplicada. Guatemala, INTECAP/ FAO/ PESA. 39 p.
5. Ministerio de Ambiente, EC. 2008. Manual para extensionistas de la medida de apoyo a la producción de cacao en sistemas agroforestales en el Cantón Gonzalo Pizarro. Ecuador, Ministerio de Ambiente del Ecuador. 43 p.
6. Rojas F; 2006 Viveros forestales. Selección y manejo de semillas forestales. 2da Edición. San Jose Costa Rica, EUNED. 248 p.

ANEXOS

Cuadro 31 Distribución aleatoria de los tratamientos

Tratamiento	Bloques		
Ubicación	I	II	III
T1	5	4	5
T2	6	5	3
T3	2	1	4
T4	1	3	1
T5	3	6	2
T6	4	2	6

Cuadro 32 Rendimiento en grano de maíz observado en kg/10m², de los tratamientos en la Asociación Ak'Tenamit.

Repetición	Tratamiento	Frijol	Abono	Rendimiento en kg/10m ²	Rendimiento en kg/ha	Rendimiento en qq/ha
1	1	Rojo	0	0.379	378.91	8.34
1	2	Negro	0	0.872	871.91	19.18
1	3	Rojo	28.6	1.023	1022.74	22.50
1	4	Negro	28.6	0.755	755.24	16.62
1	5	Rojo	124	0.602	601.51	13.23
1	6	Negro	124	1.172	1172.38	25.79
2	1	Rojo	0	0.367	367.48	8.09
2	2	Negro	0	0.845	844.83	18.59
2	3	Rojo	28.6	0.985	984.95	21.67
2	4	Negro	28.6	0.722	721.90	15.88
2	5	Rojo	124	0.582	581.58	12.80
2	6	Negro	124	1.131	1131.07	24.89
3	1	Rojo	0	0.373	373.05	8.21
3	2	Negro	0	0.857	857.40	18.86
3	3	Rojo	28.6	1.004	1004.45	22.10
3	4	Negro	28.6	0.736	735.85	16.19
3	5	Rojo	124	0.591	590.81	13.00
3	6	Negro	124	1.151	1150.90	25.32

Cuadro 33 Peso de biomasa en kg/10m²

Repetición	Tratamiento	Frijol	Abono	Biomasa kg/10m ²
1	1	Rojo	0	0,5933
1	2	Negro	0	0,5482
1	3	Rojo	28,6	0,7774
1	4	Negro	28,6	1,0024
1	5	Rojo	124	1,0760
1	6	Negro	124	2,0375
2	1	Rojo	0	0,2659
2	2	Negro	0	0,5810
2	3	Rojo	28,6	0,7855
2	4	Negro	28,6	1,0269
2	5	Rojo	124	1,1742
2	6	Negro	124	2,0662
3	1	Rojo	0	0,3682
3	2	Negro	0	0,5851
3	3	Rojo	28,6	0,7896
3	4	Negro	28,6	1,0147
3	5	Rojo	124	1,0228
3	6	Negro	124	2,0866

Figura 27 Mapa de ubicación sobre la cartografía.

