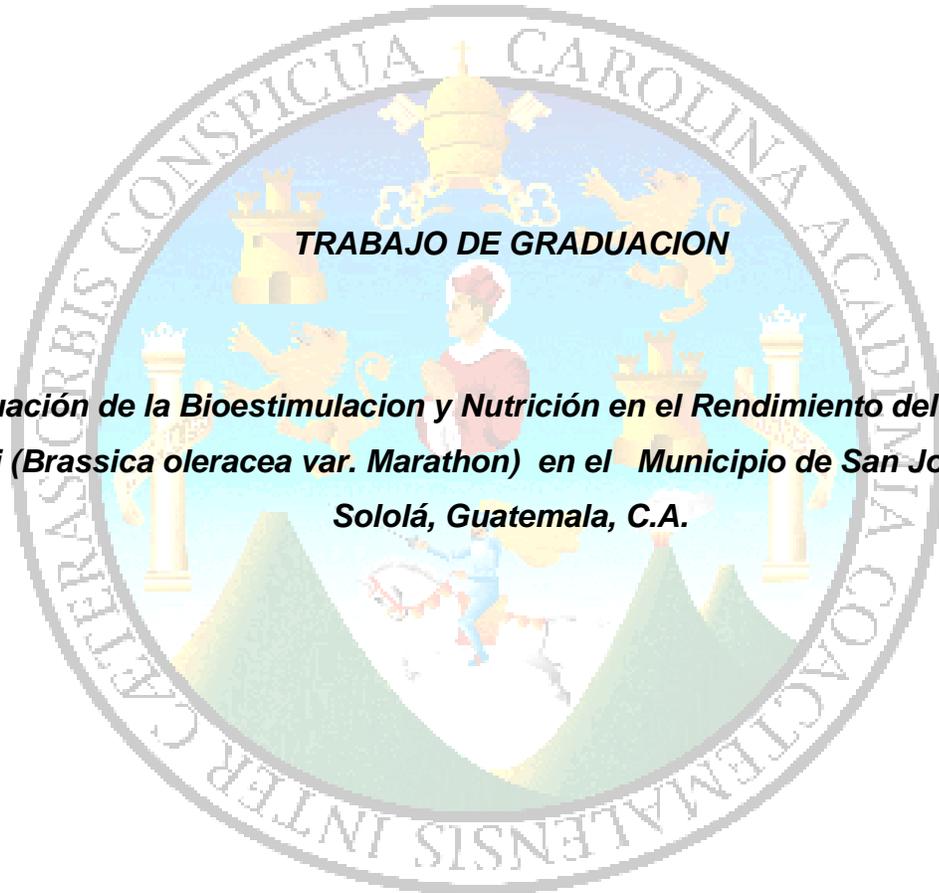


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**



**TRABAJO DE GRADUACION**

***Evaluación de la Bioestimulación y Nutrición en el Rendimiento del Cultivo de  
Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Marathon*) en el Municipio de San José Chacayá,  
Sololá, Guatemala, C.A.***

**MILTON ESTUARDO CASTELLANOS VELIZ**

**GUATEMALA, JULIO 2012**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE LA BIOESTIMULACIÓN Y NUTRICIÓN EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea var. Marathon*) EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLÁ, GUATEMALA.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, C.A.

POR

MILTON ESTUARDO CASTELLANOS VELIZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderramán Ortíz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	Br. Lorena Carolina Flores Pineda
VOCAL QUINTO	P. Agr. Josué Antonio Martínez Roque
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, Julio 2012

Guatemala, julio 2012

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación: ***Evaluación de la Bioestimulación y Nutrición en el Rendimiento del Cultivo de Brócoli (Brassica oleracea var. Marathon) en el Municipio de San José Chacayá, Sololá***, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

(f) \_\_\_\_\_

MILTON ESTUARDO CASTELLANOS VELIZ

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

### ***DIOS***

Por iluminarme en mi vida, darme fuerzas en todo momento y por permitirme la dicha inmensa de lograr una meta mas en mi formación académica; porque de Él proviene toda sabiduría y sin Él nada es posible.

### ***Municipalidad de Santa Cruz La Laguna Sololá***

Por abrirme las puertas y haberme dado la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado en dicha Corporación Municipal.

### ***Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala***

Por darme la oportunidad de culminar mis estudios superiores y formarme como todo un profesional.

### ***Guatemala***

Por la dicha que Dios me dio de haber nacido bajo su cielo azul

## **TRABAJO DE GRADUACION QUE DEDICO**

**A:**

### **A MIS PADRES:**

Milton Arnulfo Castellanos Aguilar y Gladis Veliz Carranza, quienes con sus sabios consejos e innumerables esfuerzos y sacrificios, son la principal estructura de este triunfo. Gracias por su gran amor y apoyo incondicional, que Dios me los bendiga a ambos.

### **A MIS ABUELITOS:**

José Eliseo Castellanos (QED), Francisca de Jesús Aguilar (QED), Zoila Aurora Carranza Herrera y Piedad Herrera, gracias por su cariño, apoyo y consejos que me permitieron poder alcanzar este triunfo, Dios me los bendiga.

### **A MIS HERMANOS:**

José Luis Castellanos Veliz, Jennifer Eunice Castellanos Veliz y María José De León Veliz, por creer en mí y apoyarme en todo momento, Dios los bendiga.

### **A MIS TIAS:**

Sandra Patricia Ramírez Carranza, Tanña Carola Carranza Torres (Q.P.D) por apoyarme incondicionalmente en todo momento Dios las bendiga.

### **A MIS SOBRINOS:**

Jimena Sofía Castellanos y Jose Miguel Castellanos por traer alegría a mi vida.

### **A MIS PRIMOS:**

Ingrid, Jorge, Miguel por compartir sus conocimientos y consejos en los momentos mas difíciles.

### **A MIS AMIGOS:**

Danilo, Nichte, William, Ludvin, Donni, Marlon, Nancy, Werfel, Otto, Hansy, Karla, Chew y a todos aquellos que siempre me han brindado su amistad.

## **AGRADECIMIENTOS**

A:

- La Universidad de San Carlos de Guatemala, casa de estudios que me brindo la oportunidad de formarme con principios éticos para el servicio de Guatemala.
- Mis asesores Dr. Carlos Orozco Castillo, Ing. Agra. Lily Gutiérrez por todo el apoyo brindado en la realización de este trabajo.
- A la Municipalidad de Santa Cruz La Laguna Sololá por su contribución en el desarrollo de la investigación y las enseñanzas proporcionadas durante el desarrollo de la investigación.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGINA</b>
ÍNDICE DE FIGURAS.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	ii
RESUMEN.....	iv
1. CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DE SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLÁ .....	1
1.1 Presentación.....	2
1.2 Marco Referencial.....	3
1.2.1 Breves datos históricos del municipio .....	3
1.2.2 Justificación de la creación de la Municipalidad .....	5
1.2.3 Organigrama.....	5
1.2.4 Características Socio Económicas.....	6
1.2.5 Vías de acceso .....	8
1.2.6 Otras vías de acceso a la cabecera municipal .....	8
1.3 Objetivos.....	9
1.3.1 Objetivo general.....	9
1.3.2 Objetivos específicos .....	9
1.4 Metodología.....	9
1.4.1 Fase inicial de gabinete .....	9
1.4.2 Fase de campo .....	9
1.4.3 Fase final de gabinete.....	10
1.5 Resultados.....	10
1.5.1 Colindancias .....	10
1.5.2 Población.....	10
1.5.3 Educación.....	12
1.5.4 Etnia, idioma.....	13
1.5.5 Organización social, cultural y desarrollo comunitario.....	13
1.5.6 Grupos religiosos.....	18
1.5.7 Organización indígena.....	18
1.5.8 Formas de tenencia de la tierra.....	19
1.5.9 Servicios existentes .....	21
1.5.10 Infraestructura.....	25
1.5.11 Salud .....	25
1.5.12 Fuentes de empleo .....	26
1.5.13 Sub empleo.....	27
1.5.14 Actividad productiva.....	27
1.5.15 Asistencia técnica .....	32
1.5.16 Microempresas y Comercio .....	33
1.5.17 Festividades y Tradiciones.....	34
1.5.18 Desastres naturales .....	35
1.5.19 Características Biofísicas.....	38
1.5.20 Factores que contaminan al Lago de Atitlán .....	47
1.5.21 Árbol de Problemas .....	51
1.5.22 FODA de principales problemas del municipio.....	53
1.6 Conclusiones .....	54
1.7 Recomendaciones .....	55
1.8 Bibliografía.....	56
1.9 ANEXOS.....	57

**CONTENIDO****PÁGINA**

2.CAPÍTULO II Evaluación de la Bioestimulación y Nutrición en el Rendimiento del Cultivo de Brócoli ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Marathon</i> ) en el Municipio de San José Chacayá, Sololá.....	65
2.1 PRESENTACIÓN.....	66
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	67
2.3 JUSTIFICACIÓN.....	67
2.4 MARCO TEÓRICO .....	68
2.5 Marco conceptual.....	68
2.5.1 Generalidades botánicas del cultivo del brócoli.....	68
2.5.2 Taxonomía.....	69
2.5.3 Características.....	69
2.5.4 Composición química del brócoli.....	70
2.5.5 Agroecología del cultivo .....	70
2.5.6 Fases del cultivo .....	71
2.5.7 Técnicas del cultivo.....	72
2.5.8 Preparación del terreno .....	72
2.5.9 Época de siembra.....	73
2.5.10 Densidad de siembra .....	74
2.5.11 Irrigación.....	74
2.5.12 Fertirrigación y fertilización .....	74
2.5.13 Labores culturales durante el crecimiento del cultivo .....	75
2.5.14 Aporcado y rehundido.....	75
2.5.15 Malezas .....	75
2.5.16 Control de malezas .....	76
2.5.17 Fisiopatía .....	76
2.5.18 Plagas del brócoli .....	77
2.5.19 Cosecha .....	79
2.5.20 Valor nutricional del brócoli.....	80
2.5.21 Funciones de los principales nutrientes en la planta .....	81
2.5.22 Reguladores de Crecimiento.....	83
2.5.23 Antecedentes.....	88
2.6 MARCO REFERENCIAL.....	90
2.6.1 Características generales del área.....	90
2.6.2 Localización y colindancias geográficas.....	90
2.6.3 Población.....	93
2.6.4 Origen del nombre .....	93
2.7 OBJETIVOS.....	96
2.8 HIPÓTESIS.....	96
2.9 METODOLOGÍA .....	97
2.9.1 Descripción del material evaluado .....	97
2.9.2 Método experimental: .....	97
2.9.3 Modelo estadístico .....	98
2.9.4 Tratamientos.....	99
2.10 Datos de campo.....	101
2.11 Procesamiento de información.....	102
2.1 Variables de respuesta .....	102
2.11.1 Medición de las variables.....	102
2.11.2 Análisis de Variables.....	103
2.12 RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	103
2.12.1 Resultados agronómicos.....	103

**CONTENIDO****PÁGINA**

2.12.2	Resultados Económicos.....	111
2.13	CONCLUSIONES .....	114
2.14	RECOMENDACIONES .....	114
2.15	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN .....	115
2.16	ANEXOS.....	116
2.17	BIBLIOGRAFÍA.....	117
3.	CAPÍTULO III: Servicios Realizados en Santa Cruz LA Laguna, Sololá.....	119
3.1	Presentación.....	120
3.2	Servicio I: Proyecto dotación avícola (pollos de engorde) .....	121
3.2.1	Antecedentes.....	121
3.2.2	Problemática.....	122
3.2.3	Justificación .....	122
3.2.4	Objetivos.....	123
3.2.5	Metas del proyecto.....	123
3.2.6	Descripción del proyecto.....	124
3.2.7	Beneficio del proyecto.....	124
3.2.8	Estudio técnico .....	125
3.2.9	Aspecto administrativo.....	125
3.2.10	Aspectos ambientales.....	126
3.2.11	Costos de proyecto.....	126
3.2.12	Evaluación del proyecto.....	126
3.2.13	Presupuesto.....	127
3.2.14	Capacitación en el Caserío Jaibalito .....	129
3.2.15	Capacitación en el casco urbano de Santa Cruz La Laguna .....	129
3.1.1	Entrega de materiales .....	129
3.2.16	Entrega de materiales.....	130
3.2.17	Entrega de pollos de engorde .....	132
3.3	Servicio II: Establecimiento de tres viveros forestales .....	133
3.3.1	Presentación.....	133
3.3.2	Justificación .....	134
3.3.3	Objetivos.....	135
3.3.4	Descripción del proyecto.....	135
3.3.5	Definición del problema .....	135
3.3.6	Solución del problema .....	136
3.3.7	Sostenibilidad del proyecto .....	136
3.3.8	Impacto del proyecto.....	137
3.3.9	Ubicación de los viveros. ....	137
3.3.10	Metodología .....	137
3.3.11	Presupuesto del vivero .....	139
3.4	Capacitación a escuela, instituto del municipio .....	142
3.4.1	Objetivos.....	142
3.4.2	Metodología .....	142
3.4.3	Anexos.....	144
4.	Bibliografía .....	145

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 1 Municipio de Santa Cruz La Laguna, Sololá.....	5
Figura 2 Ubicación de los caseríos y aldeas de Santa Cruz La Laguna, Sololá .....	6
Figura 3: Ubicación del municipio de Santa Cruz La Laguna, Sololá .....	6
Figura 4 Ubicación del municipio de Santa Cruz La Laguna Sololá .....	7
Figura 5 Número de habitantes por edad.....	12
Figura 6 Actividad artesanal en los distintos caseríos de Santa Cruz La Laguna, Sololá .....	31
Figura 7 Principales ríos de Santa Cruz La Laguna .....	41
Figura 8 Porcentaje de pendientes en Hectáreas .....	44
Figura 9 Uso actual del suelo en el Municipio .....	45
Figura 10 Tipos de cianobacterias Melosira, Lyngbya.....	49
Figura 11 Niveles de nitratos y fosfatos desde 1968 a 2010 .....	49
Figura 12 Relación N: P en el 2010 .....	50
Figura 13 Incremento en los Nitratos .....	50
Figura 14 Niveles de fosfatos y nitratos en su nivel máximo .....	51
Figura 15 Árbol de problemas ambientales y agrícolas de Santa Cruz La Laguna Sololá.....	52
Figura 16 Mapa de zonas de vida del Municipio de Santa Cruz La Laguna Sololá .....	59
Figura 17 Mapa de Pendiente del municipio de Santa Cruz La Laguna. ....	60
Figura 18 Mapa de altitudes del municipio de Santa Cruz La Laguna, Sololá .....	61
Figura 19 Mapa Fisiografía de Santa Cruz La Laguna, Sololá .....	62
Figura 20 Mapa de Capacidad de uso de los suelos de Santa Cruz La Laguna, Sololá.....	63
Figura 21 Mapa de Profundidades de los suelos de Santa Cruz La Laguna, Sololá. ....	64
Figura 22: <i>Brassica oleracea var. Italica</i> .....	69
Figura 23 Composición química del brócoli.....	70
Figura 24: Ubicación del departamento de Sololá.....	91
Figura 25 Municipio de San José Chacaya departamento de Sololá.....	92
Figura 26 Mapa de Sololá indicando el municipio de San José Chacaya, Sololá .....	92
Figura 27 Distribuciones de las unidades experimentales.....	97
Figura 28 Ensayo bifactorial mostrando la distribución de los niveles de fertilización y los tratamientos.....	98
Figura 29 Comparaciones de medias de peso en (Kg/ ha) de la inflorescencia del brócoli .....	106
Figura 30 Comparación de peso de inflorescencia por unidad experimental en Kg/ ha.....	107
Figura 31 comparación de medias en el Diámetro de inflorescencia en (cm).....	110
Figura 32 Capacitación a grupo de beneficiadas del proyecto pollos de engorde .....	129
Figura 33 Capacitación a grupo de beneficiadas por el proyecto de pollos de engorde .....	129
Figura 34 Entrega de materiales para la construcción de galeras .....	130
Figura 35 Modelo de galera a construir.....	131
Figura 36 Entrega de los pollos para engorde en el caserío Jaibalito .....	132
Figura 37 Cercado del vivero .....	140
Figura 38 Finalización del vivero.....	140
Figura 39 Vivero comunal de Tzununá, antes y después.....	140
Figura 40 desmalezado y nivelado.....	141
Figura 41 cercado del terreno .....	141

## **ÍNDICE DE CUADROS**

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 1 Población por área urbana y rural del municipio.....	10
Cuadro 2 Cuadro de rango de edades en el municipio.....	11
Cuadro 3 Organizaciones Gubernamentales y no Gubernamentales .....	15
Cuadro 4 Grupos religiosos que existen en Santa Cruz La Laguna .....	18
Cuadro 5 Tendencia de la tierra en microfincas de los años 1979, 2003, 2006 y 2010 .....	19
Cuadro 6 Tenencia de la tierra en fincas subfamiliares .....	20
Cuadro 7 Nivel de empleo según actividad productiva año 2009.....	26
Cuadro 8 actividad agrícola en microfincas año 2010.....	28
Cuadro 9 Volumen y valor de la producción; Actividad pecuaria Año 2010 .....	29
Cuadro 10 Asistencia técnica, por caseríos y aldea año 2010 .....	32
Cuadro 11 Servicios prestados en el año 2010.....	34
Cuadro 12 Desastres en el municipio de Santa Cruz La Laguna.....	36
Cuadro 13 Fisiografía de Santa Cruz La Laguna.....	39
Cuadro 14 Especies forestales y frutales Año 2010 .....	42
Cuadro 15 Santa Cruz La Laguna, Sololá Especies más importantes Año 2010 .....	43
Cuadro 16 Pendientes del suelo .....	43
Cuadro 17 Uso actual de la tierra .....	45
Cuadro 18 Uso actual del suelo de Santa Cruz La Laguna. ....	46
Cuadro 19 FODA del municipio de Santa Cruz La Laguna, Sololá.....	53
Cuadro 20 Conceptos de las diferentes categorías de suelo.....	58
Cuadro 21 Distanciamiento de siembra.....	74
Cuadro 22 Composición nutricional del brócoli .....	80
Cuadro 23 Descripción de la composición química de ENEROOT.....	93
Cuadro 24 Descripción de la composición química de ENEFRUIT .....	94
Cuadro 25 Descripción de la composición química de Sulfomagnical 30 Ca + 15 S.....	95
Cuadro 26 Dosificaciones de los Bioestimulantes según tratamiento .....	100
Cuadro 27 Calendarización de las aplicaciones del bioestimulador en brócoli.....	100
Cuadro 28 Fecha de muestreo de suelo y de biomasa radicular .....	101
Cuadro 29 Fecha de inicio de cosecha y finalización de cosecha .....	101
Cuadro 30 Análisis de la varianza para la variable peso .....	104
Cuadro 31 Comparación Múltiple de medias DUNCAN en peso de inflorescencia Kg/ha.....	105
Cuadro 32 Cuadro de análisis de la varianza .....	108
Cuadro 33 Comparación Múltiple de medias DUNCAN en diámetro de inflorescencia Kg/ha.....	109
Cuadro 34 : Beneficio por tratamientos .....	111
Cuadro 35 Tratamientos de Eneroot y Enerfruit en (área = 80 mt <sup>2</sup> ) .....	112
Cuadro 36 Tratamiento de Sulfamagnical en un área de 80 m <sup>2</sup> .....	112
Cuadro 37 Beneficios económicos directos y tasa de retorno .....	113
Cuadro 38: Cronograma de Ejecución.....	115
Cuadro 39 Costos y financiamiento del proyecto de dotación avícola .....	121
Cuadro 40 Presupuesto del proyecto de pollos de engorde .....	127
Cuadro 41: Calendarización de capacitaciones del proyecto pollos de engorde.....	128

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 42: Presupuesto del vivero .....	139
Cuadro 43: Calendarización de capacitaciones en Santa Cruz La Laguna Sololá.....	143

**TRABAJO DE GRADUACION**  
***Evaluación de la Bioestimulación y Nutrición en el Rendimiento del Cultivo de***  
***Brócoli (Brassica oleracea var. Marathon) en el Municipio de San José Chacayá,***  
***Sololá, Guatemala, C.A.***

***Bio-stimulation and nutrition assessment on broccoli crop yield (Brassica oleracea var. Marathon) in the Municipality of San Jose Chacayá, Sololá, Guatemala, CA***

**RESUMEN**

El presente documento describe lo realizado en el municipio de Santa Cruz La Laguna Sololá durante el periodo de EPS comprendido entre febrero y noviembre del año 2010, en el cual se describe un diagnóstico general, una investigación y los servicios realizado en dicho municipio.

Se realizó un diagnóstico actualizado del Municipio de Santa Cruz La Laguna, el cual sirve de base para tener una idea sólida de su estado actual, a la vez es útil para elaborar propuestas de desarrollo que estimulen el crecimiento directo del municipio y que esté disponible para la comunidad y así contar con información base para la gestión de proyectos. Entre los problemas que se detectaron en la comunidad, se pueden mencionar lo relacionado al uso irracional de los recursos naturales renovables, falta de organización comunitaria y falta de acuerdo comunitarios para ejecutar proyectos productivos sin deteriorar los recursos naturales renovables de la comunidad.

En base a lo detectado por medio del diagnóstico se realizó una evaluación de bio reguladores en el cultivo de brócoli con la finalidad de poder demostrar que los bioestimuladores son un componente vital de los sistemas agrícolas sustentables, ya que constituyen un medio económicamente atractivo que mejoran la cantidad y calidad de los productos. La investigación se realizó en el municipio de San Jose Chacaya utilizando un diseño experimental bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas (Ensayo Bifactorial) con cuatro surcos de 10 metros de largo cada uno, se aplicaron cinco tratamientos, con cuatro repeticiones, con tres niveles de fertilización. Las variables

evaluadas fueron diámetro y peso de inflorescencia. El tratamiento con el cual se obtuvo el mejor resultado fue con la aplicación del tratamiento Enerfruit + Enerroot cuya formulación la componen los siguientes ingredientes activos sustancias orgánicas 50-56% Nitrógeno (N) 7.25% p/p fosforo (  $P_2O_5$ ) 0.0% p/p potación ( $K_2O$ ) 0.0% p/p Magnesio (Mg) 2.10 % p/p Giberelinas 0.05% p/p Auxinas 0.05% p/p Citoquininas 0.05% p/p 46.17% p/p Aminoácidos totales 46.17% a una concentración del 50% a 300g por mochila, con el cual se observó el mayor peso y diámetro de inflorescencia en comparación a los demás tratamientos evaluados.

Para mitigar algunos problemas detectados en el diagnóstico se realizaron algunos servicios los cuales fueron priorizados por la corporación municipal de Santa Cruz La Laguna, Sololá. Los servicios realizados fueron los siguientes: capacitación a los jóvenes del Instituto Nacional de Educación Básica - I.N.E.B - y a los Estudiantes de la Escuela Tecún Umán sobre la reducción de la contaminación y la preservación de los recursos naturales en la comunidad, establecimiento de tres viveros forestales, dos en la comunidad de Santa Cruz y uno en el caserío de Tzununá los cuales se establecieron para realizar un programa de reforestación en donde se involucraron a los jóvenes y a las personas de la comunidad para sembrar los árboles en las partes altas del casco urbano y de los caseríos con el fin de reducir los problemas de erosión en las partes consideradas de mayor riesgo. Proyecto de "Dotación Avícola" (pollos de engorde) en los caserío Jaibalito, Chuitzanchaj y la comunidad de Santa Cruz La Laguna Sololá con el fin de incentivar a las personas para que puedan tener un ingreso económico adicional para el desarrollo de cada familia.

**1. *CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DE SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLÁ***

## **1.1 Presentación**

El presente diagnóstico es la principal herramienta en el conocimiento de una región o comunidad ya que permite determinar la problemática de manera general y la forma en que esta es percibida por los pobladores. A través de la investigación se pudo ubicar a la localidad, conocer de forma general los recursos naturales renovables, además de los aspectos sociales, económicos y culturales.

El generar un diagnóstico actualizado del Municipio de Santa Cruz La Laguna, sirve de base para tener una idea sólida del contexto en el cual está el municipio actualmente, a la vez es útil para elaborar propuestas de desarrollo que estimulen el crecimiento directo del municipio y que esté disponible para la comunidad y así contar con información base para la gestión de proyectos. Entre los problemas que presenta la municipalidad, se puede mencionar lo relacionado al uso irracional de los recursos naturales renovables, falta de organización comunitaria y falta de acuerdo comunitarios para ejecutar proyectos productivos sin deteriorar los recursos naturales renovables de la comunidad. Con la elaboración del diagnóstico por parte del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía – E.P.S.A -, permite al estudiante el acercamiento y la ejecución del plan de servicios que beneficie a la comunidad.

## **1.2 Marco Referencial**

El municipio de Santa Cruz La Laguna se encuentra situado en la parte central del departamento de Sololá, en la Región VI o Región Sur occidental. Se localiza en la latitud Norte 14° 44' 34" y en la longitud Oeste 91° 12' 25". Limita al Norte con los municipios de Santa Lucía Utatlán y San José Chacayá; al Sur con el Lago de Atitlán; al Este con la aldea San Jorge La Laguna del municipio de Sololá; y al Oeste con el municipio de San Marcos La Laguna. (PNUD 2005.)

Cuenta con una extensión territorial de 12 kilómetros cuadrados y una población de 6,133 habitantes. Está conformado por la cabecera municipal que es Santa Cruz la Laguna, la aldea Tzununá y los caseríos Jaibalito, Chuitzanchaj, Chaquijchoy y Pajomel. Las partes altas se encuentran ubicadas al Norte del Municipio, correspondiente a los caseríos Chaquijchoy, Chuitzanchaj y Pajomel. Las partes bajas corresponden a la Cabecera Municipal, aldea Tzununá y caserío Jaibalito, que se encuentran ubicados a orillas del Lago de Atitlán.

El origen del nombre de Santa Cruz La Laguna es bíblico y parte de la motivación de los primeros pobladores en asignarle a cada uno de los pueblos alrededor del Lago, nombres de los doce apóstoles mencionados en el Nuevo Testamento de la Biblia. Santa Cruz era una de las santas patronas en esta área, y la población del municipio la adoptó predominantemente sobre los discípulos debido a que desde hacía mucho tiempo ya se le rendía culto, y que hasta hoy en día, permanece como tal, habiéndose quedado en el olvido los otros tres patronos que la comunidad tenía.

### **1.2.1 Breves datos históricos del municipio**

Santa Cruz La Laguna estuvo ocupada desde la época prehispánica por indígenas cakchiqueles. Se presume que fue fundado en la década de 1540, cuando los misioneros franciscanos, en cumplimiento de una real cédula del mismo año, procedieron a formar reducciones o pueblos de indios. En la Recordación Florida (1690), escrita por el célebre cronista Francisco Antonio De Fuentes y Guzmán, es

mencionado el pueblo de Santa Cruz La Laguna, "con un número estimado de 1,200 habitantes". (PNUD, 2005. 57 pp)

Sobre el año de 1650 los habitantes del municipio de San Marcos La Laguna tuvieron un litigio con los vecinos del municipio de Santa Cruz La Laguna, por la propiedad de las tierras de Tzununá, pero el tribunal falló a favor de Santa Cruz La Laguna. En 1690 volvieron los pobladores del municipio de San Marcos La Laguna a plantear otra demanda la que nuevamente fue ganada por Santa Cruz La Laguna. Durante el período colonial, el municipio de Santa Cruz La Laguna, perteneció al corregimiento de Tecpán, Atitlán o Sololá, que por el año de 1730 se convirtió en la Alcaldía Mayor de Sololá.

En 1872 se da una división territorial, apropiándose el departamento de Quiché de la mayor parte del territorio de Sololá. Dentro de los pueblos que quedaron como parte de Sololá figuraba Santa Cruz La Laguna. En la antigüedad este municipio ocupaba un valle distante diez cuerdas del actual, probablemente el gran abanico aluvial inmediatamente abajo del que hoy ocupa, pero fue destruido por una inundación y trasladado a su lugar actual hace cien años.

Conforme consta en los estudios de Flavio Rojas Lima publicados por el Seminario de Integración Social Guatemalteca, Santa Cruz La Laguna es uno de los pueblos más pobres de las orillas del Lago y seguramente de toda la región. Los pobladores apenas presentan cambios perceptibles.

El seminario de integración social de Guatemala, en los años 50 había anotado que en Atitlán, se estaban perdiendo los elementos de la cosmovisión y costumbres étnicas, debido al servicio militar, migraciones, penetraciones culturales y actividades de religiosos fundamentalistas, durante la guerra se destruyó la cultura, pese a eso los cakchiqueles del departamento de Sololá, conservan sus vestimentas y costumbres en relación con otras regiones del país. (PNUD, 2005. 57 pp)

### 1.2.2 Justificación de la creación de la Municipalidad

Al contar con la Municipalidad en la Cabecera de Santa Cruz La Laguna por ser el área más cercana a la Cabecera Municipal de Sololá, esta comunidad fue beneficiada, por medio de este ente Municipal el cual se obtuvo el desarrollo para sus cuatro caseríos y Aldea, tanto en Economía como en Infraestructura, Salud y Educación entre otros. Siendo así para la comunidad un paso al desarrollo y que mejoren el nivel de vida y así mismo su nivel de organización como Comunidad. (FUNCEDE 1997)

### 1.2.3 Organigrama

El Municipio es la unidad básica de la organización territorial del estado y espacio inmediato de la participación ciudadana en los asuntos públicos, el Decreto 58-88 Código Municipal en vigencia al año 1994, así como el Decreto 12-2002 nuevo Código Municipal vigente al año 2003, le otorgan autoridad a la Municipalidad para definir su organización territorial. A continuación se presenta el organigrama actual:

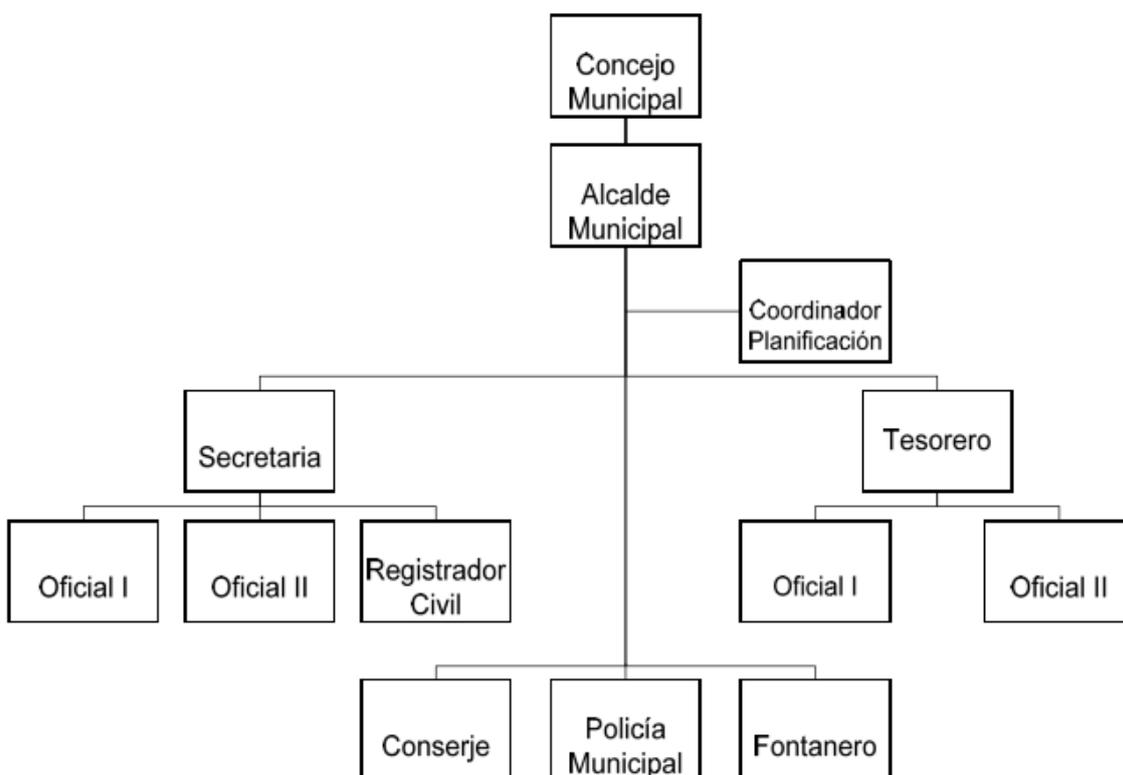


Figura 1 Municipio de Santa Cruz La Laguna, Sololá

Es importante indicar que el Decreto 12-2002 Código Municipal integra a la corporación que se encarga de dirigir el municipio de Santa Cruz La Laguna de la siguiente forma: Alcalde Municipal, cuatro Concejales, dos Síndicos, un Secretario, un Tesorero, dos Oficiales Administrativos y nueve Alcaldes Auxiliares. Además el Municipio cuenta con el apoyo de un Juzgado de Paz y una sub-estación de Policía Nacional Civil. Según se muestra gráficamente como resultado de la investigación, difiere el diseño de la organización en comparación a lo que menciona el Decreto. (PNUD 2005.) El Decreto 11-2002, fruto de los Acuerdos de Paz establece la creación del Sistema de Consejo de Desarrollo establecido legalmente en abril del 2002 a nivel nacional a través de la Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, para dar cumplimiento a los compromisos establecidos en los Acuerdo sobre Aspectos Socioeconómicos y Situación Agraria. De acuerdo a la información proporcionada por la municipalidad, al 2010 en el municipio existen formalmente seis consejos comunitarios de desarrollo y consejo municipal de desarrollo, distribuidos en los diferentes centros poblados, los que se reúnen para tratar propuestas y opiniones sobre la problemática de la comunidad.

#### 1.2.4 Características Socio Económicas

##### 1.2.4.1 Aldea y caseríos que integran el Municipio de Santa Cruz La Laguna

Santa Cruz la Laguna está conformado por una aldea y cuatro caseríos y la Cabecera Municipal por lo que a continuación se presentan las seis comunidades que conforman el Municipio de Santa Cruz la Laguna; Cabecera municipal, caserío Jaibalito, caserío Pajomel, caserío Chuitzanchaj, caserío Chaquijchoy, aldea Tzununá.

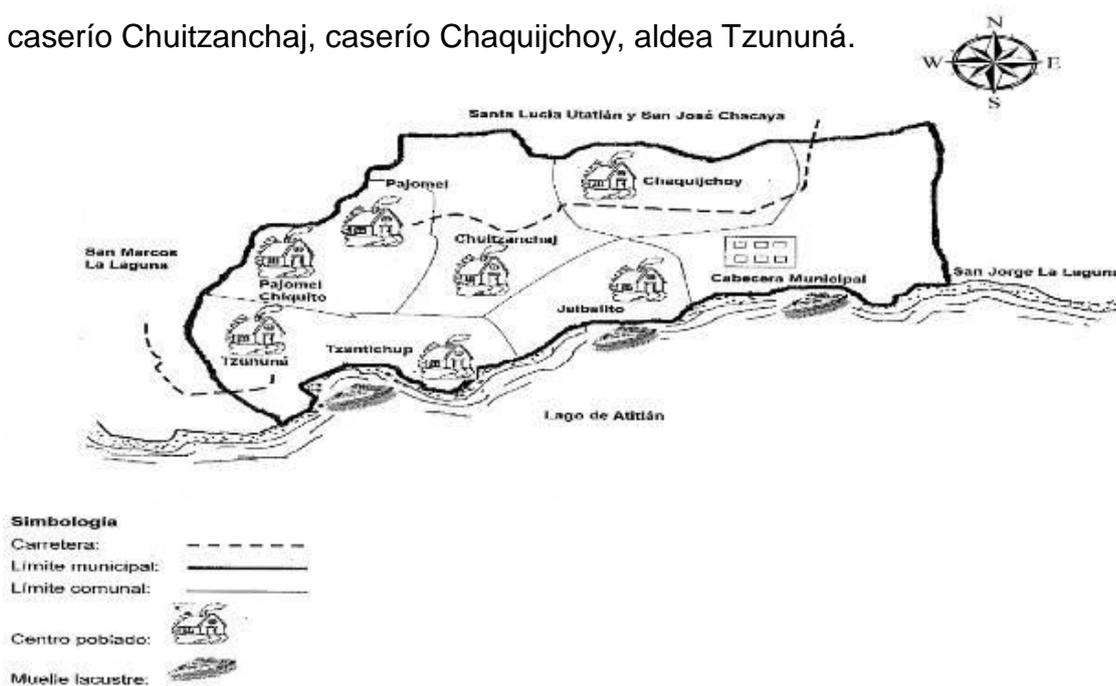


Figura 2 Ubicación de los caseríos y aldeas de Santa Cruz La Laguna, Sololá

## UBICACION DEL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ LA LAGUNA SOLOLA



### LEYENDA



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Agronomía -FAUSAC-  
Ejercicio Profesional Supervisado -EPSA-  
Febrero 2010 - Noviembre 2010  
Procesador: Milton Castellanos Veliz  
Proyeccion GTM, Datum WGS 1984



Figura 4 Ubicación del municipio de Santa Cruz La Laguna Sololá

### **1.2.5 Vías de acceso**

Las vías de acceso para Santa Cruz La Laguna es por medio del Lago de Atitlán y los otros accesos es a pie por la aldea y los cuatro caseríos de Santa Cruz La Laguna, la cabecera de Santa Cruz La Laguna cuenta con una carretera de terracería que comunica a San José Chacaya, y Sololá. Esta no es transitable debido a que aún no está terminada. Es importante que este proyecto se finalice para beneficio de toda la población de Santa Cruz La Laguna.

### **1.2.6 Otras vías de acceso a la cabecera municipal**

**Caserío Jaibalito:** La vía de acceso es por medio del Lago de Atitlán, que comunica con otros municipios que se encuentran alrededor del Lago de Atitlán que se sitúa en el Departamento de Sololá. Por las condiciones del terreno se localiza un sendero que es utilizado por los pobladores de Jaibalito para llegar a la cabecera municipal, se atraviesa en 25 minutos, este es el único camino que los une, la mayoría lo hace por medio de lancha.

**Caserío Tzununá:** Las vías de acceso son por medio del Lago de Atitlán y por medio de la carretera de terracería que comunica al municipio de San Marcos La Laguna Sololá.

**Caserío Chuitzanchaj:** El acceso es por medio de carretera de terracería por el municipio de Santa Lucía Utatlán, Sololá.

**Caserío Chaquijchoy:** El acceso es por medio de carretera de terracería que viene del municipio de Santa Lucía Utatlán, Sololá.

**Caserío Pajomel:** El acceso es por carretera de terracería por el municipio de San José Chacayá de aproximadamente doce kilómetros y la distancia del caserío a la cabecera municipal es de aproximadamente 31 kilómetros, vía Sololá-Panajachel.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Describir y analizar la situación actual del municipio de Santa Cruz La Laguna, para con ello obtener la información sobre los problemas y necesidades del municipio.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Describir el entorno socio-ambiental del municipio.
- Identificar las capacidades productivas de las comunidades que conforman a Santa Cruz La Laguna.
- Identificar la problemática ambiental que afecta al municipio.

### **1.4 Metodología**

#### **1.4.1 Fase inicial de gabinete**

Se recopiló la información general del municipio en la Oficina Municipal de Planificación -OMP- de la municipalidad de Santa Cruz La Laguna la cual fue desarrollada con anterioridad sobre el municipio en estudio y de la cuenca del Lago de Atitlán. Los principales datos recopilados fueron edafológicos, climatológicos, geológicos, ecológicos, fisiográficos y socioeconómicos locales. Se revisó la información cartográfica generada por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA-

#### **1.4.2 Fase de campo**

Se realizó una encuesta conjuntamente con la municipalidad de Santa Cruz La Laguna, por medio de caminamientos, reconocimientos de los caseríos y aldea que corresponden al municipio con el fin de estimar el estado de los recursos naturales y determinar la problemática ambiental del municipio corroborando la información obtenida en la fase de gabinete inicial.

### **1.4.3 Fase final de gabinete**

Se basó fundamentalmente en el análisis y sistematización de la información obtenida y corroborada en la fase de campo, con el fin de desarrollar este diagnóstico.

## **1.5 Resultados**

### **1.5.1 Colindancias**

Santa Cruz La Laguna se encuentra entre montañas y del Lago de Atitlán por lo que su acceso es limitado ya que solo por lancha se puede acceder a la Cabecera Municipal y Jaibalito. En Tzununá existe una carretera de conexión con San Marcos La Laguna. Para los caseríos en la parte alta del municipio se encuentran tres accesos. Uno por San José Chacayá, y otros dos por Santa Lucía Utatlán.

### **1.5.2 Población**

El territorio del municipio de Santa Cruz La Laguna que es parte de la cuenca Noroeste del Lago de Atitlán, tiene 6,133 habitantes y la densidad poblacional es de alrededor de 511 habitantes/km<sup>2</sup>. El centro poblado con mayor cantidad de habitantes es La Aldea Tzununá aún mayor que la cabecera municipal, cuya población equivale al 31% del total del municipio.

#### ***Población por área urbana y rural***

En el municipio de Santa Cruz La Laguna, la población rural predomina (78%), sobre la urbana, (22%), conforme se observa en el siguiente cuadro, esto significa que la presión sobre los recursos naturales es fuerte, principalmente en cuanto al consumo de leña como fuente de energía, y a través de las prácticas agrícolas en suelos de vocación forestal. (INE, 2002)

**Cuadro 1 Población por área urbana y rural del municipio**

Área	Población	Porcentaje
Total	6,133	100
Urbano	1,325	22
Rural	4,808	78

*Fuente: Investigación realizada por el Equipo Multiprofesional, del Informe consolidado 2,009 del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social para Santa Cruz La Laguna, Sololá*

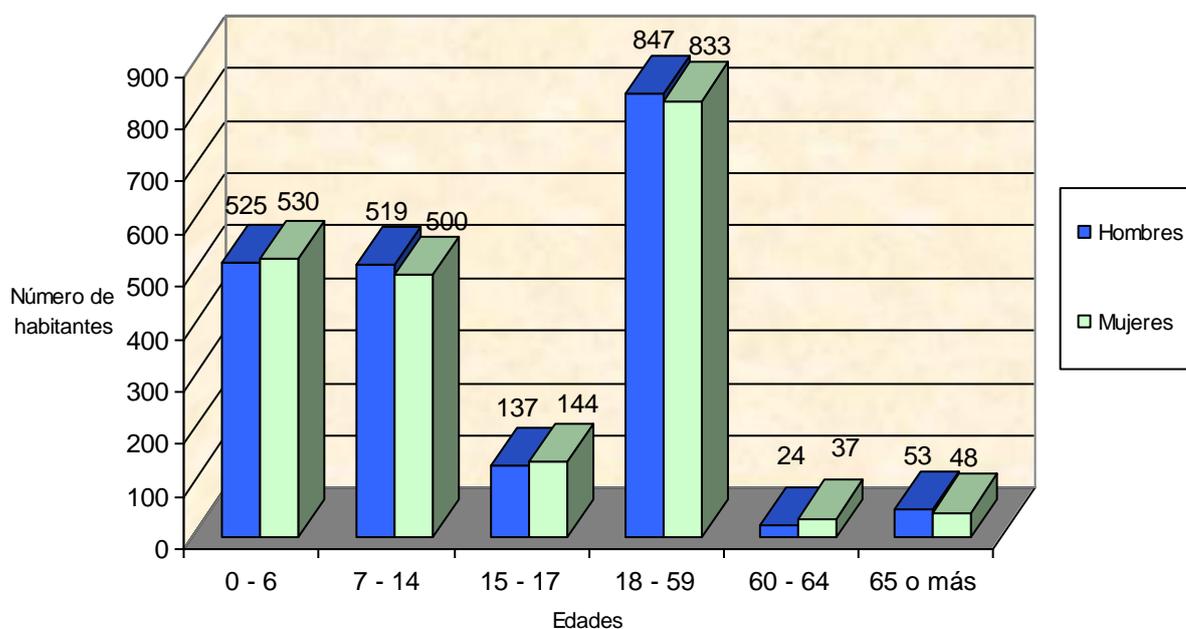
Según el XI Censo de Población y el VI de Habitación, INE, 2002 la población, entre las edades de 7 y 59 años, representa, aproximadamente, el 71% (2,980 personas) del total de habitantes del municipio; esto indica la representación de la fuerza laboral del municipio, debido a que los niños de 7 años se les ha considerado en este municipio como integrantes de la población económicamente activa (INE, 2002).

La población entre los 7 y 14 años, o sea, en edad escolar de nivel primario representa el 24% del total y los jóvenes de 15 a 17 años constituyen el 7%. Estos últimos dos grupos que deberían perfilar como estudiantes, pasan la mayor parte de su tiempo trabajando debido a la situación económica precaria de los hogares, los niños y jóvenes cambian el estudio por el trabajo.( INE, 2002). Otro de los grupos de población que merece atención especial es el comprendido entre los 0 y 6 años, que corresponde al 25%, esto indica que es necesario realizar una planificación para esta población, que al crecer requerirá, alimento, vestido, estudio y vivienda. (INE, 2002). El porcentaje de personas con más de 60 años es sumamente bajo, cerca del 4%, lo que indica que la expectativa de vida de las personas en este municipio es baja, conforme se observa en el presente cuadro y gráfica respectivamente.

**Cuadro 2 Cuadro de rango de edades en el municipio**

Edad	Cantidad	Porcentaje	Hombre	Mujeres
Total	4,197	100	2,105	2,092
0 - 6	1,055	25	525	530
0 - 14	1,019	24	519	500
15 - 17	281	7	137	144
18 – 59	1,680	41	847	833
60 – 64	61	1	24	37
65 0 más	101	2	53	48

Fuente: XI Censo de Población y VI de Habitación, INE 2002.



**Figura 5 Número de habitantes por edad**

La grafica demuestra la variabilidad del índice poblacional de acuerdo a la edad de cada habitante, de manera que el índice poblacional más alto está comprendido en las edades de 18 a 59 años.

### **1.5.3 Educación**

El municipio de Santa Cruz La Laguna, cuenta con 12 establecimientos educativos públicos, para el nivel primario y dos establecimientos de educación básica, el Instituto Nacional de Educación Básica, está ubicado en la cabecera municipal y el Instituto por cooperativa en el caserío Chuitzanchaj, el cual fue aperturado en el año 2009. Es importante mencionar que los demás caseríos como: Aldea Tzununá, y Caserío Jaibalito, que se ubican en la parte baja del municipio, no cuentan con establecimientos para la educación básica, así mismo los caseríos Chaquijchoy y Pajomel los cuales están en la parte alta del municipio, tampoco cuentan con este servicio de educación básica. Estos cuatro caseríos no cuentan con establecimientos de educación básica, los jóvenes están obligados asistir a los centros educativos de la cabecera municipal o al caserío Chuitzanchaj. El municipio de Santa Cruz, no cuenta con un establecimiento con instalaciones adecuadas para brindar los servicios de Educación Media, los estudiantes que quieren seguir estudiando tienen que viajar a otros municipios del Departamento de Sololá, para continuar estudiando el nivel diversificado. Las principales causas de que en Santa Cruz La Laguna no exista educación de diversificado es falta de fondos de parte de la municipalidad para comprar terrenos

municipales para crear instalaciones. Pocas personas son las que tienen posibilidades económicas para enviar a sus hijos para continuar su educación fuera del municipio

#### **1.5.4 Etnia, idioma**

Es común que en el Departamento de Sololá la mayoría de su población sea indígena, el municipio de Santa Cruz La Laguna no es la excepción, ya que según los Censos Poblacionales realizados por el INE en los años 1994 y 2002, coinciden con la muestra efectuada en el año 2010, en cuanto a que el 99% de la población es indígena y hablan el idioma Kaqchikel y el 1% únicamente es no indígena.

#### **1.5.5 Organización social, cultural y desarrollo comunitario**

##### **1.5.5.1 Organización social local**

En la cabecera municipal, actualmente existen 22 organizaciones entre los que figuran religiosos, comités de hombres y mujeres que pertenecen a asociaciones y organizaciones pro desarrollo y en pro de celebraciones, de salud, Educación, COCODE, ambiente y de la municipalidad, etc.

Entre las 21 organizaciones que existen en la cabecera 12 son las que tienen algún apoyo externo al municipio, entre éstas hay instituciones públicas, privadas, religiosas y ONG, además se puede mencionar que a nivel interno de la cabecera se encuentra la municipalidad quien apoya a ciertas organizaciones de la cabecera como por ejemplo a la Junta Municipal de Fútbol, al COCODE, al COMUDE y como al comité Pro fiesta del Pueblo, el resto de organizaciones principalmente de índole religioso, generalmente no tienen suficiente apoyo externo, sino que son auto sostenibles a través de sus aportes como feligreses en sus organizaciones religiosas. En Santa Cruz La Laguna existen diferentes tipos de organizaciones, entre ellas se puede mencionar la Asociación de lancheros, Comité de Emergencia de Salud, Junta Directiva de la Acción Católica, Juntas Directivas de Iglesias Evangélicas, la Corporación Municipal, Comités de Mujeres y Policía Municipal. (PNUD 2005.)

Generalmente en las iglesias es en donde existe más participación de los habitantes, mientras que en las juntas directivas de otras organizaciones el nivel de participación

es bajo. Existe además el órgano de coordinación COCODE, electo por una asamblea de la comunidad en el mes de marzo del 2004.

Actualmente se están organizando un grupo de mujeres con el apoyo de la Fundación ANDAR y que busca un espacio en el Consejo Municipal de Desarrollo ya que actualmente no se tiene ninguna participación de la mujer en este espacio. Cabe mencionar que para marzo de 2009 comenzó a funcionar la Oficina Municipal de la Mujer con espacio físico en la Municipalidad de Santa Cruz La Laguna. El COMUDE de Santa Cruz La Laguna está conformado por 34 integrantes que representan a seis COCODES, Corporación Municipal, Instituciones Públicas que tienen presencia en el municipio y de ONG, que se reúnen mensualmente en la cabecera municipal.

Entre otras organizaciones, se encuentra una organización de Medio Ambiente, en donde participan personas de la cabecera y extranjeros que viven en el mismo lugar, existe una organización que se denomina Amigos de Santa Cruz que apoya a la población en el tema de Salud, además se encuentra otra organización que apoya en apadrinamientos de niños, denominado Niños de Oro.

Existe otra organización en la cabecera municipal, su apoyo es en el tema de Salud, educación y algunos proyectos productivos, que atiende a la cabecera municipal y otras comunidades del municipio. Actualmente comienza a trabajar la organización Pura Vida en materia de reciclaje y conservación de desechos.

En el Municipio, se cuenta con la presencia de 18 instituciones gubernamentales y 9 no gubernamentales, que apoyan a diferentes grupos en cada una de las comunidades del municipio de Santa Cruz La Laguna, a continuación se presenta la descripción de dichos entes.

**Cuadro 3 Organizaciones Gubernamentales y no Gubernamentales**

No.	ORGANIZACIÓN	ACTIVIDAD QUE DESARROLLA
1	SOSEP (Secretaría de Obras Sociales de la Esposa del Presidente)	Capacitaciones a grupos de mujeres y a la comunidad.
2	SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación)	Sistema de apoyo gubernamental en financiamiento a proyectos de desarrollo
3	MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales)	Fortalecimiento de organizaciones agrícolas, proyectos productivos, sostenibilidad agrícola, epidemiología vegetal, regulación ambiental y asistencia técnica y crediticia.
4	CONAP (Coordinadora Nacional de Áreas Protegidas)	Regulación en pro de la conservación de áreas protegidas
5	MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación)	Apoyo a la actividad productiva y ganadera, distribuidora de fertilizantes
6	PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo)	Fortalecimiento al Consejo de Desarrollo Municipal (COMUDE) en proyectos de desarrollo comunitario
7	FONAPAZ (Fondo Nacional para la Paz)	Apoyo en financiamiento y ejecución de proyectos de infraestructura.
8	FIS (Fondo de Inversión Social)	Apoyo en financiamiento y ejecución de proyectos de infraestructura.
9	Plataforma Agraria a través del ASUDI	Organización de campesinos en apoyo al desarrollo agrícola

10	PNC (Policía Nacional Civil)	Apoyo en materia de seguridad ciudadana en el Municipio, principalmente en la Cabecera
11	CONALFA (Comité Nacional de Alfabetización)	Apoyo mediante el sistema de alfabetización a nivel municipal
12	Sub Delegación del Registro de Ciudadanos	Apoyo municipal para Empadronamiento
13	RENAP (Registro Nacional de Personas)	Colaboran en registro de personas, nacimientos y otros trámites de registro ciudadano.
14	MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social)	Atención gubernamental en Salud
15	MINIEDUC (Ministerio de Educación)	Atención gubernamental en Educación
16	Juzgado de Paz	Prestación de servicios judiciales
17	PROCHISOTOTO (Chimaltenango, Sololá y Totonicapán)	Sistema de apoyo regional en financiamiento a proyectos de desarrollo
18	Organización de Municipal de Mujeres	Comités de mujeres por centro poblado en apoyo al desarrollo comunitario

#### ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES

No.	ORGANIZACIÓN	ACTIVIDAD QUE DESARROLLA
1	Amigos de Santa Cruz	Fortalecimiento de pobladores mediante capacitación y proyectos de desarrollo
2	Vivamos Mejor	Apoyo en salud, mitigación de riesgos y desarrollo comunitario
3	Pura Vida	Apoyo y desarrollo de programas de reciclaje y conservación de residuos

4	AMSCLAE	Regulación y proyectos en pro de la Conservación del Lago de Atitlán
5	Fundación Cristiana para Niños	Apadrinamiento de niños dentro del Municipio
6	FUNDACEDCO	Apoyo en proyectos de desarrollo y Educación
7	Asociación COTZ ' IJYA	Fortalecimiento en proyectos de Salud
8	Asociación Niños de Oro	Apadrinamiento de niños dentro del Municipio
9	Asociación Mayan Medical	Fortalecimiento y apoyo en Salud

#### **1.5.5.2 Consejos Comunitarios de Desarrollo**

El Consejo Municipal de Desarrollo - COMUDE - está conformado por la Corporación Municipal de Santa Cruz La Laguna, el cual vela por el desarrollo de la comunidad así como por la ejecución de los proyectos en beneficio de la comunidad en general. Este consejo no puede aprobar ningún proyecto si no es avalado por el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) ya que éste también es un ente el cual apoya la ejecución de los proyectos de la comunidad. Y el Consejo de Desarrollo Comunitario de Santa Cruz La Laguna (COCODE), está conformado por un representante de la aldea y de los cuatro caseríos, así mismo uno de la Cabecera Municipal de la comunidad lo que hace que dicho Consejo pueda establecer y priorizar las necesidades de la comunidad para el desarrollo de la misma, que es revisado por el COMUDE, estos dos consejos son los que aprueban los proyectos.

#### **1.5.5.3 Oficina municipal de la mujer - OMM -**

La Oficina Municipal de la Mujer es un ente municipal que vela por el desarrollo de las mujeres de la comunidad de Santa Cruz La Laguna, así mismo incentiva a las mujeres de la comunidad para que ellas tengan un mayor desarrollo económico mediante la gestión de capacitación y financiamiento. (PNUD 2005.)

Esta oficina busca apoyo a nivel de gobierno como a nivel internacional para que las mujeres de Santa Cruz puedan contar con incentivos que les permita desarrollarse a

todo nivel ya que las mujeres de la comunidad elaboran bordados y otros textiles comercializados a nivel nacional e internacional.

### **1.5.6 Grupos religiosos**

Este aspecto es importante, porque denota una parte de la conducta social de los habitantes del Municipio tal y como lo muestra el siguiente cuadro:

**Cuadro 4 Grupos religiosos que existen en Santa Cruz La Laguna**

Descripción	Hogares	Porcentaje
Católico	255	63
Evangélico	131	33
Otros	16	4
Total	402	100

Fuente: Investigación de campo grupo EPS primer semestre 2010

De acuerdo al cuadro anterior se observa que en el municipio de Santa Cruz La Laguna, la religión predominante es la católica, sin embargo la religión evangélica dentro del Municipio ha tomado auge. Según la investigación realizada, se estableció que a nivel de municipio la población está dividida en un 63% que pertenece a la religión católica y cuenta con nueve templos para el desarrollo de sus actividades religiosas, un 33% que pertenece a la religión evangélica, la cual cuenta con 18 templos y un 4% pertenecen a otras religiones, lo anterior muestra que a igual que a nivel nacional, existen diversidad de creencias religiosas y por consiguiente modos de vida en el Municipio, donde predomina la religión católica.

### **1.5.7 Organización indígena**

Las organizaciones indígenas de Santa Cruz La Laguna han estado en la comunidad desde su creación por lo que forman una de las mejores organizaciones a nivel de comunidad ya que ellos conforman parte del COCODE y COMUDE por lo que la población indígena ha sido el motor de la comunidad para que avance al desarrollo, es por eso que la organización del pueblo indígena ha sido pieza clave para la comunidad de Santa Cruz La Laguna. (PNUD 2005.)

### 1.5.8 Formas de tenencia de la tierra

El régimen de propiedad de las extensiones de tierra permite establecer la distribución, la situación legal de la propiedad y el acceso a este recurso por parte de la población. Para el caso del municipio de Santa Cruz La Laguna, la tenencia de la tierra ha variado en cierta medida durante el transcurso de los años, como lo muestran los censos agropecuarios realizados por el Instituto Nacional de Estadística INE, en los años 1979 y 2003, esta situación se confirma con la investigación de campo realizada en el año 2010. Para visualizar de mejor forma la tenencia de la tierra en el Municipio, se presentan datos comparativos por tamaño de finca, contenidos en los cuadros siguientes:

**Cuadro 5 Tendencia de la tierra en microfincas de los años 1979, 2003, 2006 y 2010**

Tendencia de tierra	Censo de la 1979 No. De fincas	%	Censo de 2003 No. De fincas	%	Investigación de 2006 No. De fincas	%	Investigación de 2010 No. De fincas	%
Propia	222	94.9	291	91	419	94	547	96
Arrendada	4	1.71	2	0.6	28	6	35	4
Mixta	7	2.99	27	8.4				
Comunal	1	0.43						
Colonato			1	0.3				
Total	234	100	321	100	447	100	582	100

Fuente: Elaboración propia con base en datos del III y IV Censo Nacional Agropecuario de 1979, 2003 Y 2006, del Instituto Nacional de Estadística INE; e investigación de campo EPS., 2010.

Los datos del cuadro anterior demuestra que a nivel de microfincas, la mayor parte de la tierra está bajo el régimen de propiedad privada, debido a que los datos de los censos agropecuarios realizados por el INE en el año 2003, muestran que las tierras propias representaban como mínimo el 90.66% del total de las fincas, la tendencia se ha mantenido hasta el año 2010, ya que según los datos obtenidos en la investigación de campo realizada, las fincas en calidad de propiedad privada representan el 96% del

total de las fincas. Además se visualiza la existencia de un máximo del 1.71% de tierras arrendadas, según los censos mencionados; sin embargo, los resultados de la muestra arrojan que al año 2010, existen 35 fincas que representan el 4% de fincas arrendadas, lo cual se puede relacionar con el porcentaje de emigración que se manifiesta en el Municipio, que aunque es únicamente del 1%, en alguna medida causa efectos.

En relación al régimen de tierras mixtas, sobresale el 8.41% que registra el IV Censo Agropecuario realizado en el año 2003 por el INE, ya que en ésta época tuvo algún auge este tipo de régimen, ya que consistía en poseer una parte de tierra propia y otra de tierra arrendada. Según el censo de 1979 existían únicamente 7 fincas que representaban el 2.99% y según la muestra del año 2010, no se registraron tierras mixtas. (PNUD 2005.). En el año 1979, aún se registraba una finca como tierra comunal, sin embargo en el censo del año 2003 y en lo sucesivo ya no existía, lo cual se verificó en los registros de la Municipalidad de Santa Cruz La Laguna, así como entrevista realizada con el señor Alcalde Municipal. Finalmente, el régimen de colonato, se registró en tan solo un 0.31% para el año 2003, al no tener historia en el año 1979 y tampoco permaneció para el año 2010, ya que los datos de la muestra realizada no mostraron ninguno.

**Cuadro 6 Tenencia de la tierra en fincas subfamiliares**

Tendencia de la tierra	Censo 1979 No. De fincas	%	Censo 2003 No. De fincas	%	Investigación 2006 No. De fincas	%	Investigación 2010 No. De fincas	%
Propia	53	98	138	78	98	94	82	92
Arrendada	1	2			3	3	6	5
Mixta			35	20	3	3	4	3
Colonato			3	2				
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>104</b>	<b>100</b>	<b>92</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos del III y IV Censo Nacional Agropecuario de 1979, 2003 Y 2006, del Instituto Nacional de Estadística INE; e investigación de campo EPS., 2010.

A nivel de fincas subfamiliares, en la comparación de los años 1979, 2003, 2006 y el 2010 a través de los censos realizados por el INE y la muestra de la encuesta realizada

por la municipalidad en el 2010 de éste trabajo de investigación, se registra la existencia de cuatro tipos de régimen de tenencia de la tierra; fincas propias, arrendadas, mixtas y en colonato, cabe señalar que al igual que en las microfincas, el régimen que sobresale es el de propiedad privada o propia, ya que los datos del censo de 1979 y los de la muestra al año 2010, oscilan sobre el 92%, a excepción del dato del año 2003 que representa el 78%, ésta baja se ve nivelada en el régimen de tierra mixta, ya que representa el 20% para el año 2003. Seguidamente, los porcentajes restantes para completar el 100% de los distintos regímenes, lo conforman pocas fincas que se encuentran como arrendamientos o colonatos, para el caso de los datos del año 2010, las tierras mixtas se encuentran a un mismo nivel con un 3% de representación por cada una.

Es importante señalar, que según datos del IV Censo Nacional Agropecuario realizado por el INE en el año 2003 para el municipio de Santa Cruz La Laguna, se registró la existencia de dos fincas familiares, lo cual indicaba que el porcentaje de concentración de la tierra era más elevado que el del año 1979 y que tiene relación con el significativo porcentaje de fincas bajo el régimen mixto que se registró al año 2003, lo cual indicaba que había tierras ociosas que en algún momento fueron arrendadas por los pobladores que poseían los recursos suficientes para obtenerlas y cultivarlas.

### **1.5.9 Servicios existentes**

#### **1.5.9.1 Saneamiento básico**

La cabecera municipal cuenta con un sistema de saneamientos básico como drenajes, agua pluvial, planta de tratamiento, un basurero municipal, que recientemente fue circulado gracias al financiamiento logrado por parte del gobierno, pero aún existen basureros clandestinos en diferentes sectores de la población, el mayor problema que se tiene con la basura es la contaminación del ambiente que ocasiona enfermedades principalmente en los niños. En estos basureros existen restos de animales muertos, restos de cosechas, plásticos y envases de veneno, en algunas ocasiones las personas entierran la basura en sus terrenos, principalmente lo orgánico, lo utilizan como abono. Muy recientemente se conocieron intenciones por parte de la organización no gubernamental Pura Vida, quienes se dedican a apoyar campañas de educación ambiental y reciclaje, promoviendo charlas y proyectos ecológicos basados en los

ecoladrillos los cuales son botellas llenas de bolsas plásticas las cuales son utilizadas para la construcción de los ecobaños siendo esto una forma de reciclaje.

### **1.5.9.2 Servicios públicos municipales**

En la cabecera municipal se cuenta con el cementerio, en donde se autoriza la construcción de nichos. En el caso del agua potable se cobra anualmente por galón de agua la cantidad de doce quetzales, tanto en la cabecera municipal se cobran anualmente en las comunidades de Tzununá y Chuitzanchaj la cantidad de Q. 36.00 y Q. 24.00 respectivamente, por galón de agua. Se cuenta con una cancha polideportiva en la cabecera y una cancha de fut-bol para actividades recreativas de la comunidad.

En la cabecera municipal se cuenta con una planta de tratamiento de agua que trae agua directamente de tres nacimientos en la parte alta del lugar, y provee agua a toda la cabecera. Actualmente se está gestionando el financiamiento necesario para la ampliación de la tubería debido a que la demanda del servicio ha aumentado y la presión que soportan los tubos está llevando a una de las tres tuberías que conducen el agua al colapso. Tzununá cuenta con dos nacimientos de agua principales que proveen de agua a toda la aldea. No se cuenta con planta de tratamiento de agua y se hace necesario este proyecto. Las redes de drenajes son desfogadas a flor de tierra.

### **1.5.9.3 Drenajes y alcantarillado**

En la cabecera municipal, la mayor parte de la población utiliza pilas domiciliarias y una minoría la pila pública para el lavado de ropa; cabe mencionar que algunas viviendas no cuentan con drenajes, por lo que el agua corre sobre la superficie de la tierra, lo que ocasiona contaminación del ambiente, así como proliferación de moscas y zancudos que afectan a la comunidad. Misma situación que ocurre en la aldea Tzununá y todos los caseríos del Municipio.

Si la cobertura se relaciona al total de hogares del Municipio, se cuenta únicamente con un 18%, lo cual evidencia una latente necesidad de la implementación de este servicio. Además, se observó que en la Cabecera municipal no existen alcantarillas, por lo cual

en la época de invierno el agua corre por las vías principales de acceso, lo que ocasiona que algunas viviendas se inunden.

#### **1.5.9.4 Letrinas**

En el municipio de Santa Cruz La Laguna no todas las viviendas cuentan con letrinas, por lo que los habitantes para eliminar las excretas utilizan el campo abierto cerca de sus casas, lo que es perjudicial para la salud de los habitantes, se toma este aspecto como otro de los componentes de la contaminación del Municipio. En los hogares donde sí se utilizan letrinas, no reciben ningún tratamiento y cuando se llenan las cierran con tierra, posteriormente cavan otra fosa a tres metros, de distancia para su uso. En relación a la tasa de cobertura, se estableció que el 65 % de la población del

Municipio posee acceso al servicio de letrina, el 23% cuenta con otros servicios y 12% no posee ningún tipo. (AMSCLAE 2,009)

#### **1.5.9.5 Servicio de extracción de basura**

En el municipio de Santa Cruz La Laguna no existe un vertedero municipal para el depósito de la basura, como consecuencia existen varios basureros clandestinos en diferentes sectores. En el área de ingreso al Municipio se puede observar que existe gran cantidad de basura dispersa, que al ocurrir una fuerte lluvia o viento, es arrastrada hacia el Lago, lo que contribuye a una mayor contaminación. Según los resultados de la encuesta, tanto en la Cabecera municipal como en los distintos caseríos el 61% de los pobladores optan por tirar la basura en cualquier lugar, el 28% la entierran, y el 11% la queman. (AMSCLAE 2,009.)

#### **1.5.9.6 Sistema de tratamiento de desechos sólidos y de aguas servidas**

Actualmente solo la cabecera municipal cuenta con una planta de tratamiento de aguas negras, financiada por la Autoridad Para El Manejo Sustentable de La Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE), funciona con ciertas limitaciones como la escasez de personal, debido a la falta de recursos financieros por parte de la Municipalidad. Así mismo, no cuentan con un programa de mantenimiento continuo que permita el buen

funcionamiento de ésta, lo que ha ocasionado mayores problemas de contaminación al Lago. (AMSCLAE 2,009.)

#### **1.5.9.7 Agua**

Para el suministro de este servicio, la municipalidad abastece a la cabecera municipal a través de tres nacimientos de agua ubicados en la parte alta del mismo. La aldea Tzununá, los caseríos Jaibalito, Chuitzanchaj, Chaquijchoy y Pajomel cuentan con sus propios nacimientos de agua. El agua que se consume no tiene ningún tratamiento. El lavado de ropa de los habitantes, en un 80% utilizan pilas domiciliarias y un 20% utilizan la pila pública. Las aguas negras de las viviendas en un 70% de la población, utilizan drenajes y un 30% a flor de tierra.

En los caseríos Pajomel y Jaibalito el servicio de agua es administrado por el comité pro-mejoramiento de cada comunidad, el cual realiza mantenimiento a los nacimientos de agua una vez por mes; el único que no cuenta con servicio de agua entubada es el caserío de Chaquijchoy, por lo que sus habitantes recurren a nacimientos de agua para proveerse de la misma. (Girón, N 2008)

Se determinó que el municipio posee una tasa de cobertura del 91% del servicio de agua entubada, esto se debe al trabajo de las autoridades municipales y de la organización de los miembros de las comunidades, sin embargo es importante mencionar que la calidad de agua no es la adecuada, debido a que solo una vez al mes se realiza el mantenimiento de los nacimientos con procedimientos inadecuados de purificación y como consecuencia de ello las enfermedades gastrointestinales ocupan el tercer lugar en la morbilidad de la población. El restante 9% al no tener acceso al servicio de agua, recurre a los ríos para abastecerse del vital líquido, los cuales se encuentran contaminados con basura, heces fecales por la falta de drenajes y letrinas.

#### **1.5.9.8 Energía eléctrica**

En todas las comunidades del municipio, se cuenta con el servicio de energía eléctrica de la empresa Distribuidora de Energía de Occidente Sociedad Anónima (DEOCSA); la cual nació con la privatización del Instituto Nacional de Electrificación (INDE); aunque

en el X Censo Nacional de Población y V de Habitación del INE año 2002, reporta que de 523 viviendas en todo el Municipio, únicamente el 27% cuenta con energía eléctrica y el 73% carece de ésta. La tasa de cobertura durante el año 2010 es del 78% y solamente el 22% no posee energía eléctrica por la falta de recursos económicos y proyectos municipales que puedan facilitar el acceso a este servicio. Cada centro poblado cuenta con alumbrado público y en la cabecera municipal se realiza trabajos de ampliación de la red eléctrica.

### **1.5.10 Infraestructura**

La infraestructura de Santa Cruz La Laguna ha sido uno de los ejes de desarrollo como municipio ya que se ha hecho todo lo posible para tener la infraestructura básica en dicha comunidad, por lo que en la aldea, los cuatro caseríos y en la cabecera municipal se han ejecutado varios proyectos de infraestructura que ha venido a beneficiar a toda la población de Santa Cruz; por lo que a continuación se presenta la infraestructura realizada en toda la comunidad; Calles empedradas, edificio de escuelas primaria y preprimaria, edificio de la municipalidad, puesto de salud, salón social municipal, playa adoquinada, adoquinamiento camino a la playa, lavadero público, cementerio circulado, basurero municipal, edificio biblioteca, una iglesia católica, una iglesia católica carismática, cuatro iglesias evangélicas .

### **1.5.11 Salud**

En el Municipio funcionan dos puestos de salud; uno en la Cabecera Municipal y otro en la aldea Tzununá; en los caseríos Chuitzanchaj y Jaibalito funcionan centros de convergencia y los caseríos de Chaquijchoy y Pajomel no poseen ningún centro de esta naturaleza. Los centros de salud son atendidos por un estudiante de medicina de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual reside en el lugar por un período de seis meses, no existe un médico residente y la enfermera no asiste diariamente. Los centros de convergencia son atendidos por un facilitador de salud, el cual atiende solo por las tardes y los mismos funcionan en casas particulares. Esta escasa cobertura de centros de salud, afecta a los pobladores del Municipio, debido a que en caso de una enfermedad grave o algún accidente, tienen que viajar al municipio más cercano que cuenta con un mejor servicio, en este caso es Sololá, para ser atendidos, esto les

ocasiona un gasto extra y debido a la situación económica de los pobladores, muchas veces no poseen los recursos para el traslado.

### **1.5.12 Fuentes de empleo**

A continuación se analizan las diferentes actividades generadoras de empleo para los habitantes del municipio de Santa Cruz La Laguna, Sololá

**Cuadro 7 Nivel de empleo según actividad productiva año 2009**

Actividad Productiva	Población ocupada	Porcentaje
Agricultura	507	34
Servicios	462	32
Pecuaria	437	29
Artesanal	56	4
Turismo	37	1
Total	1499	100

Fuente: Investigación de campo EPS., primer semestre 2010.

La actividad en la cual la población del municipio se involucra principalmente, es la agricultura, ya que el 34% de la misma se dedica a esta actividad, aunque la misma no les genere un ingreso diario, semanal o mensual debido a que es en su tierra, su cosecha en la que se trabaja, ésta es una actividad de subsistencia de la cual depende su dieta alimenticia.

Como se puede apreciar la otra actividad significativa es la del sector servicios, en la cual los hombres se emplean de albañiles, ayudantes de albañil, guardianes y jardineros, las pocas mujeres que se emplean fuera del hogar, realizan actividades de cocineras, personal de aseo o lavandería en los hoteles ubicados dentro del Municipio o en municipios vecinos. Por aparte la actividad pecuaria representa el 29% de ocupación, es importante hacer notar que en esta actividad, es el sector femenino el que se emplea principalmente, ya que se dedican a la crianza de aves de corral, para obtener un ingreso extra para la familia. (AGUILAR 2006)

### **1.5.13 Sub empleo**

Debido a que el subempleo se presenta en función de ejercer alguna actividad diferente a la principal, según la encuesta realizada en el municipio y al tomar en cuenta que el 34% de la población se dedica a la agricultura y específicamente al cultivo del café, maíz y frijol, actividad que no requiere que los agricultores se empleen en ello durante todo el año; de esa cuenta la mayoría de ellos se ven obligados a subemplearse en otras actividades, principalmente en el área de servicios, donde se desempeñan como albañiles o ayudantes de albañilería entre otras; esto indica que una parte de la población encuentra trabajo dentro del Municipio en los chalets que demandan sus servicios y los que no logran subemplearse dentro del Municipio, se ven obligados a emigrar hacia lugares vecinos como los municipios de Panajachel o San Pedro La Laguna, que son los que poseen mayor actividad económica, específicamente durante los meses de julio a septiembre. (AGUILAR 2006)

### **1.5.14 Actividad productiva**

Las actividades productivas, son aquellas mediante las cuales la población económicamente activa del municipio de Santa Cruz La Laguna, se ocupa para obtener los ingresos que le permitan satisfacer sus necesidades o al menos sus necesidades básicas. Para el caso de este Municipio en particular, se desarrolla la actividad agrícola, pecuaria, artesanal, de servicios y en cierta medida el turismo. A continuación se desarrolla el análisis de cada una de ellas. (AGUILAR 2006)

#### **1.5.14.1 Actividad agrícola**

La actividad agrícola, está compuesta por el cultivo de productos permanentes como el café, jocote y aguacate, así como otros temporales como el maíz y el frijol. En relación a esta actividad, se puede deducir después de analizado el tema de la estructura agraria, que se desarrolla en dos tamaños de unidad económica, microfincas y fincas subfamiliares; para una mejor apreciación de la forma en que se encuentra actualmente el desarrollo de esta actividad, se presentan dos cuadros detallados con los principales productos cultivados, nivel tecnológico, volumen y valor de la producción, uno por cada unidad económica encontrada.

**Cuadro 8 actividad agrícola en microfincas año 2010**

Producto	superficie (Mz)	producción ( Mz)	volumen producción (qq)	Precio de venta (Q).	Valor total de venta (Q).
Café	48	80	3,840	125	480,000
Maíz	69	30	2,070	110	227,700
Frijol	33	15	495	250	123,750
Jocote	1	3,514	3,514	15	52,710
Aguacate	3	2,634	2,634	30	79,020
Total	154	6273	12,553	530	963,180

Fuente: Investigación de campo EPS., primer semestre 2010.

El cuadro muestra, que en volumen de producción a nivel de municipio en este tamaño de finca, el café es el que predomina, ya que se registran 48 manzanas cultivadas que generan una producción de 3,840 quintales y que económicamente representan el 50% de los ingresos que genera la actividad agrícola, derivado del precio al que se comercializa. En segundo plano se encuentra el cultivo de maíz, que a pesar de presentar una superficie cultivada superior a la del café, el volumen de producción y el precio de venta, hacen que represente solamente el 24% de los ingresos económicos que genera esta actividad productiva.

En el caso del frijol, representa únicamente el 13% de ingresos, debido a que se da en forma simultánea con el cultivo de maíz, por lo cual la superficie cultivada y el volumen de producción es muy bajo, sin embargo es el producto que mejor se cotiza en el mercado. Finalmente, a la fecha de la investigación, la producción de jocote corona y aguacate tradicional se da en una escala menor, ya que la parte baja del Municipio, donde se cosechaban en mayor cantidad estos productos, es la parte que ha cambiado de propietario a manos de extranjeros, que principalmente utilizan los terrenos para la construcción de chaletos, por lo que económicamente representan en conjunto el 13% de los ingresos generados.

Es importante señalar, que el decremento del cultivo de estos dos últimos productos, restan representatividad a la actividad agrícola del Municipio, sin embargo, se da el desarrollo de la actividad de Turismo, aunque la parte negativa radica en que los

impulsores de esta actividad no son personas originarias del lugar, debido a la falta de recursos para invertir o iniciativa propia.

En el caso de las fincas subfamiliares, se registra únicamente el cultivo de café, maíz y frijol; que al igual que en microfincas, mantienen una importancia marcada en superficie y volumen de producción a nivel global, sin embargo, sobresale la producción de café, que hace a este producto, el más representativo. El nivel tecnológico con que se desarrollan estos tres cultivos es el cultivo de maíz, que cumple las características o aspectos necesarios para que se ubique en este nivel. Relativamente, en cuanto a superficie cultivada, el maíz representa el 48%, el café el 30% y el frijol únicamente el 22%; pero económicamente en su orden, los productos mencionados anteriormente representan el 29%, 55% y el 16%; razón por la cual es la producción de café la que predomina y sobresale en el municipio. (PNUD 2005.)

#### **1.5.14.2 Actividad pecuaria**

Se entiende como aquella en la cual la población se dedica a la crianza, cuidado y comercialización de animales, por lo cual para el caso específico del municipio de Santa Cruz La Laguna se identificó: El engorde de pollo como la principal y además el engorde de ganado bovino, porcino y extracción de peces en segundo plano; estas tres últimas en una mínima proporción al hacer la comparación con la de pollos de engorde, aunque a nivel de actividad productiva, también está muy por debajo de la actividad agrícola que se desarrolla en el Municipio. (INE 2003).

Para profundizar un poco más en el tema se presenta en el siguiente cuadro el volumen y valor de la producción de la actividad pecuaria del año 2010, en donde se demuestra la utilidad del nivel tecnológico para desarrollar las cinco actividades de producción en todo el municipio.

**Cuadro 9 Volumen y valor de la producción; Actividad pecuaria Año 2010**

<b>Producto</b>	<b>Nivel tecnológico</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>de volumen de producción</b>	<b>precio de venta</b>	<b>Valor total de venta</b>
-----------------	------------------------------	-----------------------------	---	--------------------------------	-------------------------------------

				<i>en Q.</i>	<i>en Q.</i>
<b>Pollo de engorde</b>		Unidad	3,534	45	159,030
<b>Bovino</b>		Unidad	3	4,200	12,600
<b>Porcino</b>		Unidad	5	900	4,500
<b>Pesca</b>		Libra			
<b>Artesanal</b>			8,640	5	43,200
<b>Total</b>					219,330

Fuente: Investigación de campo EPS., primer semestre 2010.

Como se indicó en el párrafo anterior y se muestra en el cuadro 10 , el producto más importante y con mayor desarrollo dentro del Municipio es el pollo de engorde, ya que por la clase, el tamaño del animal y principalmente el proceso productivo, es el que más se adapta, seguido por la actividad de pesca artesanal, que se facilita a los pobladores del lugar, debido a que se genera en forma natural en el Lago de Atitlán; en menor cuantía se encontraron algunos ejemplares de ganado bovino y porcino.

Lo anterior, obedece principalmente al nivel de pobreza que vive la población del municipio de Santa Cruz La Laguna, ya que difícilmente algunas familias se encuentran en posibilidades económicas de adquirir toros o cerdos de temprana edad para engordarlos, seguidamente otro elemento importante a tomar en consideración, es la topografía del terreno, ya que no existen grandes extensiones de tierra que se adapten a mantener y engordar ejemplares de ganado bovino específicamente, la mayoría de terreno está conformado por suelos pedregosos e inclinados en los cuales no es posible obtener pasto para crear ganado de engorde o lechero, es únicamente en los caseríos de Chutzanchaj, Pajomel o Chaquijchoy donde existe una pequeña parte de terreno plano y con praderas aptas para el mantenimiento de ganado bovino.

Económicamente y derivado del desarrollo y volumen de la producción, el engorde de pollo se constituye en la actividad más factible y rentable para la población, ya que del valor total de la producción pecuaria, los pollos de engorde representan el 72%, seguidamente se ubica la actividad de pesca artesanal que representa el 20%, en tercer lugar la actividad de ganado bovino con un 6% y por último la actividad de ganado porcino con únicamente el 2% de representación económica. Todas las

actividades se desarrollan enmarcadas en el nivel tecnológico tradicional, derivado del tipo de raza que utilizan, el tipo de asesoría que reciben, muy importante la forma en que alimentan a los animales. (INE 2003)

### **1.5.14.3 Actividad artesanal**

Esta actividad en el municipio de Santa Cruz La Laguna, se identifica básicamente con la elaboración de prendas típicas de vestir (textiles), perraje, servilletas, bordados típicos, morrales, la actividad textil va desde la obtención de los hilos, coloración y tejido sin olvidar la elaboración de puertas de madera (carpintería). Se caracteriza por la participación familiar para llevar a cabo el trabajo, la utilización de herramientas manuales y la ausencia de tecnología avanzada. Cultivan el tul del cual obtiene la materia prima necesaria para la creación de lo que es el petate, sopladores, canastos, etc.



Cabecera Municipal

Pajomel

Tzununá

Chuitzanchaj

**Figura 6 Actividad artesanal en los distintos caseríos de Santa Cruz La Laguna, Sololá**

Los productos indicados en su conjunto, representan el 21% de lo que económicamente genera la actividad agrícola, sin embargo al hacer la misma comparación con la actividad pecuaria, resulta que económicamente es superior en un 49%, estos porcentajes ubican a la actividad artesanal como la tercera más importante, después de la actividad agrícola y de servicios; independientemente de los dos productos detallados, se elaboran en una menor cantidad que otros productos textiles como servilletas, manteles, tapetes, y fajas, los cuales también se comercializan a nivel local y en municipios vecinos.

En la elaboración de prendas textiles, se identifica que es una actividad desempeñada netamente por el sector femenino, que se aprende de generación en generación y se

desarrolla como una actividad de momentos libres paralela a las actividades normales de ama de casa; las herramientas utilizadas son telares y agujas básicamente, con las cuales al utilizar los materiales necesarios, se llegan a elaborar los productos deseados. Para el caso de la elaboración de puertas de madera de ciprés, existen solamente dos talleres o carpinterías, de las cuales solo una cuenta con herramienta semiautomática, división del trabajo, mano de obra mixta y utilización de materiales de calidad para el desempeño de su actividad, ubicándose en un nivel de mediano artesano, ya que también los volúmenes de producción son considerables.

### **1.5.15 Asistencia técnica**

La asistencia técnica en Santa Cruz La Laguna ha sido un elemento valioso para la comunidad ya que ha sido motor de desarrollo. Esta asistencia ha ayudado a los agricultores y cafetaleros mediante capacitaciones para que puedan tener una buena cosecha y así obtener mejores ingresos. Además han obtenido el beneficio de ejercer de forma técnica sus cosechas generando más empleos. La asistencia técnica viene por parte del gobierno central o por medio de ONG, que ayudan a las comunidades más lejanas del país generando una buena ayuda para todas las comunidades de Guatemala. (PNUD 2010.)

#### **Cuadro 10 Asistencia técnica, por caseríos y aldea año 2010**

<b>Capacitación para agricultores, en el uso de Fertilizantes con apoyo del MAGA</b>	<b>Capacitación para agricultores, en el uso de pesticidas con el apoyo del MAGA</b>	<b>Impulsar campañas para la siembra de cultivos con el apoyo del MAGA</b>	<b>Programas de reforestación con apoyo del INAB</b>
Santa Cruz	Santa Cruz	Santa Cruz	Santa Cruz
Tzununá	Tzununá	Tzununá	Tzununá
Jaibalito	Jaibalito	Jaibalito	Jaibalito
Chaquijchoy	Chaquijchoy	Chaquijchoy	Chaquijchoy
Chuitzanchaj	Chuitzanchaj	Chuitzanchaj	Chuitzanchaj
Pajomel	Pajomel	Pajomel	Pajomel

Fuente: Investigación de campo EPS., primer semestre 2010.

Debido a las condiciones en las cuales se encuentran los habitantes del municipio de Santa Cruz La Laguna, se hace necesario el apoyo de entidades públicas tales como el Instituto Nacional Técnico en Capacitación –INTECAP-, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA- Instituto Nacional de Bosques –INAB, y privadas para que en conjunto puedan elevar el nivel técnico de la población en aspectos fundamentales como aprovechamiento de los recursos naturales, técnicas de cultivo, etc.

### **1.5.16 Microempresas y Comercio**

#### **1.5.16.1 Comercio**

**Cabecera Municipal:** Cuenta con 8 pequeñas tiendas de consumo, dos carpinterías, dos comedores, una sastrería, una cantina, tres molinos de mixtamal, quince lanchas de transporte público, varios hoteles en la orilla y aproximadamente 45 Chalets, donde se han contratados albañiles, guardianes con familias y jardineros.

**Caserío Jaibalito:** Cuenta con 2 hoteles, tiendas de consumo básico, ventas informales de productos agrícolas.

**Aldea Tzununá:** Cuenta con 2 tiendas de consumo básico, hoteles y restaurantes turísticos a la orilla del Lago, ventas informales de huevos, entre otros comercios de sustento básico. Cuenta además con un parque eco turístico de reciente inauguración propiedad de habitantes del lugar.

**Chaquijchoy, Chuitzanchaj y Pajomel:** En la parte alta de Santa Cruz La Laguna, se puede encontrar tiendas de consumo básico, ventas informales de hortalizas etc.

#### **1.5.16.2 Servicios**

Representa el 32% del total de las actividades productivas, básicamente es representada por tiendas, cantinas, molinos de nixtamal, fletes de personas y carga en pick-up, como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 11 Servicios prestados en el año 2010**

<b>Establecimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Empleo de mano de obra</b>	<b>Ingreso anual (Q.)</b>
Tiendas	20	20	72,000
Molino nixtamal	8	8	24,840
Cantidad	3	3	43,200
Flete en vehículos	2	2	28,800
Otros	148	148	322,600
<b>Total</b>	<b>181</b>	<b>181</b>	<b>491,440</b>

Fuente: Investigación de campo EPS., primer semestre 2010.

En el cuadro anterior se establece que existe una cantidad mayor de personas que se dedican a servicios varios, debido a la falta de un empleo continuo, además se analiza que muy pocas personas tienen negocio propio lo que generaliza aún más el poco desarrollo económico del Municipio.

### **1.5.16.3 Acceso al sistema de créditos**

El acceso al sistema de crédito en Santa cruz la Laguna ha sido uno de los motores de desarrollo para la comunidad, ya que por medio de estos préstamos e inversiones que se han hecho para la comunidad, la misma ha logrado construcciones de todo tipo que los ayudan a mejorar la calidad de vida y a obtener medios para sustentarse económicamente, COLUA R.L. y BANRURAL son los principales medios de obtención de crédito.

### **1.5.17 Festividades y Tradiciones**

Antes en la Cabecera existían cuatro cofradías, Santa Elena de la Cruz, Rosario, San Juan y San Nicolás, actualmente solo existe una que es Santa Elena de la Cruz, las otras desaparecieron hace aproximadamente unos 30 años y hasta el momento se desconoce el motivo.

La feria titular del municipio es el día 03 de mayo según calendario, este día se celebra en la aldea Tzununá, pero por razones ignoradas la feria titular de la Cabecera

Municipal se celebra actualmente el día 10 de mayo de cada año en conmemoración de la patrona del municipio, que es Santa Elena de la Cruz. Así mismo se celebran las tradiciones típicas guatemaltecas como lo es Cuaresma y Semana Santa, día de muertos (1 de noviembre), la quema del diablo (7 de diciembre) y las fiestas de fin de año el cual en la comunidad su celebración es diferente a las demás ya que hacen ceremonias mayas cada principio de año.

Eventos especiales, día de la Madre, Día de la Biblioteca, Elección de la reina, de la Aldea Tzununá, y de la Cabecera Municipal, son días en los que celebra con música en vivo (marimba), concursos, rifas, también se brinda un refrigerio, y almuerzo a la Corporación Municipal e invitados especiales.

Una de las tradiciones que ha sobrevivido al pasar de los años es la utilización del Temazcal, lugar en el cual las personas realizan un baño de vapor, eliminando las impurezas de la piel, luego de permanecer por unos minutos dentro del Temazcal, salen a lavarse el cabello a la pila, con jabón o shampoo, esto se realiza tres ó dos veces a la semana.

Cuando se celebra un cumpleaños o casamiento, lo que comúnmente se hace es un almuerzo, en el que se sirve tradicionalmente caldo de res, o el más popular caldo de pollo. Si el casamiento se celebra en la municipalidad, se acostumbra a dar pan o chuchitos, con gaseosa o atol, para los empleados municipales, testigos y algunos pocos invitados de los novios.

#### **1.5.18 Desastres naturales**

A continuación se presentará una descripción de análisis sobre la vulnerabilidad a riesgo, según estudio realizado en el municipio, por el Proyecto de Gestión de Riesgo del proyecto PNUD, realizado en los meses de marzo a abril del 2005 y sus respectivas actualizaciones para el 2010 debido a que los desastres naturales han modificado mucho a las comunidades este proyecto tuvo como finalidad en fortalecer la respuesta del municipio de Santa Cruz La Laguna ante los desastres naturales que se generen en la comunidad.

En el siguiente cuadro se describe cronológicamente todos los eventos, las principales causas y los efectos causados por los desastres naturales que ha afectado seriamente al municipio de Santa Cruz La Laguna, Sololá

**Cuadro 12 Desastres en el municipio de Santa Cruz La Laguna.**

Evento	Fecha	Causa	Efecto
<i>Deslizamiento</i>	<i>Año 1900</i>	<i>Fuertes lluvias, erosión del suelo y mínima práctica de conservación de suelos.</i>	<i>Pérdida de cultivos y algunos animales. Suelo más árido.</i>
<i>Deslizamiento</i>	<i>Aprox. 1960</i>	<i>Las mismas</i>	<i>Provocó muerte de personas, pérdidas de viviendas, pérdidas agrícolas y aves domésticas</i>
<i>Deslizamiento</i>	<i>Aprox. 1940</i>	<i>Las mismas</i>	<i>Provocó muertes de personas, pérdidas de viviendas, pérdidas agrícolas y aves domésticas</i>
<i>Deslizamiento</i>	<i>Aprox. 15 años atrás.</i>	<i>Fuertes lluvias</i>	<i>Soterró una casa en la calle de Chinimaya de la cabecera municipal.</i>
<i>Deslizamiento</i>	<i>Año 1994</i>	<i>Fuertes lluvias y deforestación</i>	<i>Afecto áreas de cultivos y daño una casa de la cabecera municipal por desprendimiento de rocas.</i>
<i>Deslizamiento</i>	<i>Aprox. 60 años atrás.</i>	<i>Fuertes lluvias</i>	<i>Afecto áreas de cultivo y daños a casas en la aldea Tzununá.</i>
<i>Huracán Mitch</i>	<i>1998</i>	<i>Natural</i>	<i>Vientos fuertes que produjeron pocos daños en los cultivos y derrumbes, inundaciones en Jaibalito.</i>
<i>Incendio</i>	<i>Frecuentes a partir de hace 10 años.</i>	<i>Socio natural</i>	<i>Pérdida de zona boscosa. Pérdida de afluentes de</i>

	<i>Uno en el 2005.</i>		<i>agua.</i>
<i>Sequía</i>	<i>Frecuentes desde hace 12 años aproximadamente. Las más fuertes han sido la del 2001 y la del 1993</i>	<i>Socio natural</i>	<i>Pérdida de cultivos. Pérdidas en la economía familiar.</i>
<i>Helada</i>	<i>Casi todos los años. Hace 8 años hubo una de mayor impacto.</i>	<i>Natural</i>	<i>Pérdida de cultivos Pérdidas en la economía familiar.</i>
<i>Terremoto</i>	<i>1976</i>	<i>Natural</i>	<i>Algunos daños leves en viviendas. Inundación de gran parte del poblado de Jaibalito.</i>
<i>Inundaciones</i>	<i>Aprox. Hace 65 años</i>	<i>Natural</i>	
<i>Tormenta Stan</i>	<i>Año 2005</i>	<i>Natural</i>	<i>Pérdidas de cultivos, viviendas y pérdidas en la economía familiar. Inundaciones en las partes pobladas de Jaibalito y Tzununá.</i>
<i>Tormenta Agatha</i>	<i>Año 2010</i>	<i>Natural</i>	<i>Perdidas de viviendas, cultivos y perdidas de viviendas debido al desbordamiento del rio de las partes pobladas como lo son el caserío Jaibalito y Tzununá, las pérdidas de los cultivos se dio en la parte alta como lo es el caserío Chuitzanchaj, Pajomel, sin olvidar los derrumbes en las calles que conducen a estos lugares en la parte alta de Santa Cruz La Laguna.</i>

Fuente: Investigación de campo EPS., primer semestre 2010.

### **1.5.18.1 Deslaves**

Son vulnerables a este problema los sectores agrícolas y centros poblados, debido a que la composición de la base sólida (rocas, minerales, etc.) del suelo y subsuelo es susceptible a cualquier movimiento sísmico, lluvias copiosas, etc.

Ha sido difícil la mitigación de estos problemas debido a que los agricultores han recibido poca capacitación en cuanto a llevar a cabo métodos y técnicas de conservación de suelos, las Instituciones presentes en la zona no incluyen la gestión de riesgo en sus programas y no existe ninguna organización en cuanto a gestión de riesgo frente a la amenaza de deslizamientos y las organizaciones que existen no lo consideran como amenaza.

### **1.5.18.2 Inundaciones**

Estos problemas ocurren cada año en época de invierno, principalmente son afectadas las áreas pobladas en las comunidades de Tzununá y Jaibalito, de acuerdo al estudio realizado. Ya que estos sectores se encuentran muchos nacimientos de agua y ríos por lo que en ocasiones rebasan su nivel de cause generando daños a la comunidad.

## **1.5.19 Características Biofísicas**

### **1.5.19.1 Clima y zonas de vida**

Por estar localizado el municipio en la parte del altiplano y rodeado de zonas montañosas pertenecientes a la cadena volcánica que atraviesa el país, con una altitud entre 1,665 y 2,520 msnm y una precipitación pluvial media entre 1,400 y 1,500 mm anuales propicia un clima frío y templado, con una temperatura media anual de 12 a 18 °C. Sin embargo en los meses de diciembre y enero la temperatura disminuye y alcanza una mínima de hasta 5 °C. Por tales características, este Municipio es privilegiado, debido a que cuenta con un clima apropiado para el desarrollo de diversas actividades productivas. Así mismo presenta una velocidad del viento de 4,8 km/h y humedad relativa media del aire del 79%. Las zonas de vida predominantes son el bosque muy húmedo montano bajo (bmhMB) y el bosque húmedo montano bajo (bmhMB).

Según el IV Censo Agropecuario del INE, para el año 2003 el Municipio tenía una extensión de 24.84 manzanas entre bosques explotados y no explotados.

A la fecha de la investigación realizada, se estima que la extensión de la masa boscosa es de 20 manzanas, debido a tala de árboles para uso de leña, incendios forestales, utilización del terreno para siembras, deslizamientos provocados por fuertes lluvias, etc. (INE 2003)

### **1.5.19.2 Fisiografía**

El terreno de Santa Cruz La Laguna es sumamente inclinado, compuesto por altos promontorios que separan la ribera entre sí. Éstos son especialmente altos al Este, debido a que se encuentran enclavados sobre la cordillera, por lo que presentan enormes montañas y profundos barrancos por donde corren los ríos que irrigan el Municipio y que se desbordan durante la época de lluvia e impiden que la comunicación terrestre sea accesible. Su relieve es variado ya que está formado por montañas, valles, planicies, terrazas, barrancos y abismos, lo que influye de manera negativa en la agricultura, por dificultarse el traslado de los insumos y las cosechas. (PNUD 2005.)

#### **Cuadro 13 Fisiografía de Santa Cruz La Laguna**

Paisajes fisiográficos	Área (ha)	porcentaje
Total	1503	100
Altiplanicie	8	1
Cerro	90	6
Escarpe	1235	82
Terraza de denudación	121	8
Valle	49	3

### **1.5.19.3 Hidrografía**

El municipio se encuentra en las orillas del Lago de Atitlán, y es irrigado por los siguientes ríos: Jaibalito, Pampatín, Paley, Pasiguan, Paq'anoj y Pach'ur, Chrij Xeko'on. (Dix, M 2003.)

## **Ríos**

Las riveras de este Municipio son bañadas por el Lago de Atitlán y por los siguientes ríos: Río Pasiguan, Río Pampatín, Río Jaibalito, Río Pasaq'ul, Río Xesuj, Río Paley

### **I. Río Pasiguan**

Nace del Oeste de la Cabecera municipal, en los cerros que limitan con el municipio de Sololá, este río crece en época de invierno y en verano se seca, por lo que se considera un río temporal, en el recorrido que realiza sus aguas son contaminadas sobre todo con basura que encuentra a su paso. (Dix, M 2003.)

En el año 2010 con la Tormenta "Stan" generó peligro de inundación y pérdidas materiales para los propietarios de hoteles y chalets que se ubican en las orillas de su cauce, también arrasó con cultivos de maíz.

### **II. Río Pampatín**

Se forma con la unión de varios nacimientos en la parte alta y a un costado del caserío Chaquijchoy, se encausa por los barrancos que le dan paso a su corriente, lo cual contamina sus aguas, su recorrido es aprovechado por el manto acuífero que humedece los terrenos que son utilizados en cultivos agrícolas. (Dix, M 2003.)

### **III. Río Jaibalito**

El cerro Punta de Laguna Seca sirve de afluente para los nacimientos que forman el río Jaibalito, que al igual que los anteriores, únicamente en invierno hace presencia en el Municipio, principalmente cuando las lluvias son más copiosas, lo cual hace que por la fuerza que lleva arrase con piedras o lo que esté a su paso, en verano disminuye el cauce y se observa un riachuelo. Cabe mencionar que durante la Tormenta Stan, este río desvió su cauce y provocó deslizamientos de tierra y piedras; causó serios daños a las viviendas y cultivos en las tierras próximas a su desembocadura. (Dix, M 2003.)

### **IV. Río Pasaq'ul**

Su nombre está en idioma cakchiquel, que en español significa "Lugar de banano", obedece a que en el territorio donde recorre el río se puede observar algunas plantas

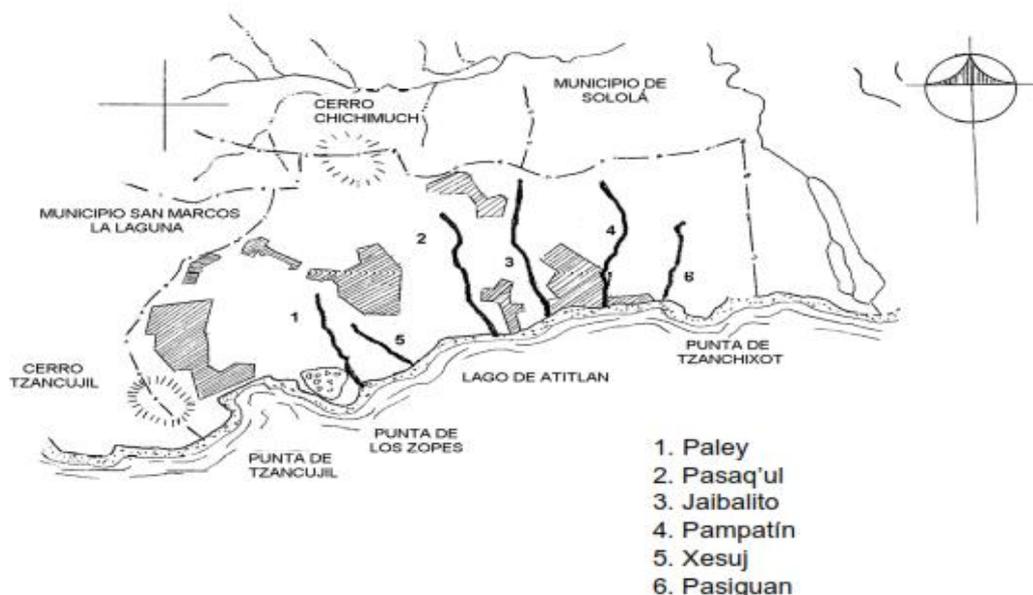
de banano. Ubicado al Este del caserío Jaibalito, en invierno el caudal aumenta río abajo, a medida que se recogen las aguas y los aportes de las cuencas de otros ríos en pequeña escala se unen a él como tributarios. La importancia de este río radica en que sus aguas son filtradas naturalmente en la parte más alta de la montaña para luego ser recolectada para el consumo humano en el caserío Chuitzanchaj, así mismo es utilizada para el riego artificial de algunos sembradillos. (Dix, M 2003.)

### ***V.Río Xesuj***

Formado por un ramal de nacimientos que inician desde los caseríos Chuitzanchaj y Pajomel, es aprovechado para el consumo humano y para riego artificial de algunos sembradillos. Su desembocadura final es el Lago de Atitlán. Este río pasa entre el caserío Jaibalito y la Aldea Tzununá, por lo que no representa ningún peligro para las comunidades, por ser un afluente pequeño. (Dix, M 2003.)

### ***VI.Río Paley***

Ubicado en la Aldea Tzununá, se origina desde la parte alta de ésta, en su recorrido se le unen los riachuelos, Pasaqlaq y Patulul'che; por lo que su caudal aumenta. Este fue uno de los ríos que más problema originó a la comunidad durante la Tormenta "Stan", afectó a los sectores Xeabaj, Chinimajuyú, Cheasuj y Patuyá. Provocó daños a cultivos, hogares y puentes peatonales; significó pérdidas económicas personales y comunales, dejó una huella psicológica. (Dix, M 2003.)



**Figura 7 Principales ríos de Santa Cruz La Laguna**

#### 1.5.19.4 Flora

La vegetación que existe no es muy variada, debido a que la vocación de los suelos para bosque es del 81% y únicamente 49% tiene este uso, lo que significa que de los 12 Km<sup>2</sup> que tiene el Municipio, 9.72 Km<sup>2</sup> deberían ser bosques pero únicamente 5.8 Km<sup>2</sup> son dedicados actualmente a este fin. En la siguiente tabla se listan las especies forestales y frutales más importantes:

**Cuadro 14 Especies forestales y frutales Año 2010**

Nombre común	Nombre Científico
Árboles forestales	
Ciprés común	Cupressus lusitanica
Pino	Pinus sp.
Guachipilín	Diphysa sp.
Palo de jote	Burseba simarruba
Sauce	Salix sp.
Roble	Qercus sp.
Encino	Illiciña
Aliso	Else-beere
Áboles frutales	
Aguacate	Percea americana
Café	Coffea arábica
Jocote	Spandia purpureal
Mango	Mangifera indica
Papaya	Carica papaya
Banano	Musa sapientum

Fuente: Investigación de campo EPS., primer semestre 2010.

Se puede observar en la tabla anterior que derivado del clima y los tipos de suelos, no se tiene una diversidad de recursos forestales y frutales, los cultivos más importantes dentro de la actividad productiva en el Municipio son: café (*coffea sp.*), maíz (*zea mays*) y frijol (*phaseolus vulgaris*).

#### 1.5.19.5 Fauna

La siguiente tabla refleja las especies más importantes que forman la fauna del Municipio.

**Cuadro 15 Santa Cruz La Laguna, Sololá Especies más importantes Año 2010**

Nombre común	Nombre Científico
<b>Animales silvestres</b>	
Ardilla	Sciurus Vulgaris
Tacuazin	Didelphs marsupiales
conejo	Orientalagus cuniculos
Gato de monte	Felis silvetris
Coyote	Canis latrans
Lagartijas	Podarcis muralis
<b>Aves</b>	
Gavilán	Acipeter nisus
Tecolote	Bubo oñis
Cenzontle	Centzuntli
Gorrión	Passer domesticus
Zanate	Quiscalus quiscuta
Paloma	Columba livia
Codorniz	Coturmix cotumix

Fuente: Investigación de campo EPS, primer semestre 2010

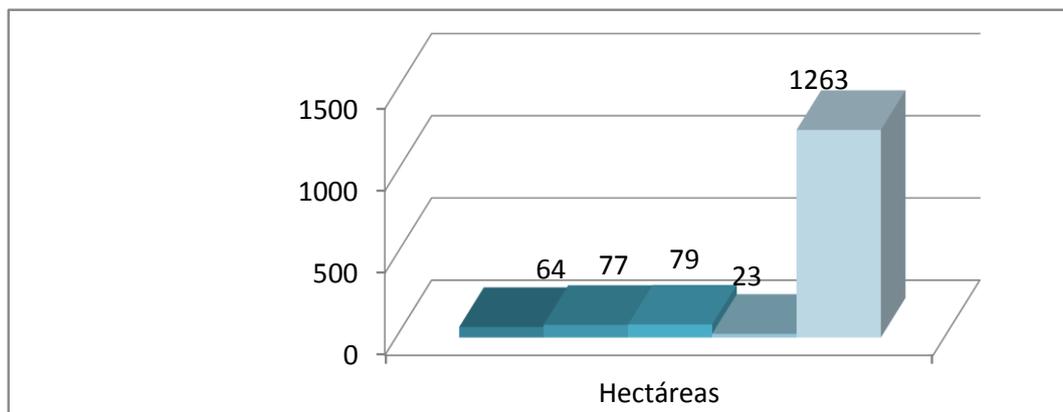
#### 1.5.19.6 Suelos

Las pendientes y susceptibilidades a la erosión de los suelos, según los datos en el presente cuadro y que se demuestra gráficamente basado a la clasificación del Instituto Nacional de Bosques (INAB), en el municipio de Santa Cruz la Laguna, predominan las pendientes superiores a 55%, que ocupan 84% del área del municipio; siguen las pendientes entre 0% y 55%, que ocupan áreas entre 2% y 5% del municipio.

**Cuadro 16 Pendientes del suelo**

<b>Pendiente</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Total</b>	1506	100
<b>0 - 12%</b>	64	4
<b>12 - 26%</b>	77	5
<b>26 - 36%</b>	79	5
<b>36 - 55%</b>	23	2
<b>&gt; 55 %</b>	1263	84

Fuente: Consultores integrados 2010.



**Figura 8 Porcentaje de pendientes en Hectáreas**

Debido a la vocación de los suelos predominantes en el municipio de Santa Cruz La Laguna, éste debería contar con más de 80% de sus suelos cubiertos de bosques y con áreas de reserva, protección especial, tierras vírgenes y de abastecimiento de agua.

#### **1.5.19.7 El uso actual de la tierra**

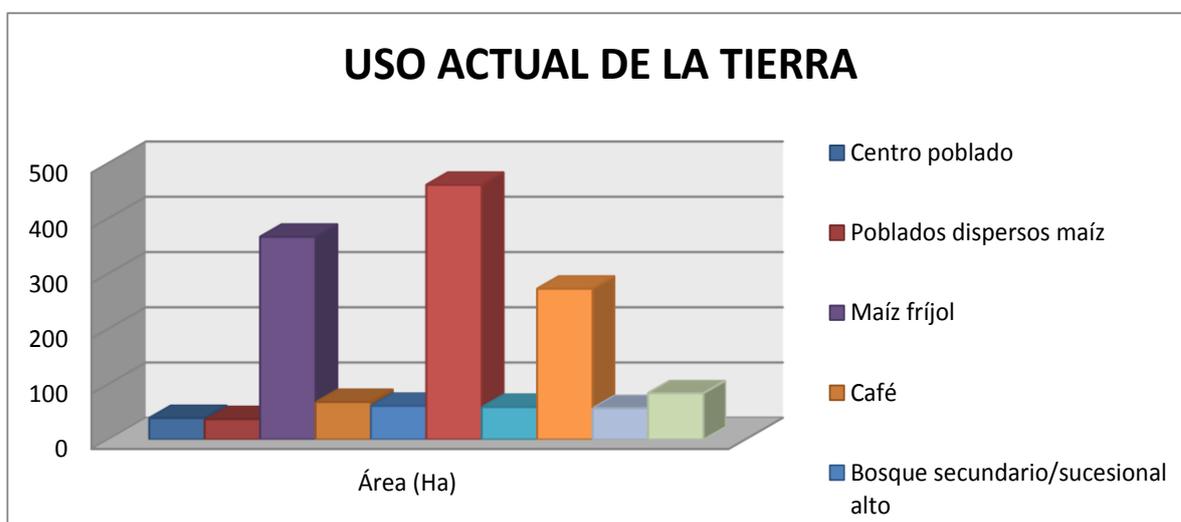
En el municipio de Santa Cruz la Laguna, predominan el bosque secundario sucesional bajo en un (31%); luego se encuentra el territorio utilizado para plantar maíz y frijol que ocupa un 24%; el 18% del área del municipio está cubierta por bosque denso y los demás usos que oscilan entre el 1% y el 5%. Los porcentajes referidos constituyen evidencia del problema de la deforestación y del uso de suelos con vocación forestal, para cultivos anuales, por lo que se requiere la adopción de medidas para contrarrestar este grave problema. Además, es común observar en el área, cultivo de hortalizas (2%) en áreas rocosas de elevada pendiente, o sea, suelos no recomendados para ese uso. El municipio no cuenta con cultivos de maíz combinados con hortalizas, y café.

Carece de bosques densos de coníferas y de áreas de regeneración de las mismas. Por lo expuesto, es necesario implementar en carácter de urgencia el ordenamiento del territorio.

**Cuadro 17 Uso actual de la tierra**

Categoría de uso	Área (ha)	Porcentaje
Centro poblado	39	3
Pobladosp dispersos maíz	37	2
Pobladosp dispersos hortalizas	2	0
Maíz frijol	367	24
Hortalizas	27	2
Café	68	5
Bosque secundario/sucesional alto	61	4
Bosque secundario/sucesional bajo	461	31
Coníferas ralo	21	1
Latifoliadas denso	29	2
Latifoliadas ralo	59	4
Mixto denso	273	18
Mixto ralo	57	4
Pastos naturales	3	0
Playas	2	0

Fuente: Diagnóstico Ecológico-Social en la Cuenca de Atitlán 2010.



**Figura 9 Uso actual del suelo en el Municipio**

**Cuadro 18 Uso actual del suelo de Santa Cruz La Laguna.**

<b>Capacidad</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Total</b>	1506	<b>100</b>
<b>III</b>	28	<b>2</b>
<b>IV</b>	50	<b>3</b>
<b>V</b>	25	<b>2</b>
<b>VI</b>	155	<b>10</b>
<b>VII</b>	36	<b>2</b>
<b>VIII</b>	<b>1212</b>	<b>81</b>

Fuente: Diagnóstico Ecológico-Social en la Cuenca de Atitlán 2010.

Este cuadro demuestra que los suelos del municipio de Santa Cruz La Laguna, tienen vocación agrícola y forestal, ya que no se cuenta con suelos de clase I, tampoco de la clase II, que corresponde a suelos planos, fértiles y profundos, para diferentes cultivos intensivos, lo que se puede apreciar en el cuadro anterior es que solo se cuenta con Suelos de las clases III a la VIII, estas clases de suelos tiene severas limitaciones, por lo que se realizan prácticas especiales de conservación para algunos cultivos seleccionados y otros suelos son difíciles de corregir son exclusivamente áreas de reservas, para abastecimiento de agua y Parques Nacionales. Los suelos de Santa Cruz La Laguna son de  $\geq 50$  cm de profundidad por lo que son aptos para cultivo agrícola dado que no existe ninguna limitante en cuanto a profundidad efectiva del suelo.

#### **1.5.19.8 Bosques**

Con base al diagnóstico realizado por el Fondo Nacional para la Paz (FONAPAZ) y la Fundación Centroamericana de Desarrollo (FUNCEDE), el bosque del Municipio es de tipo muy húmedo montano bajo subtropical (BMHMBS) con una altitud de 1,800 a 2,800 msnm., precipitación pluvial media entre 1,400 y 1,500 mm anuales y una temperatura media anual de 12 a 18<sup>0</sup>C; dentro de este bosque existen especies forestales propias de la región, tales como: Pino, encino, sauce, aliso, madrón, guachipilín, chalí, palo de amate, palo jiote, cajete, hormigón, chalúm, cuxín silvestre, duraznillo, aguacatillo, zapotillo, achotío, roble, capulín, clusia. Existen especies

exóticas como: Ciprés, eucalipto, jacaranda, gravilea, casuarina, ciprés romano, llama de bosques, entre otras. Además especies frutales como: El jocote, aguacate, matazano, limón, guayaba, banano, granadías, café, pitayas, tuna y caña dulce.

### **1.5.20 Factores que contaminan al Lago de Atitlán**

#### **1.5.20.1 Contaminación por aguas residuales al Lago de Atitlán**

Se clasifican como aguas residuales del tipo doméstico, ya que son aguas que se han utilizado con fines higiénicos (sanitarios, cocinas, lavanderías, etc.), que consisten básicamente de excretas humanas y residuos de jabones y detergentes que llegan a las redes de alcantarillado o corren a flor de tierra antes de alcanzar su receptor final (ríos, Lagos, acuífero), producto de las descargas de las viviendas y también de establecimientos comerciales, públicos y similares. (Romero 2009). En la cuenca se tiene cuatro situaciones de la población respecto a su relación con la infraestructura básica para el manejo de las aguas residuales, siendo predominante la situación en donde la gente cuenta con letrina pero no con un sistema de drenaje, dificultando el manejo de la mayor cantidad de las aguas residuales producidas, la situación más crítica se presenta con la población que no cuenta ni con letrina ni con drenaje, volviéndola una fracción de la población de la cuenca muy vulnerable a padecimientos patológicos principalmente del tipo entérico (diarreas) apenas tres de cada 20 personas cuentan con servicios de drenaje, algunos conectados a sistemas de alcantarillado municipal que funcionan relativamente bien y otros que no están conectados al alcantarillado municipal los cuales poseen su drenaje a simple vista.

#### **1.5.20.2 Contaminación por uso de jabones que contienen tripolifosfato de sodio ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ).**

Considerando los límites máximos permisibles y las magnitudes de cada parámetro que presentan las aguas residuales que se descargan al Lago de Atitlán, se determina que solo en el parámetro de los sólidos sedimentables se está dentro del límite máximo permitido, sin embargo, el resto de los parámetros exceden los límites máximos permisibles, por lo que las aguas residuales que se descargan al Lago de Atitlán, poniendo en peligro la salud y buen estado del agua del Lago, así como el de sus usuarios. (Girón, N 2008). La contaminación que efectúan las personas que lavan ropa

en el Lago de Atitlán no solo se limita a depositar detergentes en sus aguas, sino también a depositar jabón y cloro; aunque el efecto más negativo lo tienen los detergentes, los jabones y el cloro también contribuyen al proceso de degradación de la calidad de las aguas y de los ecosistemas acuáticos que dependen de ellas.

El 8.6% de las señoras que lavan en el Lago usan solo jabón para lavar, 25.7% usan jabón y detergente y 65.7% usan jabón, detergente y cloro, en promedio una señora usa 3.43 bolsas de jabón/semana (343.25 g/bola), 2.28 bolsas de detergente/semana y 1.88 bolsas de cloro/semana. (Romero 2009.)

Dickson (1999), señala que la contaminación por detergentes sintéticos se debe a que son sustancias en las que se utilizan fosfatos y enzimas para su producción, los primeros son materiales inorgánicos que son alimento para plantas e invertebrados, y los segundos, compuestos orgánicos que catalizan los procesos metabólicos. Ya que en el proceso de lavado de ropa que se hace en las aguas o las aguas domésticas que caen en el Lago de Atitlán, todas las marcas de detergentes empleadas son fuente importante de fosfatos para el Lago además uno de los principales problemas que causa el uso de detergentes, es que los de tipo comercial deben contener ciertos aditivos que se pueden convertir en graves contaminantes del agua, ya que el jabón tiene la particularidad de liberar los iones de tripolifosfato de sodio ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ), al agua, como agente contaminante. Según (Preston 2005), el lavado de ropa en las aguas del Lago tiene los siguientes impactos negativos:

- Incremento en el aporte de nutrientes principalmente Fosfatos (Eutroficación).
- Incremento en la población de algas ( Eutroficación)
- Reducción del oxígeno disuelto en las aguas del Lago
- Destrucción de nichos ecológicos
- Imposibilidad de usar el agua por los humanos.

### **1.5.20.3 Afloramiento de cianobacterias en el Lago de Atitlán**

Gracias al Programa de Investigación y Monitoreo de AMSCLAE ha logrado tener información acerca del afloramiento de cianobacteria y los niveles de fosfatos y nitratos durante todo el año 2010. (AMSCLAE 2009)

El afloramiento y persistencia de la cianobacteria en el Lago de Atitlán consiste en la ocurrencia de los siguientes factores: luz, Temperatura, la estabilidad de la columna de agua, pH, disponibilidad de nutrientes, (Fernández 2009). Los Lagos tropicales se caracterizan por tener variaciones anuales en su balance térmico, debido a variaciones anuales relativamente bajas de: radiaciones anuales, temperatura, Evaporación. Pueden desencadenar reacciones biológicas de grandes magnitudes (Aravaena2009). Alrededor de toda la cuenca del Lago se encuentran dos tipos de Cianobacteria.

### **Melosira**



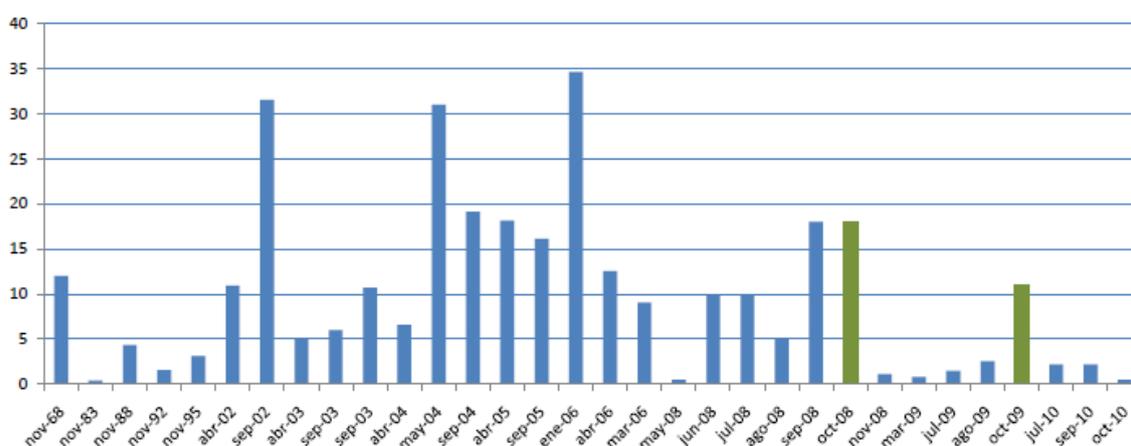
### **Lyngbya**



**Figura 10** Tipos de cianobacterias Melosira, Lyngbya

Los meses de noviembre y diciembre tienen un incremento en la temperatura mayor a 0.5°C respecto de septiembre y octubre, en estos meses la radiación solar fotosintéticamente activa se sitúa entre 14 y 13 mm de agua evaporada equivalente este es otro factor que ayuda a que la cianobacteria se active y comience su afloramiento. En la siguiente grafica se muestra los niveles de nitratos y fosfatos los cuales son la principal fuente de alimento para la cianobacteria. (AMSCLAE 2009).

### **N:P**



**Figura 11** Niveles de nitratos y fosfatos desde 1968 a 2010

En la gráfica se aprecia una cronología de los niveles de fosfatos y nitratos en los distintos años hasta llegar al 2010, se observa que en Septiembre del 2002 los niveles de nitratos y fosfatos se encontraban en los niveles altos, en Mayo del 2004 vuelven a subir, hasta en Enero del 2006 y de ahí en adelante los niveles de nitratos y fosfatos se han estado reduciendo. Desde Noviembre del 1968 al 2010 se ha observado lo siguiente, que se ha reducido 67.88% de Fosfatos y 31.07% de Nitratos

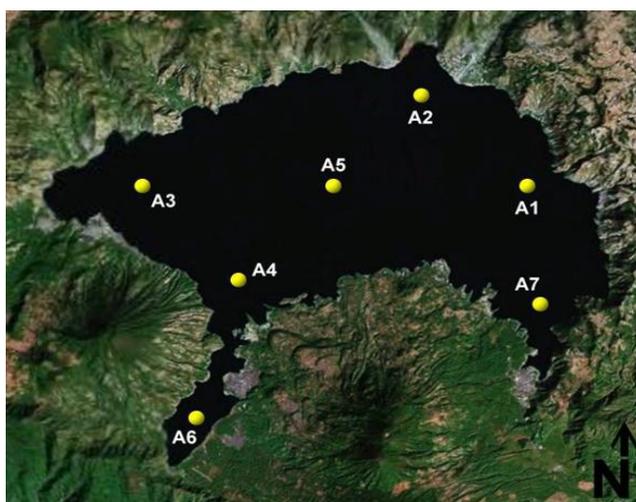


Figura 12 Relación N: P en el 2010

En esta imagen se observa los distintos puntos en donde se recolectaron muestras de agua para realizarse un estudio de laboratorio para determinar los niveles de nitratos y fosfatos, en el punto A2 se encuentra el municipio de Santa Cruz La Laguna, Sololá.

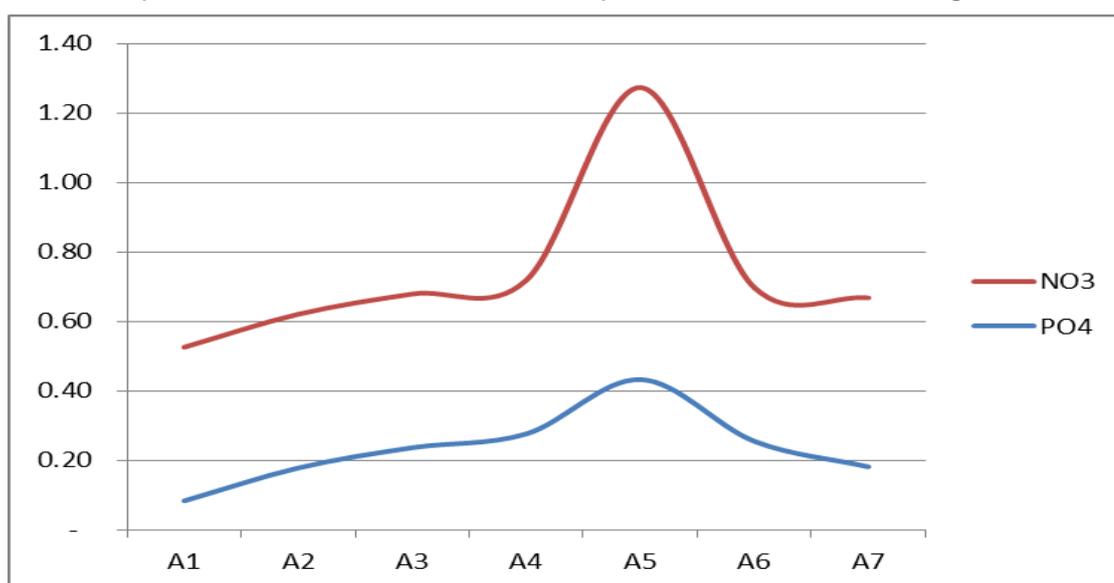
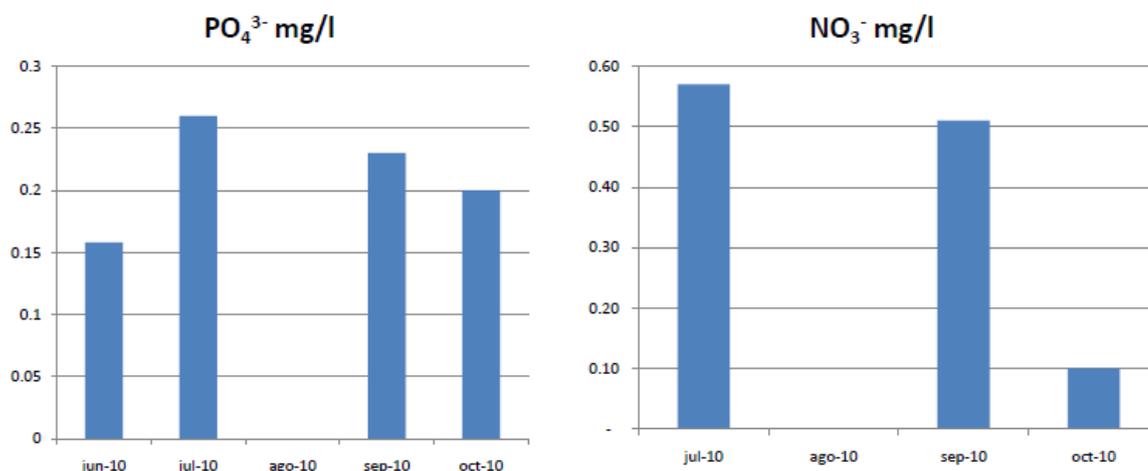


Figura 13 Incremento en los Nitratos

El incremento en los Nitratos es debido a la utilización de fertilizantes Nitrogenados que en tiempo lluvia se lixivian hacia el Lago de Atitlán.

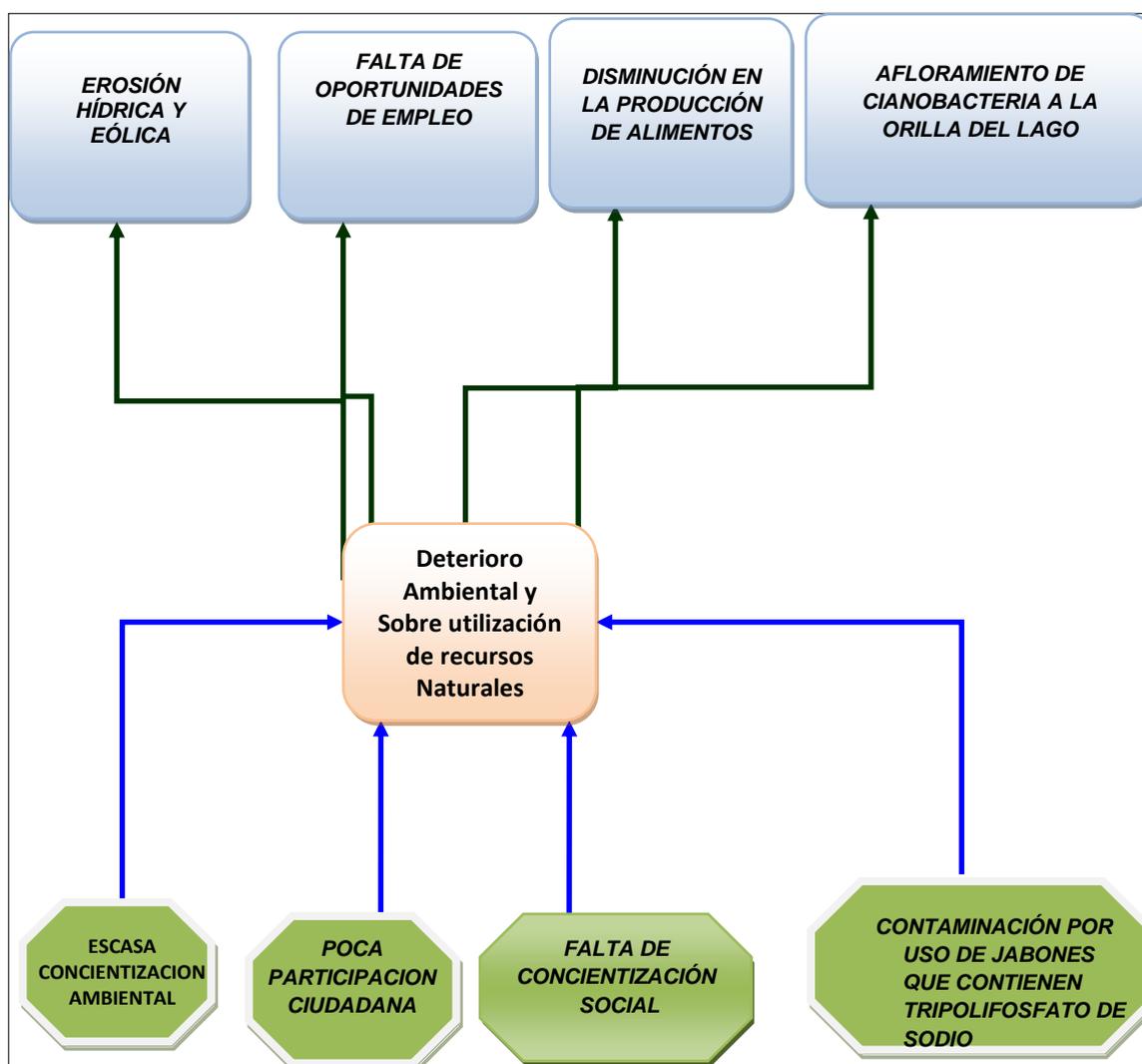


**Figura 14 Niveles de fosfatos y nitratos en su nivel máximo**

Esta grafica indica que en el mes de Julio la relación entre los fosfatos y nitratos están en su punto máximo debido a que en estos meses es la temporada de lluvias y es donde el Lago se convierte en receptor de toda la contaminación.( AMSCLAE 2010)

### **1.5.21 Árbol de Problemas**

Con el árbol de problemas se identificaron situaciones negativas o efectos que tienen como origen un problema que se intenta solucionar mediante la intervención con propuestas de solución, utilizando una relación de tipo causa-efecto.



**Figura 15** Árbol de problemas ambientales y agrícolas de Santa Cruz La Laguna Sololá.

La poca participación ciudadana y la falta de concientización social ambiental son unos de los principales factores que contribuyen al deterioro de los recursos naturales del municipio. Sobre utilización de los recursos naturales del municipio junto a la tala inmoderada de árboles trae como consecuencia las erosiones hídricas en la temporada de lluvia.

### 1.5.22 FODA de principales problemas del municipio

**Cuadro 19 FODA del municipio de Santa Cruz La Laguna, Sololá**

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alto potencial de recursos naturales (suelo, bosque, agua).</li> <li>– Acceso a servicios básicos.</li> <li>– Lugares turísticos.</li> <li>– Buenas relaciones con instituciones internacionales.</li> <li>– Riqueza cultural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Limitada capacitación técnica.</li> <li>– Sobre utilización de los recursos naturales.</li> <li>– Falta de iniciativa para diversificación de cultivos</li> <li>– Dependencia a los agroquímicos para fertilización de los cultivos.</li> <li>– Pocas asociaciones de productores agrícolas.</li> <li>– Faltas de cooperativas agrícolas.</li> </ul>
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Capacitación técnica.</li> <li>– Proyectos de reforestación</li> <li>– Creación de viveros forestales.</li> <li>– Producción avícola.</li> <li>– Reutilización de materiales no biodegradables.</li> <li>– Proyecto para la creación de una planta de tratamiento de aguas residuales.</li> <li>– Producción y comercialización de productos artesanales y agrícolas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Contaminación de fosfatos y nitratos por la utilización de jabones.</li> <li>– Perdida de la biodiversidad del territorio.</li> <li>– Dependencia de insumos en la agricultura.</li> <li>– Degradación ambiental.</li> <li>– Aumento de la frontera agrícola.</li> <li>– Degradación ambiental departamental.</li> <li>– Desculturalización por influencia extranjera.</li> </ul>

## **1.6 Conclusiones**

La aldea y los caseríos que conforman al municipio de Santa Cruz La Laguna poseen altos índices de pobreza, esto es reflejado en las condiciones de vivienda y medios de subsistencia. En estas comunidades el nivel de pobreza, desnutrición, falta de cobertura educacional y falta de empleo, constituyen los obstáculos para la conservación de los recursos naturales renovables en la región de la cuenca del Lago de Atitlán.

En esta región existen organizaciones no gubernamentales y comunitarias que recién empiezan a tratar el tema ambiental y unas de las prioridades es la conservación del Lago de Atitlán y de los recursos naturales que hay en la región, implementando programas de reforestación y de capacitación sobre educación ambiental. Con la implementación de proyectos productivos, se está motivando a los habitantes de Santa Cruz La Laguna a participar en estos proyectos y de esta forma poder obtener nuevos ingresos para sus familias.

Debido al uso irracional de los recursos naturales las oportunidades de desarrollo de la comunidad han sido limitadas, y por ende la contaminación irracional del Lago de Atitlán con el uso de jabones y agroquímicos que contienen los grupos fosfatos y nitratos, todo esto ayuda al afloramiento de la cianobacteria siendo estos sus principales fuentes de nutrientes. Con la implementación de los viveros del municipio de Santa Cruz La Laguna se está ayudando a la comunidad a disminuir el índice, de la tala inmoderada de los arboles además se les ha inculcado que cambien sus hábitos de vida ya que de esta manera se disminuirá la contaminación al medio ambiente.

### **1.7 Recomendaciones**

1. Las municipalidades y organizaciones locales de Santa Cruz La Laguna deberán establecer un orden en el uso y conservación de los recursos naturales renovables en el municipio para garantizar su permanencia en el futuro.
2. Se recomienda crear una base de información geográfica del municipio en donde se obtenga información acerca del uso potencial y actual del suelo, agua y bosques.
3. Es recomendable seguir con la implementación de los viveros forestales y con la creación de un programa para el establecimiento de bosques energéticos (leña) utilizando especies de rápido crecimiento y de alto potencial calórico identificadas en la región, tal como el ilamo o aliso (*Alnus sp*).
4. Implementar un sistema de educación para crear una cultura ambientalista en la región, divulgando y capacitando a los maestros en el uso del módulo de educación ambiental para conservar los recursos naturales renovables, para que de esa manera ellos puedan transmitir lo aprendido a los estudiantes.
5. Involucrar al estudiantado en los viveros forestales para fomentar el cultivo del árbol e introducir a la niñez en el uso racional y sostenible de los recursos naturales renovables

## 1.8 Bibliografía

1. Aguilar Catalán, JA. 2006. Método para la investigación del diagnóstico socioeconómico. Guatemala, Praxis. 62 p.
2. AMSCLAE (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, GT). 2010. Memoria de labores. Guatemala. 20 p.
3. Aravena, E. 2009. Estudio sobre afloramiento en lagos tropicales “Lago de Atitlán”. Guatemala, Atitalá. 6 p.
4. Dix, M; Fortin, I; Medinilla, O; Rios, L. (eds.). 2003. Diagnóstico ecológico-social en la cuenca de Atitlán. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala / The Nature Conservancy. 163 p.
5. Fernández, VO *et al.* 2009. Ecología de cianobacterias: factores promotores e consecuencias de las floraciones. *Oecol. Bras.* 13(2):247-258.
6. FUNCEDE (Fundación Centroamericana de Desarrollo, GT). 1997. Diagnóstico y plan de desarrollo del municipio de Santa Cruz la Laguna, departamento de Sololá. 57 p.
7. Girón, N. 2008. Monitoreo de calidad de agua: lago Atitlán, 2002-2006. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Centro de Estudios Ambientales. 22 diapositivas.
8. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. Censo nacional XI de población y VI de habitación. Guatemala. 1 CD.
9. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2003. Censo nacional agropecuario III y IV. Guatemala. 1 CD.
10. Mercia S, L. 1963. Método moderno de crianza avícola. México, Continental. 60 p.
11. PNUD, GT. 2010. Diagnóstico de la cabecera municipal de Santa Cruz la Laguna, departamento de Sololá, Guatemala. Guatemala. 57 p.
12. Romero, JA. 2009. Calidad del agua. 3 ed. Colombia, Escuela Colombiana de Ingeniería. 484 p.
13. Simmons, CS; Tárrano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

## **1.9 ANEXOS**

**Cuadro 20 Conceptos de las diferentes categorías de suelo.**

Categoría	Sistema USDA
Clase I	Los suelos de esta clase tienen muy pocas limitaciones para su uso. La tierra agrícola se considera apta para una amplia gama de cultivos intensivos, pastos y forrajes. El relieve es casi plano y las posibilidades de erosión son escasas. Los suelos son profundos, generalmente bien drenados, de fácil manejo, absorben agua en buenas condiciones y responden positivamente a los fertilizantes.
Clase II	Estos suelos tienen algunas limitaciones que reducen la selección de plantas y cultivos, y requieren prácticas moderadas de conservación.
Clase III	La clase de estos suelos tienen severas limitaciones, que reducen la selección de las plantas, o requieren prácticas especiales de conservación, o bien ambas circunstancias.
Clase IV	Los suelos de esta clase tienen muy severas limitaciones que, restringen la selección de las plantas, y requieren un cuidadoso manejo, o bien ambas circunstancias. Los suelos de esta clase pueden servir sólo para dos o tres de los cultivos corrientes y las cosechas son bajas en relación con los insumos.
Clase V	Los suelos de esta clase tienen pocos riesgos de erosión, pero cuentan con otras limitaciones que reducen su uso actual. Debido a las limitaciones los cultivos no son factibles más los pastos pueden ser mejorados y esperarse beneficios de un apropiado manejo.
Clase VI	Los suelos de esta clase poseen continuas limitaciones que no pueden ser corregidas. Debido a diversas limitaciones de los suelos (profundidad, susceptibilidad a la erosión), por lo general, no son aptos para cultivos, pero pueden ser utilizados pasturas, bosques y reservas de tierras vírgenes.
Clase VII	Los suelos de esta clase tienen severas limitaciones que los incapacitan para los cultivos y limitan su uso exclusivamente para pasturas, bosques o reservas de tierras vírgenes bajo un manejo apropiado. Esta clase posee limitaciones que no pueden ser corregidas.
Clase VIII	Los suelos y formas del terreno de esta clase tienen limitaciones que impiden su uso para la producción de cultivos comerciales y lo restringen a la reserva de tierras vírgenes, abastecimiento de agua, áreas de esparcimiento y parques nacionales. Estas limitaciones no pueden ser corregidas.

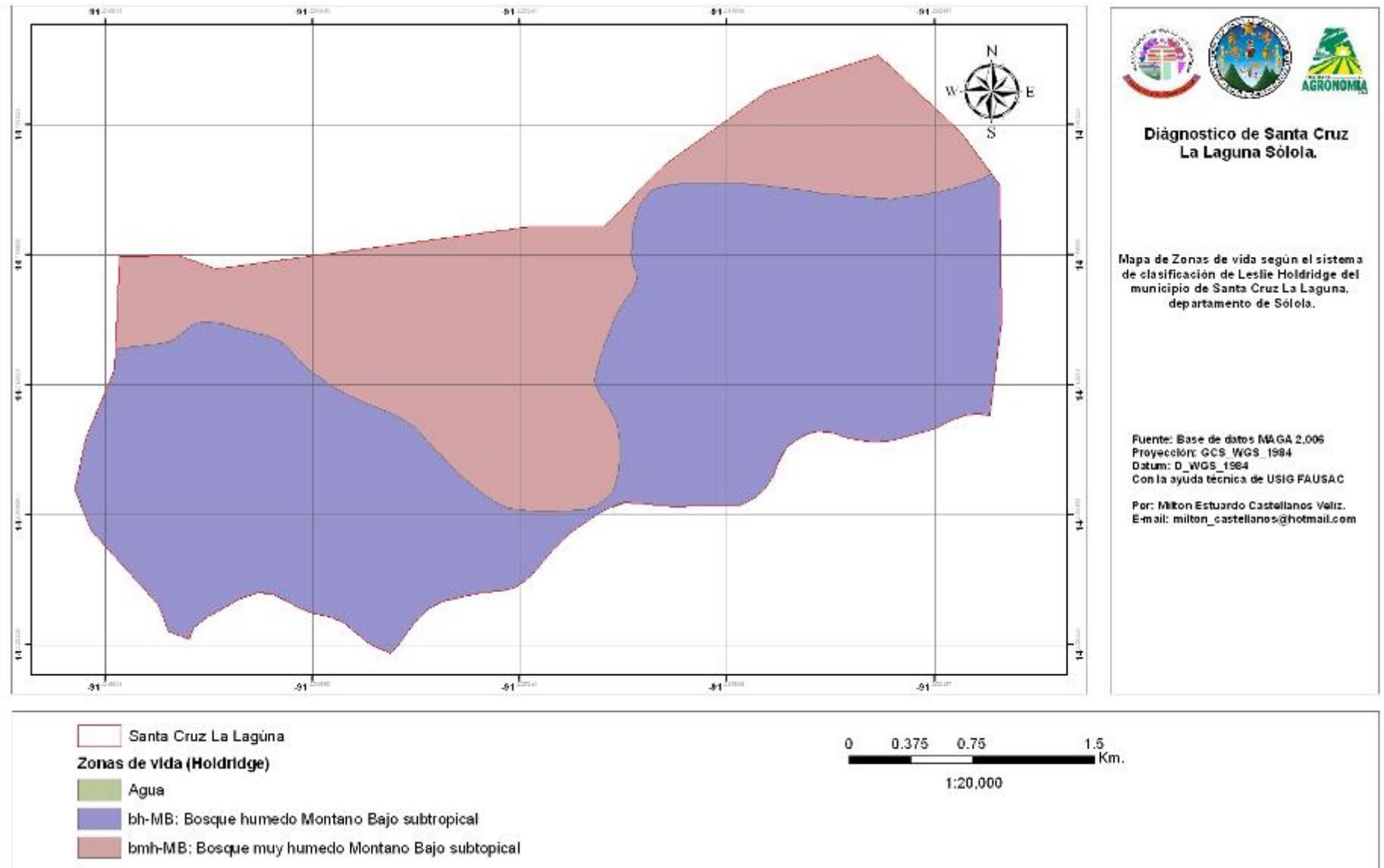
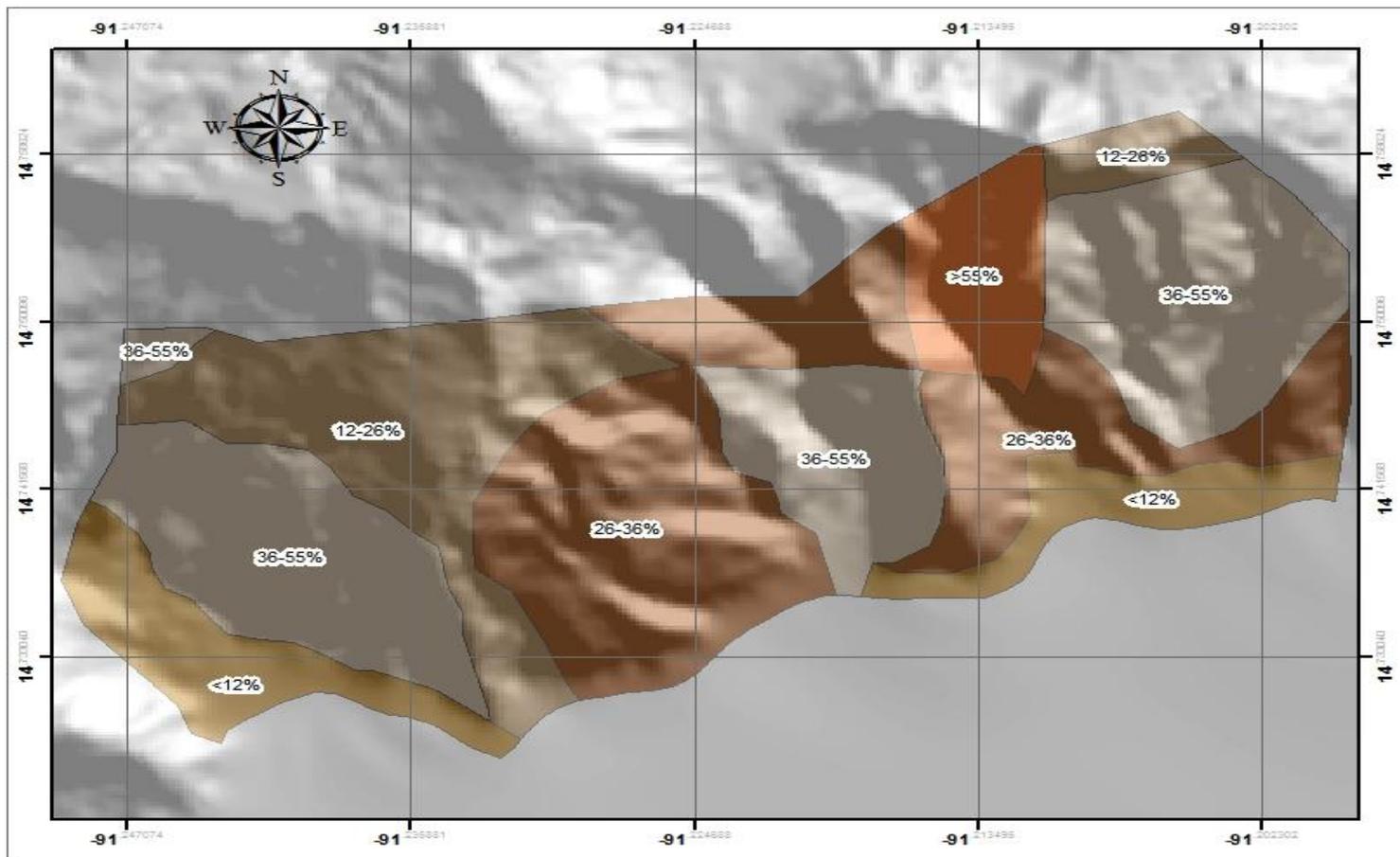


Figura 16 Mapa de zonas de vida del Municipio de Santa Cruz La Laguna Sololá



PROGRAMA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MULTIPROFESIONAL EPSUM-USAC

**Leyenda**

**pendientes**

- 12-26%
- 26-36%
- 36-55%
- <12%
- >55%

Fuente:  
Base de datos  
MAGA 2,006

Sistemas de coordenadas  
GCS\_WGS\_1984  
Datum: D\_WGS\_1984

Por: Milton Estuardo Castellanos V.  
con el apoyo técnico de  
USIG FAUSAC

**Mapa de pendientes del municipio de Santa Cruz La Laguna, Solola. Año 2,010.**

0      0.5      1      2 Km.  
1:30,000

Figura 17 Mapa de Pendiente del municipio de Santa Cruz La Laguna.

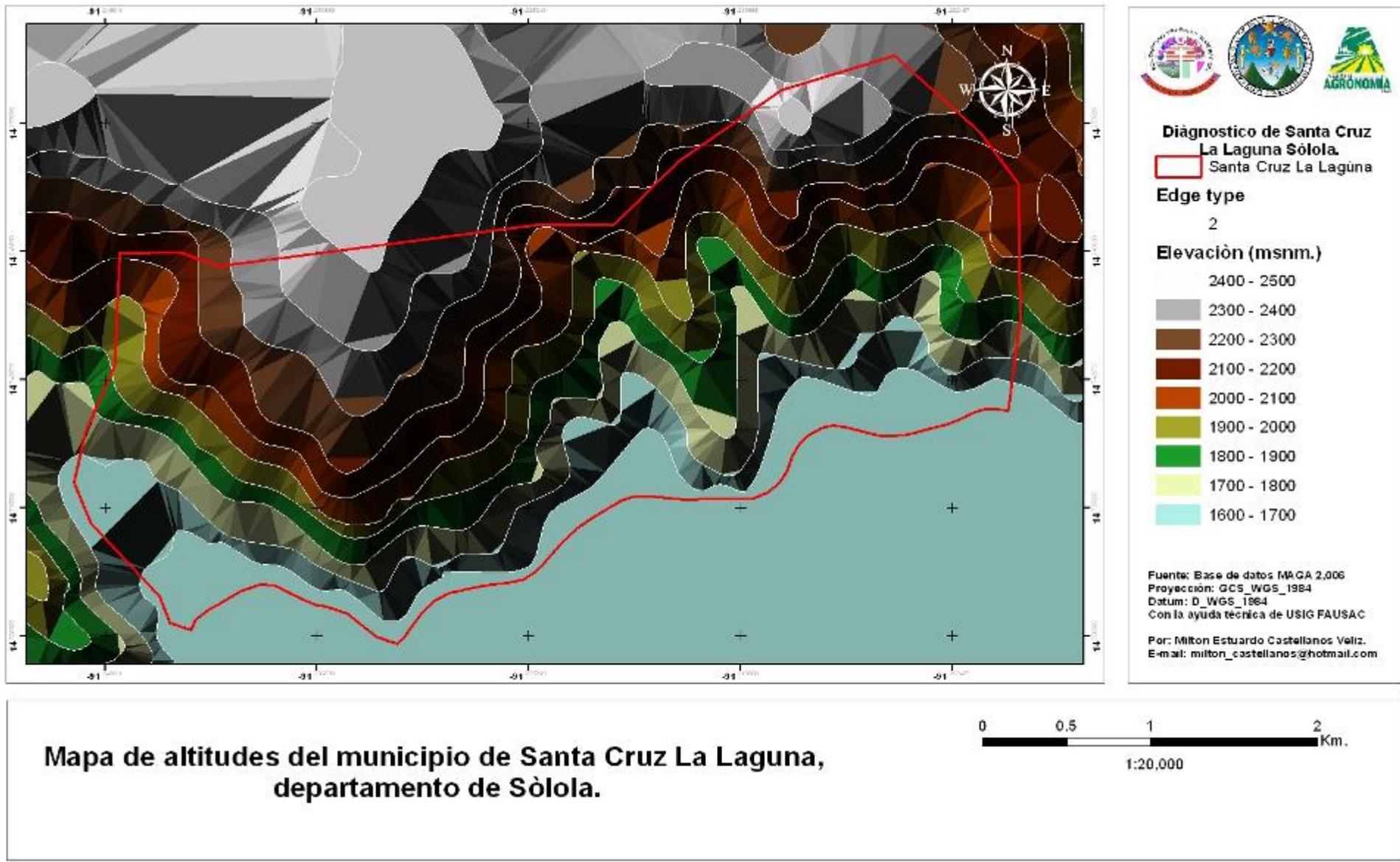


Figura 18 Mapa de altitudes del municipio de Santa Cruz La Laguna, Sololá

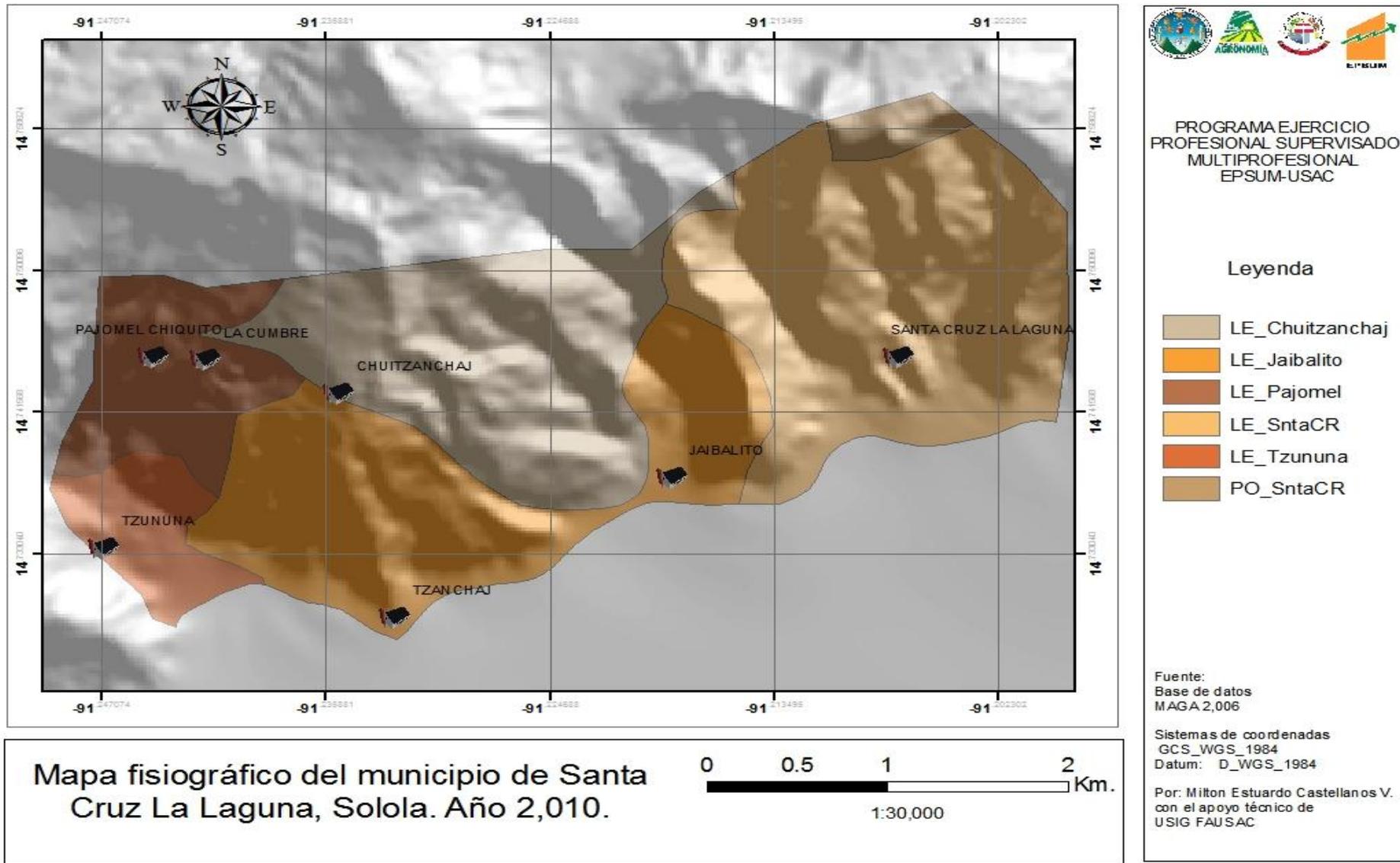
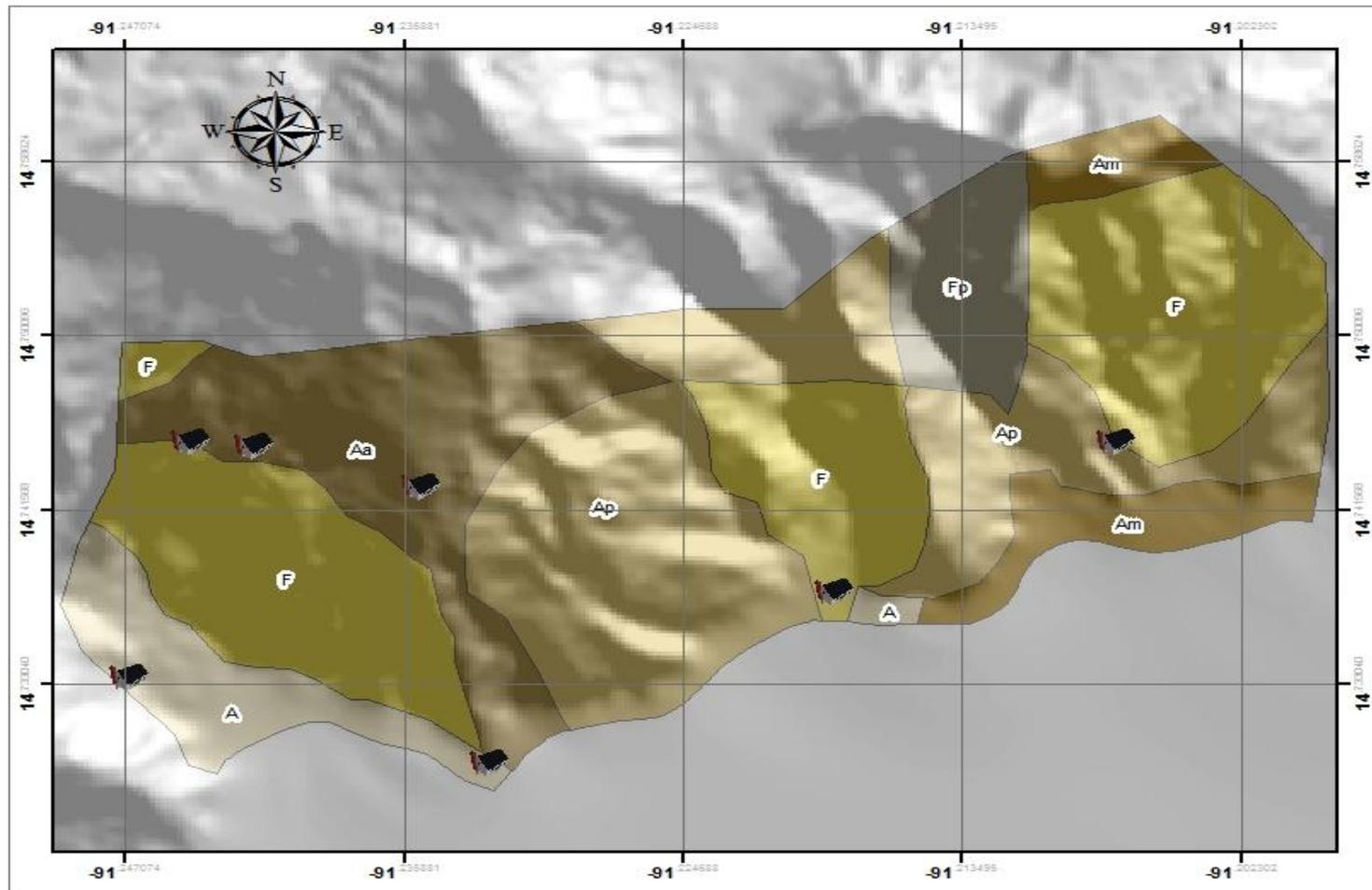


Figura 19 Mapa Fisiografía de Santa Cruz La Laguna, Sololá



PROGRAMA DE EJERCICIO  
PROFESIONAL SUPERVISADO  
MULTIPROFESIONAL  
EPSUM-USAC

### Leyenda

Capacidad de Uso

- A - Agricultura sin limitaciones
- Aa - Agricultura con cultivos anuales
- Am - Agricultura con mejoras
- Ap - Cultivos permanentes
- F - Forestales de producción
- Fp - Forestales de Protección

Fuente:  
Base de datos  
MAGA 2,006

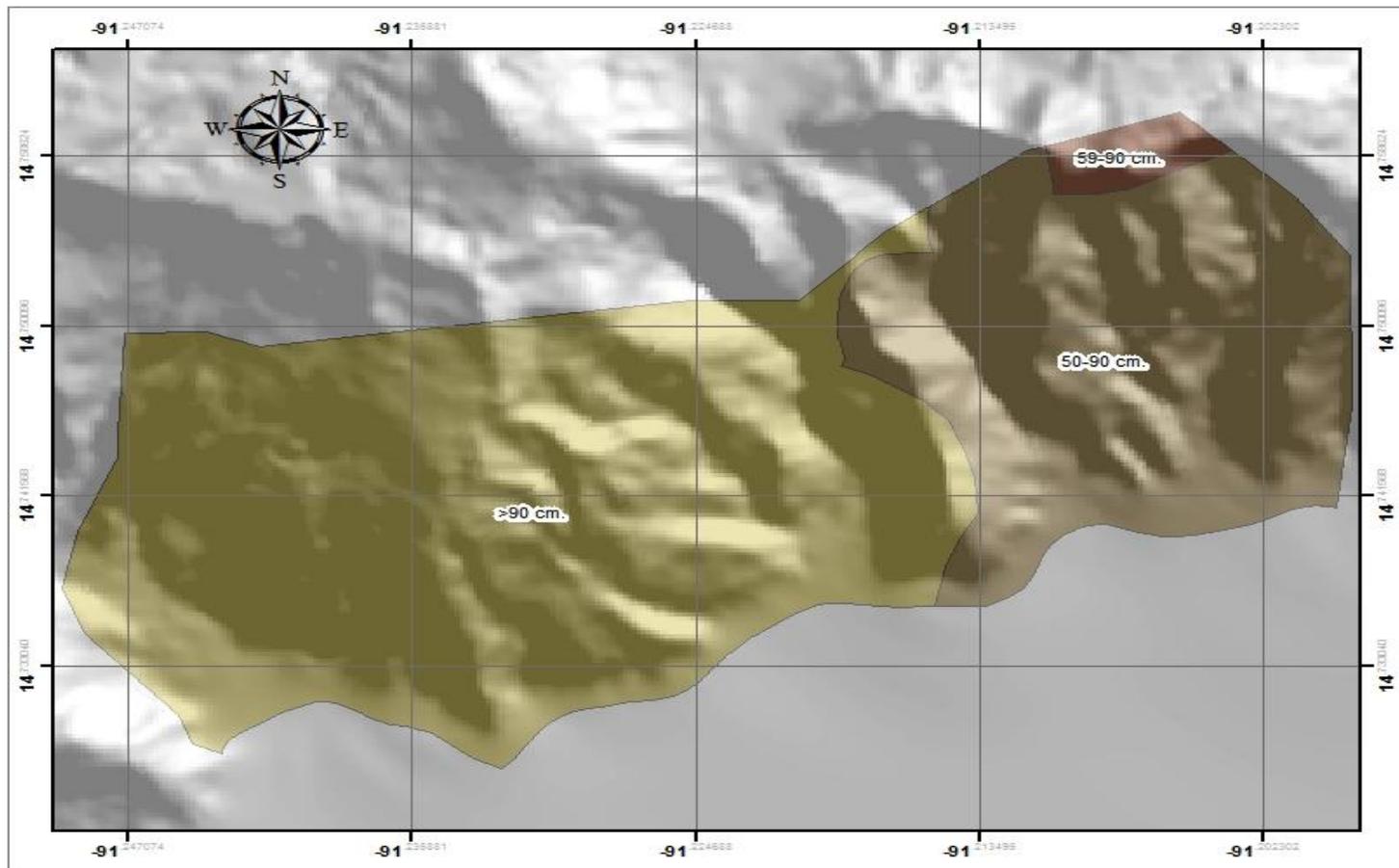
Sistemas de coordenadas  
GCS\_WGS\_1984  
Datum: D\_WGS\_1984

Por: Milton Estuardo Castellanos V.  
con el apoyo técnico de  
USIG FAUSAC

Mapa de capacidad de uso de los suelos del municipio de Santa Cruz La Laguna, Solola. Año 2,010.



Figura 20 Mapa de Capacidad de uso de los suelos de Santa Cruz La Laguna, Sololá



**Mapa de profundidades de los suelos del municipio de Santa Cruz La Laguna, Solola. Año 2,010.**

0 0.5 1 2 Km.  
1:30,000

**PROGRAMA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MULTIPROFESIONAL EPSUM-USAC**

**Leyenda**

**Profundidad Efectiva**

- 50-90 cm.
- 59-90 cm.
- >90 cm.

Fuente:  
Base de datos  
MAGA 2,006

Sistemas de coordenadas  
GCS\_WGS\_1984  
Datum: D\_WGS\_1984

Por: Milton Estuardo Castellanos V.  
con el apoyo técnico de  
USIG FAUSAC

Figura 21 Mapa de Profundidades de los suelos de Santa Cruz La Laguna, Sololá.

**2. *CAPÍTULO II Evaluación de la Bioestimulación y Nutrición en el Rendimiento del Cultivo de Brócoli (Brassica oleracea var. Marathon) en el Municipio de San José Chacayá, Sololá.***

***Bio-stimulation and nutrition assessment on broccoli crop yield (Brassica oleracea var. Marathon) in the Municipality of San Jose Chacayá, Sololá, Guatemala, CA***

## **2.1 PRESENTACIÓN**

El uso de bioestimuladores del crecimiento en el cultivo de brócoli ha logrado insertarse como tecnología alternativa en la producción eficiente de hortalizas. El brócoli es un vegetal que se consume a nivel mundial. En Guatemala el consumo es todavía pequeño comparado con otros productos agrícolas, pero cada día la gente valora más las propiedades alimenticias de este vegetal. En la sustentabilidad de los sistemas agrícolas a largo plazo debe de fomentarse el uso y manejo efectivo de los recursos internos de los agro-ecosistemas. En este sentido, los bioestimuladores son un componente vital de los sistemas agrícolas sustentables, ya que constituyen un medio económicamente atractivo ya que mejoran la cantidad y calidad de los productos. Actualmente los productores del municipio de San José Chacayá del departamento de Sololá, manifiestan una irregularidad en la cosecha del brócoli, principalmente en el desarrollo de la inflorescencia debido al mal desarrollo prematuro de la inflorescencia provocando un aumento en el tiempo del manejo agronómico en sus parcelas. Esta problemática motivó la realización de esta investigación con el objetivo de demostrar la utilización de Bioestimulantes orgánicos para acelerar el desarrollo del cultivo del brócoli y de esa manera aumentar el tamaño de la inflorescencia mejorando el nivel producción y calidad del brócoli.

## **2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El desarrollo prematuro de la flor es causado por interrupciones en el crecimiento, condiciones frías por largos períodos en plantas jóvenes, plantar extremadamente temprano, mantener plantas en semilleros por mucho tiempo, tener plantas muy secas o en condiciones severas de sequía. La aplicación de un fertilizante iniciador al momento del trasplante permite que las plantas tengan un buen comienzo, que a partir de ello deriva la necesidad de mejorar la productividad, promoviendo un incremento en el tamaño de la inflorescencia de brócoli utilizando tecnologías más eficientes, mejorando así el ingreso económico de las personas que se dedican a la producción de este cultivo, tomando en cuenta la necesidad de usar agro insumos orgánicos nobles que reduzcan el impacto del daño ambiental que los paquetes tecnológicos en el cultivo de brócoli puedan causar en el lugar.

## **2.3 JUSTIFICACIÓN**

Derivado del ingreso económico que significa el cultivo de brócoli para los habitantes de la región, se propicia la necesidad del desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías que coadyuven al mejoramiento agronómico del cultivo, especialmente con un enfoque sostenible. Por lo mismo, se están promoviendo nuevas tecnologías con uso de sustancias orgánicas de alta eficiencia. De manera que la utilización de tecnología orgánica es también apropiada para promover el incremento en la producción de los cultivos y disminuir altamente los costos. El propósito principal en la aplicación de productos orgánicos es permitir a los productores de brócoli, incrementar la rentabilidad de sus cultivos dentro de un contexto de uso sostenible de los recursos naturales de la zona del municipio de San José Chacayá. En este proyecto de investigación se propone el uso de una novedosa tecnología orgánica de Bioestimulación y nutrición que a la vez, pretende hacer eficiente el sistema metabólico y fisiológico de la planta, propiciando con ello la expresión de todo el potencial genético de la planta, consecuentemente un mayor rendimiento y en consecuencia una mayor rentabilidad del cultivo.

## **2.4 MARCO TEÓRICO**

### **2.5 Marco conceptual**

#### **2.5.1 Generalidades botánicas del cultivo del brócoli**

El brócoli se ha convertido en uno de los productos de exportación de mayor importancia. Esto se debe a que en las últimas décadas los cultivos tradicionales han sido desplazados por hortalizas con demanda en el extranjero, tanto en estado fresco como congelado. De tal forma ha sido un cultivo que ha incrementado tanto su superficie como su producción en toda la región. A pesar de las pérdidas ocasionadas por plagas, las exigencias del mercado, los rechazos y otros factores adversos, el cultivo de esta hortaliza sigue en aumento, tal como lo indica la Gremial de Exportadores de Guatemala (7)

El brócoli es una planta de la familia Cruciferae del orden Capparales. Su ciclo vegetativo varía entre 120-150 días, en su estado de madurez la planta emite entre 9 y 11 hojas grandes. Es una planta herbácea de clima templado frío que contiene gran cantidad de fibra y agua. Sus raíces son profundas y amplias lo que le permite tener un buen anclaje y una gran capacidad de absorción de nutrientes. Las hojas son erectas de color verde oscuro y algo rizado, festoneadas con ligerísimas espículas, presentando un limbo hendido, que en la base de la hoja puede dejar en ambos lados del nervio central pequeños fragmentos de limbo foliar, a modo de foliolos.(5)

Las hojas suelen ser pecioladas, siendo erectas y se extienden más en forma horizontal y abierta. Generalmente desarrolla solamente hojas cuando está en su fase de crecimiento, que irán decreciendo en tamaño cuando empiezan a surgir las flores. Sus tallos principales rematan en una masa globulosa de yemas hipertrofiadas lateralmente, capaces de rebrotar. (5)

Las masas de inflorescencias hipertrofiadas son de color verdoso grisáceo o morado, el grado de compactación es mediano (pellas abiertas). Las flores de color amarillo blanquecino están formadas por cuatro pétalos en forma de cruz que se agrupan en racimos desarrollados a partir del tallo principal. Es una flor de polinización alógama y la

fructificación se produce en silicuas. Las semillas son redondeadas de color parduzco, en un gramo pueden contenerse unas 350 semillas con una capacidad germinativa media de unos cuatro años. La altura de la planta es de 60 y 90 cm. El fruto es de color verde cenizo y mide entre 3 y 4 cm. El brócoli tiene un alto nivel nutricional y medicinal, cuenta con propiedades antivirales y un alto contenido de cromo. Es rico en vitamina A, C y contenido de fibra. Adicionalmente contiene sulforafane, que ayuda a combatir o prevenir el cáncer de mama y colon. (5)

### 2.5.2 Taxonomía

Nombre común o vulgar: **Brécoles, Brócoli, Bróculi, Brécol**

Nombre científico o latino: *Brassica oleracea* var. *italica*

Clasificación científica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

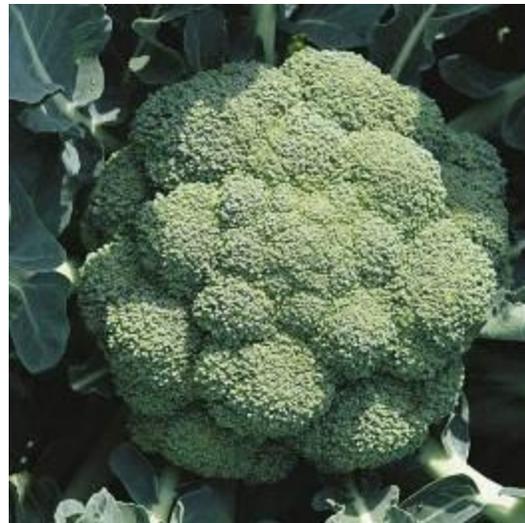
Orden: Apiales

Familia: Brassicaceae

Género: *Brassica*

L. 1753

Especie: *B. oleracea*



**Figura 22: *Brassica oleracea* var. *italica***

### 2.5.3 Características

Esta planta posee abundantes cabezas florales carnosas de color verde, dispuestas en forma de árbol, sobre ramas que nacen de un grueso tallo comestible. La gran masa de cabezuelas está rodeada de hojas. Es muy parecido a su pariente cercano, la coliflor, pero es de color verde. Similar a la coliflor, aunque las hojas son más estrechas y más erguidas, con pecíolos generalmente desnudos, limbos normalmente con los bordes más ondulados; así como nervaduras más marcadas y blancas; pellas claras o ligeramente

menores de tamaño, superficie más granulada, y constituyendo conglomerados parciales más o menos cónicos que suelen terminar en este tipo de formación en el ápice, en bastantes casos muy marcada. Es un cultivo de climas frescos, por lo que prospera pobremente durante los veranos calurosos. Habitualmente se prepara hervido o al vapor, pero se puede consumir crudo y se ha convertido en una verdura cruda muy popular como aperitivo. Un plato exquisito consiste en cocer brócoli con patatas cortadas en trozos y luego condimentarlo con pimentón, ajo en polvo y aceite de oliva. Tiene un alto contenido de vitamina C, vitamina E y fibra alimentaria soluble.

#### **2.5.4 Composición química del brócoli**

Agua 92%

Hidratos de carbono 3% (1, 4% fibra)

Proteínas 2, 2%

Lípidos 0, 2%

Potasio 300 mg/100 g

Sodio 20 mg/100 g

Fósforo 60 mg/100 g

Calcio 20 mg/100 g

Vitamina C 67 mg/100 g

Vitamina A 5 microgramos/100 g

Vitamina B1 0, 1 mg/100 g

Vitamina B2 0, 1 mg/100 g



**Figura 23 Composición química del brócoli**

#### **2.5.5 Agroecología del cultivo**

##### **2.5.5.1 Requerimientos climáticos**

A. **Temperatura:** para el óptimo desarrollo del brócoli, es necesario que la temperatura se encuentre entre 8 a 17 °C, aunque puede soportar temperaturas de 2 a 25 °C, pero, las temperaturas mayores a los 20 °C, provocan des uniformidad en la formación de las inflorescencias ocasionando una menor compactación de las mismas.(5)

B. **Humedad:** La humedad relativa intermedia a baja, que oscila entre 60 y 75, es beneficiosa para conservar su estado natural. Si la humedad desciende, la producción se vería afectada entre un 25 y 30%. Durante el ciclo productivo del brócoli, el periodo más crítico son los 45 primeros días, en donde se requiere de 30mm de agua aproximadamente.( 5)

C. **Luminosidad:** Este tipo de cultivo, requiere de luminosidad moderada, se adapta a un foto periodo de 11 a 13 horas luz. ( 5)

D. **Altitud:** Las zonas más adecuadas para la producción de brócoli deben estar comprendidas entre los 2200 y 2800 msnm. ( 5)

### **2.5.5.2 Requerimientos edáficos**

Es un cultivo que se adapta a cualquier tipo de suelo, sin embargo prefiere los suelos francos y francos-arenosos, uniformes, profundo y con buen drenaje. El pH tiene un efecto directo en la nutrición de la planta, ya que afecta la disponibilidad de nutrientes en el suelo, Como todas las crucíferas prefieren suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad. Por esta razón, es importante que el pH del suelo se encuentre entre 6 y 6.8 al momento de la cosecha. Los suelos deben ser ricos en materia orgánica y con una buena capacidad de retención de agua. Es importante mantener un buen drenaje en los suelos, sobre todo cuando estos son pesados ya que el brócoli es muy sensible a inundaciones. (7)

### **2.5.6 Fases del cultivo**

**De crecimiento:** la planta desarrolla solamente hojas.

**De inducción floral:** después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas la planta inicia la formación de la flor; al mismo tiempo que está ocurriendo esto, la planta sigue brotando hojas de tamaño más pequeño que en la fase de crecimiento.

**De formación de pellas:** la planta en la yema terminal desarrolla una pella y, al mismo tiempo, en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo la fase de inducción floral con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que la pella principal.

**De floración:** los tallos que sustentan las partes de la pella inician un crecimiento en longitud, con apertura de las flores.

**De fructificación:** se forman los frutos (silicuas) y semillas.

### **2.5.7 Técnicas del cultivo**

Para la producción del brócoli, es aconsejable la utilización de semilleros. Esto ofrecerá a las semillas y a las plántulas las mejores condiciones para el desarrollo de la planta. Las etapas del cultivo son: (7)

- La selección y preparación del terreno
- Siembra de la semilla en el semillero
- Transplante al suelo definitivo
- Deshierbas y riego.

### **2.5.8 Preparación del terreno**

La preparación del suelo puede realizarse mediante maquinaria, tracción animal o a mano, siempre que sea una arada profunda y dos pases de rastra. En terrenos con pendientes fuertes se deben realizar trabajos de conservación de suelos para prevenir la erosión. (3)

### **2.5.9 Época de siembra**

La siembra del brócoli, como la mayoría de hortalizas, depende básicamente de la disponibilidad de agua, al igual que el mercado objetivo. Si el agua no es problema, entonces se podrá sembrar durante todo el año, de lo contrario la siembra debe ser durante el periodo lluvioso. **(13)**

### **2.5.10 Densidad de siembra**

Las densidades de siembra varían de acuerdo al sistema de siembra y tipo de riego, pero se recomienda estar en los siguientes rangos (5)

**Cuadro 21 Distanciamiento de siembra**

Distancia entre camas	Distancia entre plantas	Hileras/camas
1.0 Mts	0.35 Mts	2
1.5 Mt	0.35 Mts	3

### **2.5.11 Irrigación**

Se requieren abundante agua durante el ciclo productivo del brócoli, siendo en los primeros 45 días los momentos más críticos para la planta en cuanto al riego. El suelo debe permanecer húmedo en un 80% de capacidad de campo, para lo cual debe regarse frecuentemente sin llegar al exceso. El agua de riego o de lluvia, permitirá airear el suelo. Es necesario que el agua tenga la temperatura ambiental y poca concentración de sales.

En la fase de inducción floral y formación de pella, es conveniente que el suelo no esté excesivamente húmedo, pero si en estado tempero. Agua proveniente de lagunas o ríos no son aconsejables para su uso. El agua de estas fuentes a menudo está contaminada por correr a través de los campos y galpones de empaques y por lo tanto contienen grandes cantidades de patógenos pos cosecha. Usar esa agua para riego también puede contaminar los productos en el campo. Siembre es aconsejable utilizar agua potable. (5)

### **2.5.12 Fertirrigacion y fertilización**

La fertilización debe basarse en los contenidos de los elementos nutricionales reportados de un análisis del terreno, así como de las condiciones climáticas en que se realizara el cultivo. Si el brócoli ha sido sembrado como un cultivo secundario se beneficiara de la

fertilización que se le dé al cultivo adicional. Es recomendable que se realice la aplicación de fertilizante foliar principalmente de los elementos: Boro, magnesio, azufre. El cultivo de brócoli al igual que cualquier otro cultivo, necesita extraer del suelo macro y micronutrientes esenciales para su completo desarrollo.

La disponibilidad de estos nutrientes varía con todo tipo de suelo y es necesario realizar un estudio detenido de cada uno de ellos, tanto de la disponibilidad como de otras características inherente a cada sustrato, tales como pH, contenido de materia orgánica, textura, etc. En general, se puede decir que se logran buenos rendimientos en suelos fértiles, ricos en materia orgánica, de manera que cualquier programa de fertilización debe ser consecuencia de un análisis de suelo. (4)

Es importante resalta que el cultivo de brócoli posee alto requerimiento de boro en cantidades superiores a 0.5 p.p.m. en el suelo, por lo que en determinadas ocasiones suele ser conveniente la aportación de boro en la fertilización, (5).

#### ***2.5.13 Labores culturales durante el crecimiento del cultivo***

Dentro de las labores culturales principales del cultivo del brócoli, se puede mencionar las escardilladas y aporcados en las primeras semanas y una carpida previa a la cosecha. Las prácticas de escarda, deshierbes y aporques, se realizan por lo menos dos o tres veces durante el ciclo del cultivo, con el fin de mantener limpio y libre de malezas el cultivo, así como para lograr retener la humedad de la planta y suelo (5).

#### ***2.5.14 Aporcado y rehundido***

El aporcado se realiza de dos a tres veces durante todo el ciclo del cultivo, elaborándose la primera a las tres semanas luego de la plantación, la segunda siete semanas después de la plantación y la tercera dependerá de la madurez del cultivo(5).

#### ***2.5.15 Malezas***

Las malezas compiten con el brócoli por luz, nutrientes, agua, aire, y espacio. Además pueden ser hospederos de insectos y enfermedades. Las malezas también son crucíferas

como la mostaza (*Brassica campestris*) y el jilipliegue (*Lepidium virginicum*), hospedan a la mayoría de las plagas del brócoli.

#### **2.5.16 Control de malezas**

Es recomendado realizar este control manualmente, sobre todo porque el brócoli es un cultivo muy sensible a los herbicidas. Se puede aprovechar el deshierbe para la aplicación de fertilizantes y aporcado después de 30 días del transplante. El periodo crítico de competencia de malezas es entre el 3 y 18 días después del transplante. Las especies de malezas más importantes en orden de mayor a menor valor de materia seca son: Mostaza (*Brassica campestris L.*) Lengua de vaca (*Rumex crispus L.*), verdolaga (*Portulaca oleracea L.*), hierba de pollo (*Commelina erecta L.*) (5).

#### **2.5.17 Fisiopatía**

Los daños físicos, a los cuales el cultivo de brócoli está expuesto, son sobre todo los mencionados a continuación (5)

- **Tallo hueco:**

Desaparición de la medula o centro del tallo del brócoli, se asocia con el crecimiento rápido, tallos gruesos, altas temperaturas, en combinación con altos niveles de nitrógeno. Si el tejido interior está completamente sano, no ocasiona el tallo hueco. Demasiado espacio entre las plantas ocasiona este problema.

Existen varias causas probables de este fenómeno; entre ellas la deficiencia de boro, en cuyo caso el agrietamiento es acompañado de una necrosis de los tejidos internos; la nutrición nitrogenada, ya que causa un crecimiento acelerado de la planta; el efecto de variedad, ya que existen variedades más susceptibles al tallo hueco, principalmente aquellas de crecimiento vigoroso como los híbridos recomendados para exportación.

- **Amarillamiento de las inflorescencias:**

Su amarillamiento puede deberse a sobre madurez en la cosecha, temperaturas altas de almacenamiento y/o contacto con el etileno. En todos estos casos la causa fisiológica es la senescencia de las inflorescencias. La aparición de un color amarillo en las inflorescencias termina con la vida comercial del brócoli. El amarillamiento por

senescencia no debe confundirse con el color verde claro-amarillento que presentan las áreas de las inflorescencias que no estuvieron expuestas a la luz durante el crecimiento, algunas veces llamado "amarillamiento marginal".

- ***Granos pardos en la superficie del cogollo:***

Es una fisiopatía en la que ciertas áreas de las inflorescencias no se desarrollan correctamente, mueren y se tornan pardas. Se cree que es provocada por un desequilibrio nutricional de la planta.

### ***2.5.17.1 Desordenes***

#### ***2.5.17.1.1 Deficiencia de Boro***

Las hojas de brócoli con deficiencia de boro están deformadas y descoloridas, los pecíolos están cuadrados y las inflorescencias inmaduras son pardas. La única solución consiste en realizar una correcta fertilización (5).

#### ***2.5.17.2 Cabezas hojosas***

La presencia de hojas dentro de la cabeza es a menudo debido a altas temperaturas asociadas al crecimiento exuberante debido al exceso de nitrógeno ( N ) (5)

### ***2.5.18 Plagas del brócoli***

Se consideran plagas a todos los insectos, enfermedades, malezas u otro organismo que dañan el cultivo, reduciendo el rendimiento o afectando su calidad. La planta de brócoli es atacada por varias plagas que pueden reducir el rendimiento o causar algún tipo de rechazo por el consumidor final. Los insectos y las enfermedades que atacan a la brócoli son las mismas descritas para repollo y su combate es igual. Aquí se destacan las más importantes (5).

### 2.5.18.1 **Plagas y enfermedades que dañan la raíz o la plántula**

- **Gallina Ciega**

La gallina ciega *phyllophaga spp.*, es una larva o gusano de cuerpo blanco o crema, encorvado y de cabeza café, amarilla o rojiza. Los adultos de este gusano son los ronrones de mayo. La hembra después de aparearse con el macho, pone sus huevo en el suelo y de ellos salen gusanos o gallinas ciegas pequeñas. El gusano maduro se encierra en una cápsula o pupa, de la cual saldrá un adulto o ronrón cuando comienzan las lluvias. El daño lo causan los gusanos al comerse las raíces y pueden matar a la planta.

- **Gusano Alambre**

El gusano alambre *Agriotis sp.*, es de color amarillo a café y de apariencia metálica. Vive en el suelo en sus fases de huevo, larva y pupa. Las larvas se alimentan de plantas en germinación o raíces.

- **Gusano Nochero:**

El gusano nochero o cortador, *sopodoptera sp.*, y otros, cortan las plantitas arriba de la base del tallo. También ataca el follaje. Cuando el cultivo está recién trasplantado, y las poblaciones altas pueden ocasionar grandes pérdidas de plantas.

- **Mal de Talluelo:**

Hay hongos que dañan las plántulas en el semillero o las recién trasplantadas, causando pudrición de tallo y raíz que finalmente puede ocasionar la muerte de las mismas. Entre los principales hongos que ocasionan el mal de TALLUELO están: *Pythium spp*, *Fusarium spp*, *Phytophthora spp*, *Rhizoctonia spp*, *Verticillium spp*.

- **Hernia de las Coles**

La hernia causada por el hongo *Plasmodiophora Brassicae*, es conocida como rabanito, camotillo, papilla o hernia de las coles. Ataca al brócoli y a todas las plantas de la misma familia (Crucíferas): repollo, coliflor, col de bruselas, rábano, nabo, mostaza y otras. La raíz presenta pequeños y grandes hinchamientos. Las hojas se tornan amarillentas, se marchitan al medio día y en la noche se recuperan y algunas plantas se quedan enanas.

Cuando el hongo daña plantas jóvenes, las puede matar; si ataca plantas adultas reduce el rendimiento. En terrenos altamente infectados puede ocasionar la pérdida de plantaciones enteras. Los terrenos quedan inutilizados para sembrar brócoli y cualquier col. El hongo se desarrolla mejor en suelos ácidos (pH debajo de 7) con humedad suficiente. Actualmente no hay un método económico para combatir esta enfermedad **(5)**.

### **2.5.19 Cosecha**

La cosecha se realiza a los 70 o 75 días después de la siembra o cuando la cabeza principal alcance un diámetro de 25 a 35 cm. y la inflorescencia no esté abierta. El periodo de cosecha puede durar hasta 4 semanas, llegándose a realizar hasta diez cortes en este periodo. Para la recolección del brócoli es necesario actuar rápidamente ya que las condiciones óptimas de calidad son de dos días, luego va decreciendo en calidad, las yemas florales se abren mostrando pétalos de color amarillo y aflojan las cabezas.

Si la cosecha es muy pronto, la pella pesará poco y la producción será baja; si se cosecha demasiado tarde, las yemas florales se abren, perderán el calor y aumentará la fibrosidad del pecíolo. La cosecha inicia entre 70 y 80 días después de la siembra definitiva. La cosecha es manual, con cuchillos comunes cuando la inflorescencia está completamente formada (5).

#### **2.5.19.1 Índice de madurez**

El indicador de madurez es el tiempo de siembra y tamaño de la pella. La planta deberá tener los botones cerrados, de color verde grisáceo o verde azulado y brillante. El momento idóneo para la cosecha es cuando la inflorescencia ha adquirido el tamaño máximo sin haberse abierto. El brócoli para el consumo fresco es cosechado con una longitud total de pella más el tallo de 15 a 20 cm. Aproximadamente (5).

#### **2.5.19.2 Índice de calidad**

El índice de calidad de las hortalizas se determina basado en las características físicas del producto. En el caso del brócoli, lo más importante corresponde a la compactación

de la cabeza o pella y el color debe ser verde brillante. El color debe ser constante evitando manchas incluso de diferentes tonalidades de verde (5).

### **2.5.20 Valor nutricional del brócoli**

Son varios los vegetales y hortalizas que ayudan a prevenir la formación del cáncer, dentro de este grupo el brócoli ocupa el primer lugar, al poseer 30 tipos de agentes bloqueadores. Últimamente se ha dado gran importancia al valor nutricional de esta hortaliza, ya que investigaciones han confirmado que la cantidad de ácido fólico que contienen las hojas y las inflorescencias ayuda a prevenir el cáncer al igual que otros componente llamado fotoquímicos, que previenen la formación de sustancias cancerígenas y evitan que estas lleguen a las células, promoviendo la formación de enzimas que eliminan las toxinas de los cancerígenos (7).La composición nutricional del brócoli se detalla a continuación

**Cuadro 22 Composición nutricional del brócoli**

COMPONENTE	BROCOLI CRUDO		BROCOLI COCIDO	
	CONTENIDO	UNIDAD	CONTENIDO	UNIDAD
Agua	91	%	90	%
carbohidratos	5.3	g	5.56	g
proteínas	2.65	g	2.78	g
Lípidos	0.66	g	0.56	g
Calcio	47.68	mg	113.89	mg
Fósforo	66.23	mg	47.68	mg
Fierro	0.86	mg	1.17	mg
Potasio	325.17	mg	162.78	mg
Sodio	27.15	mg	11.11	mg
Vitamina A ( valor)	1543.05	UI	1411.11	UI
Tiamina	0.07	mg	0.08	mg
Riboflavina	0.12	mg	0.21	mg
Niacina	0.66	mg	0.78	mg
Ácido ascórbico	93.38	mg	62.78	mg
Valor energético.	26.49	cal	27.78	cal

## **2.5.21 Funciones de los principales nutrimentos en la planta**

### **2.5.21.1 Nitrógeno (N)**

Es el componente fundamental de todas las moléculas orgánicas involucradas en los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal: aminoácidos (proteínas estructurales y enzimas), ácidos nucleicos, clorofila, citocromos, coenzimas, hormonas, y otros compuestos nitrogenados con funciones variadas (ureidos, amidas, alcaloides, etc.).

Por lo tanto, participa activamente en los principales procesos metabólicos: la fotosíntesis, la respiración, la síntesis proteica (13).

#### **Efectos que causa el N en las plantas:**

- Acentúa el color verde del follaje
- Contiene succulencia a los tejidos
- Favorece el desarrollo exuberante del follaje
- Puede aumentar la susceptibilidad a plagas y enfermedades
- Aumenta el tenor de proteína
- Propicia el volcamiento de los cultivos
- Retrasa la maduración de frutos

### **2.5.21.2 Fosforo (P)**

Forma parte de la molécula transportadora de alta energía ATP, por lo tanto, participa en todos los procesos metabólicos que involucran energía. Estructuralmente constituye parte, de los ácidos nucleicos, de la mayoría de las enzimas y de las coenzimas NAD y NADP, por lo que participa en la fotosíntesis de ácidos grasos y en la respiración, en la síntesis de proteínas, especialmente nucleoproteínas en los tejidos maristematicos. El ácido fitico (hexafosfato de inosito) almacenado en las semillas es la principal fuente de fosfato inorgánico durante la germinación (13).

***Principales funciones que causa la aplicación de fosforo (P) en las plantas:***

- Fomenta y acelera el desarrollo de raíces
- Aumenta el número de renuevos
- Aumenta la fructificación
- Apresura la maduración de frutos
- Participa en la formación de semillas
- Evita el acame o volcamiento
- Aumenta el tenor de carbohidratos, aceites, grasas y proteínas
- Aumenta la resistencia a enfermedades
- Participa en la fijación simbiótica del N

**2.5.21.3 Potasio (K)**

En su totalidad se encuentra en forma iónica y móvil dentro de la planta. Participa en casi todos los procesos, respiración, fotosíntesis, aparición de clorofila, pero no tiene un papel específico. Se le confiere una participación muy activa en la regulación osmótica e hídrica de la planta, en el mantenimiento del electro neutralidad celular y en la permeabilidad de las membranas.

Actúa como activador de una gran cantidad de enzimas de la síntesis proteica y del metabolismo de carbohidratos, y está involucrado muy directamente en el transporte de azúcares vía floema. Puede ser parcialmente sustituido por el Na y el Rb (13).

***Principales funciones que causa la aplicación de potasio (K) en las plantas:***

- Incrementa la eficacia en la elaboración y movilización de azúcares y almidones
- Mejora la calidad de los productos
- Evita los efectos severos de la sequía y de las heladas
- Aumenta la resistencia a enfermedades y plagas
- Reduce el volcamiento
- Ayuda en la fijación simbiótica del N

#### **2.5.21.4 Boro (B)**

El boro es un elemento esencial requerido para el crecimiento normal de las plantas superiores. La deficiencia de B es un problema extendido en muchos cultivos agrícolas. Estudios previos muestran que la deficiencia de B disminuye la capacidad fotosintética de las plantas (Kastori *et al.*, 1995; Zhao y Oosterhuis, 2002, 2003).

La deficiencia de B es un principal problema que impide el crecimiento del cultivo y generalmente conduce al rápido cese de la elongación de la raíz, reduce la expansión foliar, principalmente debido a la reducción en la expansión celular (Dell y Huang, 1997; Marschner, 2002).

#### **2.5.22 Reguladores de Crecimiento**

Los reguladores de crecimiento son fitohormonas que tienen distintos usos en fruticultura, tienen la particularidad de que en algunas oportunidades el mismo principio activo ofrece distintas respuestas de acuerdo al momento de aplicación y a la concentración empleada, el efecto del clima local es muy marcado, como también lo es el cultivar. Esto hace que la mayoría deban ser estudiados en cada región y a lo largo de varias temporadas. **(7)**

##### **I. Aminoácidos:**

Los aminoácidos son sustancias compuestas por carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno. Son compuestos cristalinos que contienen un grupo ácido débil, carboxilo (-COOH) y un grupo básico débil, amina (-NH<sub>2</sub>), unido al carbono  $\alpha$  (el carbono  $\alpha$  de un ácido orgánico es aquel inmediato al carboxilo) **(10)**.

La incorporación de aminoácidos a las plantas puede producirse por vía foliar o radicular. En condiciones naturales la vía radicular es el mecanismo más usual de ingreso de aminoácidos externos. Los aminoácidos se encuentran libres en el suelo y pueden acceder a apoplasto radicular por difusión, y ser absorbidos por las células epidérmicas y por el parénquima cortical de la raíz. **(10)**

Si la aplicación es foliar se produce una penetración de la solución a través de los estomas hasta apoplasto foliar y posteriormente transportando al resto de los órganos y partes de la planta. **(10)**

Efectos de los aminoácidos en las plantas:

- **Síntesis de proteínas.** Los L – aminoácidos se unen para formar proteínas.
- **Resistencia al estrés.** Las altas temperaturas, enfermedades, heladas, etc., repercuten sobre las plantas. Los aminoácidos y principalmente la prolina actúan reduciendo este riesgo.
- **Efecto sobre las fotosíntesis.** Algunos aminoácidos como la glicina y el ácido L- Glutámico incrementan la concentración de clorofila en consecuencia aumenta la fotosíntesis.
- **Efecto quelante.** Algunos aminoácidos como la glicina y los ácidos (L – Glutámico y L- Aspártico), que tienen carga negativa son capaces de retener cationes formando quelatos. El resto de aminoácidos son de carga positiva y neutra, con lo cual no son capaces de quelatar.

## II. Auxinas

*Auxina* (Hormonas de Crecimiento de las Plantas) (IAA, IBA, SNA)

- Promoción del Metabolismo de las Plantas
- Promoción de la Citocinesis de las Plantas

El nombre auxina significa en griego crecer y es dado a un grupo de compuestos que estimulan la elongación (9).

**Los principales procesos orgánicos que controlan las auxinas:**

Iniciación de la radícula y raíces adventicias, retención de flores y frutos, paso de flor a fruto, juventud del follaje (interacción compleja) y tropismos. Las auxinas a bajas

concentraciones estimulan el metabolismo y desarrollo y a concentraciones altas la deprimen (9).

Son sintetizadas en las hojas jóvenes, especialmente por las células presentes en los primordios en el meristemo apical. También son producidas por las semillas que están en desarrollo. Las auxinas se difunden de célula en célula y estimulan el crecimiento de los tallos a través de la elongación y división celular.

En el tallo siempre se mueve hacia abajo por el floema, juntamente con azúcares y otros compuestos orgánicos. **(1)**

Actúan principalmente en la expresión de la dominancia apical, en el crecimiento inicial de la fruta y el cuaje, la iniciación radical, retarda la abscisión de las hojas y frutos y estimula la diferenciación vascular de los tejidos.

### III. Giberelinas (Hormonas de Energía de las Plantas) (GA1, GA3)

**Giberalina:** es una fitohormona. Se producen en la zona apical, frutos y semillas afectando a la elongación de tallos y raíces. Entre estas están GA1, GA3, GA4, GA7 y GA9. (9). Sus funciones: Interrumpir el periodo de latencia de las semillas, haciéndolas germinar, Inducir la brotación de yemas, Promover el desarrollo de los frutos (floración).

#### **Efectos fisiológicos**

Naturales: Estimula el crecimiento del tallo de las plantas mediante la estimulación de la división y elongación celular, regulan la transición de la fase juvenil a la fase adulta, influyen en la iniciación floral, y en la formación de flores unisexuales en algunas especies; promueven el establecimiento y crecimiento del fruto, en casos de que las auxinas no aumentan el crecimiento, promueven la germinación de las semillas (ruptura de la dormición) y la producción de enzimas hidrolíticas durante la germinación **(1)**.

### ***Modo de actuación***

Las giberelinas son activas y producen respuesta a concentraciones extremadamente bajas. Tiene que haber un mecanismo eficaz para la percepción y transducción de la señal para que se produzca la respuesta. Las giberelinas incrementan tanto la división como la elongación celular. Inducen el crecimiento a través de una alteración de la distribución de calcio en los tejidos. Además activan genes que sintetizan ARNm, el cual favorece la síntesis de enzimas hidrolíticas, como la  $\alpha$ -amilasa, que desdobla el almidón en azúcares, dando así alimento al organismo vegetal, y por tanto, haciendo que incremente su longitud (9)

### ***Efecto en la elongación***

Hay diferencias con respecto al proceso inducido por las auxinas: expansión por el potencial osmótico. El tiempo que se tarda en obtener respuesta es diferente: auxinas (al cabo de 10-15 min de su aplicación), GAs (2 ó 3 tras su aplicación). Los efectos de auxinas y giberelinas en este proceso son aditivos. Las GAs regulan el ciclo celular en los meristemos intercalares, se produce la elongación celular y luego la división celular, estando este efecto mediado por una proteína kinasa dependiente de ciclina. En el crecimiento del tallo hay genes que codifican para proteínas transductoras de señal

## **IV. Citoquininas**

Son hormonas vegetales que promueven la división y diferenciación celular. Que inducen la división celular junto con auxinas. Alterando ligeramente las concentraciones relativas de auxina y citoquinina, los investigadores han podido modificar el desarrollo de las células indiferenciadas de los cultivos de tejidos.

***Principales funciones que realizan las citoquininas en las plantas:*** Estimulación del Crecimiento de las Raíces, Retraso del Proceso de envejecimiento, Diferenciación de Células, Permeabilidad Celular.

### ***Efectos fisiológicos***

Una concentración más o menos igual de las dos hormonas hace que las células sigan indiferenciadas, formando masa de tejido llamadas callos. Cuando la concentración de auxina es superior, el tejido indiferenciado organiza raíces. Con una concentración superior de citoquininas, se forman yemas (9).

### ***Factores que influyen en la asimilación de la Citoquininas dentro de las plantas***

- Luz roja: provoca un aumento rápido del nivel de citoquininas.
- Temperatura: el paso de las citoquininas desde la raíz al xilema es mayor a bajas temperaturas.
- Rotura de la dormición: aumenta el nivel de citoquininas.
- O<sub>2</sub> atmosférico: a altas concentraciones promueve la germinación e incrementa el nivel de citoquininas.
- KNO<sub>3</sub> ó (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: aplicados al suelo aumenta el nivel de citoquininas en hojas y xilema.
- Carencia de P: disminuye el nivel de citoquininas.

Estrés debido a sequía, inundación, salinidad, bajo pH: disminuye el nivel de citoquininas en tejidos y xilema (9).

### V. Bioestimulantes vegetales

Los bioestimulantes son productos que solos o mezclados con fertilizantes contribuyen a mejorar el crecimiento de las plantas al mejorar procesos fisiológicos específicos. Los bioestimulantes son naturales o sintéticos, caracterizados por sus diferentes modos de acción y varias formas de uso, son capaces de mejorar la nutrición y desarrollo de los vegetales. (10)

### ***Ventajas en la utilización de los bioestimuladores de crecimiento natural***

A continuación se mencionaran algunas ventajas en la utilización de bioestimuladores de crecimiento en el brócoli: Estimulación del crecimiento de raíces, promoción del inicio de floración, facilita el cuajado del fruto de las plantas, mayor resistencia de las plantas a plagas y enfermedades, mayor resistencia a la sequía y a las heladas, disminución de aplicación de fertilizantes convencionales.

#### ***2.5.23 Antecedentes***

##### ***Producción de Brócoli a Nivel Nacional***

De acuerdo al último censo agropecuario realizado por el INE-2006, Guatemala cuenta con 9,699 fincas, que albergan en total una superficie cultivada de 4,059 manzanas, las cuales produjeron 1, 061,396 quintales.

Los departamentos de Guatemala que mayor destacan la producción de brócoli son: Chimaltenango (73%), Jalapa (24%), Sololá (2%), y Huehuetenango, Guatemala y San Marcos en menor escala (1%).

##### ***Clasificación arancelaria***

***Según el Sistema Arancelario Centroamericano-SAC:*** 0704.10.00 Coliflores y brécoles (“brócoli”). Para el mercado nacional, el arancel de importación según el SAC es del 15%.

##### ***Dinámica Comercial del Brócoli***

Según datos de la Organización de Agricultura y Alimentos (FAO) el total de las exportaciones de brócoli en el año 2005 fueron: 946.700 Toneladas Métricas (TM). Los principales países exportadores de brócoli son: España (240,61 mil/TM), Francia con un 19.26% (182,39 mil/TM), China con 13.92% (131,86 mil/TM) y Estados Unidos con 8.95% (84,80 mil/TM). España tiene la mayor participación del mercado mundial con un 25.40%.

Según datos de la FAO el total de las importaciones mundiales reportadas en el año 2005 fueron 662.130 millones TM. Los principales importadores son: Reino Unido (18%),

Alemania (9.44%) y Canadá (9.20%). Según datos de la FAO casi un 62% de las importaciones mundiales de brócoli y coliflor son de EU. Los países que destacan son: Reino Unido (29%), Alemania (15%) y Francia (9.12%).

Así mismo según Eurostat, la Unión Europea importó en el 2006 US\$350, 197,110 y sus principales proveedores son: España (46.7%), Francia (26.3%), Alemania (7%), Italia (7.8%). Guatemala exporta a la UE el equivalente a 0.004% en coliflor y brócoli.

En Guatemala, la exportación de brócoli y coliflor tuvo su mayor nivel en el año 2002 exportando más de 23 mil/TM anuales equivalentes a casi US\$8 millones. Sin embargo en el 2004 que a pesar que en volumen que se exportó con respecto al año 2002 fue menor (menos de 21 mil/TM anuales), el precio fue mucho mayor llegando a casi los US\$ 12 millones.

En los últimos años las exportaciones tanto en valores como en volumen han descendido. Los principales mercados a los que Guatemala exporta brócoli y coliflor son Estados Unidos (51%), seguido por El Salvador (34%), Belice (9%), Honduras (6%), México (4%), Japón (3%), Canadá (1%) y finalmente Alemania, Holanda, Suecia, entre otros con menos del 1% cada uno.

### ***Demanda Estimada del brócoli en el Mercado Europeo.***

Según el Informe de “The Fresh Fruit &Vegetables Market in the EU/2009); el consumo en la Unión Europea de vegetales frescos en el 2009 alcanzó los 62 millones de toneladas. Desde el 2001 el consumo de vegetales ha crecido a un ritmo del 1.5% anual. Según Prochile, en la Unión Europea, el consumo del brócoli aumentó de 0,5 libras p/c a 5,1 libras p/c, por lo que en los últimos 30 años, el consumo de brócoli aumentó en 920%.

El brócoli es el vegetal que ha aumentado más su consumo en los últimos 30 años y dado la tendencia hasta el momento, se espera que su consumo siga aumentando en el futuro. Países como Alemania, España, Italia y Francia son mercados bastante grandes los cuales en términos generales se encuentran cerca de la saturación. Polonia es un país

que cuenta con gran potencial de mercado, ingresando a segmentos determinados. Países como Ucrania, Hungría y Portugal son otro ejemplo de mercados con gran potencial por su crecimiento acelerado. Los principales consumidores de brócoli en Europa son Reino Unido (18%) y Alemania, (9.44%).

## **2.6 MARCO REFERENCIAL**

### **2.6.1 Características generales del área**

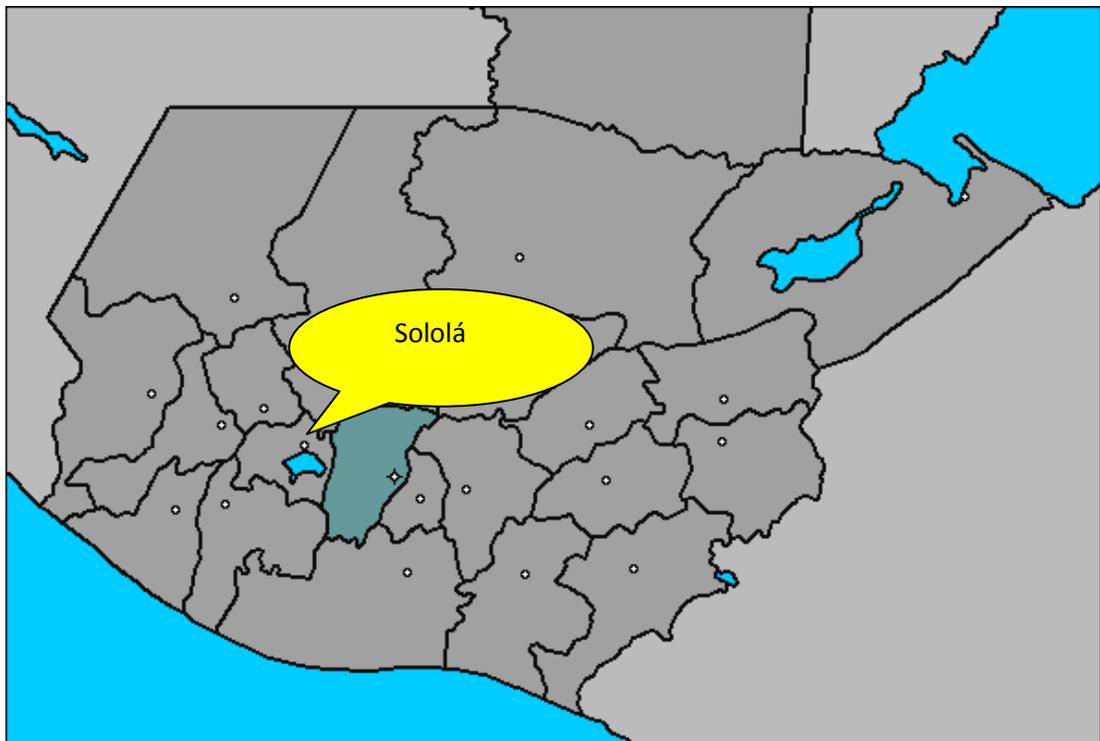
La producción del cultivo de brócoli en el municipio de San José Chacayá departamento de Sololá, se dedican a la siembra de hortalizas, siendo una de ellas el cultivo del brócoli. El departamento de Sololá tiene una extensión de 1,061 kilómetros cuadrado, equivalente al 0.97% del territorio nacional y al 8.7% del territorio de la región VI. El Lago de Atitlán ocupa un área de 125.7 kilómetros cuadrados, el 11.8% del territorio del departamento. Es el segundo lago más grande del país después del de Izabal y por delante del Lago Petén Itzá. Este lago tiene desagüe subterráneo, el cual se supone que se dirige principalmente hacia el Río Madre Vieja, entre Sololá y Suchitepéquez. Los accidentes geográficos más importantes son los volcanes de Atitlán (3,537 metros sobre el nivel del mar), Tolimán (3,158 msnm) y San Pedro o Nimajuyú (3,020 msnm), los cuales están situados en la parte Sur del departamento. Lo anterior determina que todo Sololá esté comprendido en la provincia fisiográfica denominada Tierras Altas Volcánicas.

### **2.6.2 Localización y colindancias geográficas**

El Municipio se encuentra situado al Noreste del departamento de Sololá. La Cabecera Municipal dista seis kilómetros de la Cabecera Departamental y 146 kilómetros de la Ciudad Capital, por la Carretera Interamericana (CA-1) a una latitud Norte de 14° 46' 15" y longitud Sur de 91° 12' 55", colinda al Norte con Nahualá; al Noreste con la cabecera de Sololá, al Sur con el Municipio de Santa Cruz La Laguna, al Oeste con Santa Lucia Uatlán.

### **2.6.2.1 Localización del área de estudio**

El estudio se realizó en un área de producción hortícola del municipio de San José Chacayá. Donde se localiza en la latitud de N 14° 46' 37.0" y se encuentra a una longitud de Oeste 91° 12' 15.04". A una altitud de 2,078 msnm.



**Figura 24: Ubicación del departamento de Sololá**



Figura 26 Mapa de Sololá indicando el municipio de San José Chacaya, Sololá



Figura 25 Municipio de San José Chacaya departamento de Sololá

### 2.6.3 Población

De acuerdo al censo del INE 2002, el departamento de Sololá tiene 307,661 habitantes, con un 96.44% de población indígena (la proporción más alta de todo el país, junto con el departamento vecino de Totonicapán), la población rural representa el 51.20% del total. La densidad de población es de 290 habitantes por kilómetro cuadrado, es decir una densidad muy elevada que casi triplica el promedio nacional (103 hab / Km<sup>2</sup>). El departamento se divide en diecinueve municipios, siendo el de Sololá su Cabecera. Once de estos municipios colindan con el Lago de Atitlán (ver figura No.2).

### 2.6.4 Origen del nombre

De acuerdo con el Diccionario Geográfico de Guatemala, la palabra Chacayá proviene de las voces en idioma Kajchiquel: *ch-ka*, que significa golpe o caída, y *yá*, agua, lo que se traduce como caída o golpe de agua, y que podría deberse al hecho de que en las inmediaciones del poblado existen varias caídas de agua o cataratas.

### **Descripción del material aplicado**

#### **ENEROOT:**

Es un fertilizante y bioestimulante concentrado a base de aminoácidos, minerales y hormonas de crecimiento que estimulan la división y multiplicación celular en los meristemas radiculares. Las aplicaciones de este bioestimulante permiten obtener una planta más sana y más productora al aumentar el aprovechamiento del agua y los nutrientes en el suelo.

### **Cuadro 23 Descripción de la composición química de ENEROOT**

Elemento	p/p	Elemento	p/p
Nitrógeno (N)	7.25%	Azufre ( SO <sub>4</sub> )	1.98%
Aminoácidos totales	46.17%	Boro (B)	1.52%
Magnesio (Mg)	2.10 %	Giberelinas	0.05%
Zinc ( Zn)	0.76 %	Auxinas	0.05%
Molibdeno (Mo)	0.02%	Citoquininas	0.05%
Manganeso (Mn)	0.01%	Ingredientes inertes	38.52 %
Cobre (Cu)	0.76	Total	100.00%
Hierro (Fe)	0.76%		

**ENERFRUIT:**

Es un fertilizante y bioestimulante concentrado a base de aminoácidos, minerales y hormonas de crecimiento que estimulan la división y multiplicación celular en los meristemas de crecimiento vegetativo. Permite obtener una planta más sana, más vigorosa y más productiva al aumentar la tasa de crecimiento vegetal, el área de fotosíntesis y la biomasa vegetal impulsando el desarrollo vegetativo (tallos y hojas).

**Cuadro 24 Descripción de la composición química de ENEFRUIT**

Elemento	p/p	Elemento	p/p
Nitrógeno (N)	7.25%	Hierro (Fe)	0.76%
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.00%	Azufre ( SO <sub>4</sub> )	1.98%
Potasio ( K <sub>2</sub> O)	0.00%	Boro (B)	1.52%
Magnesio (Mg)	2.10 %	Giberelinas	0.05%
Zinc ( Zn)	0.76 %	Auxinas	0.05%
Molibdeno (Mo)	0.02%	Citoquininas	0.05%
Manganeso (Mn)	0.01%	Aminoácidos totales	46.17%
Cobre (Cu)	0.76%	Ingredientes inertes	38.52 %
		<b>Total</b>	<b>100.00%</b>

Aporta a la planta de manera natural todo lo que necesita para activar sus procesos vitales: Auxinas, Citoquininas, Giberelinas, Aminoácidos, Vitaminas, Ácido Fólico, Polisacáridos y fitoquelatos.

**Sulfomagnical 30 Ca + 15S:**

Es un fertilizante que contiene Calcio concentrado, especial para fortalecer la pared celular del tejido vegetal en todas las etapas del cultivo. La aplicación de este fertilizante foliar aporta Calcio y Azufre en niveles concentrados para una óptima absorción foliar y radicular. Además complementa un buen plan de fertilización para obtener una raíz vigorosa, un tejido vegetal con mayor peso y fruto de buena calidad con un buen peso.

**Cuadro 25 Descripción de la composición química de Sulfomagnical 30 Ca + 15 S**

Elemento	Composición (p/p)
Oxido de Calcio (CaO)	30.00%
Azufre ( S)	15.00%
Ingredientes inertes	55.00%
Total	100.00%

La utilización de estos bioestimuladores incrementa el crecimiento vegetal en raíces, tallos y hojas en el brócoli. Mayor actividad fotosintética, como consecuencia del aumento del contenido de clorofila. Incremento cuantitativo y cualitativo de las cosechas.

Mayor resistencia de las plantas a las plagas y enfermedades. Incremento de la tolerancia a la sequía. Mayor resistencia a condiciones ambientales adversas. Disminución de la aplicación de fertilizantes convencionales sin reducir por ello la calidad y cantidad de los cultivos **(6)**.

## 2.7 OBJETIVOS

### **General:**

Determinar el efecto bioestimulante y nutricional de productos orgánicos en la floración y rendimiento del cultivo de brócoli (Brassica oleraceae var. *Itálica*), bajo las condiciones del Municipio de San Jose Chacayá, Sololá.

### **Específicos:**

- Determinar el efecto de bioestimulación y nutrición vegetal en el peso de las inflorescencias de brócoli bajo las condiciones del municipio de San José Chacayá.
- Determinar el efecto de bioestimulación y nutrición vegetal en el diámetro de las inflorescencias de brócoli bajo las condiciones del municipio de San José Chacayá.
- Realizar un estudio económico para los tratamientos evaluados.

## 2.8 HIPÓTESIS

- El uso de bioestimulantes y nutrientes orgánicos producirá un incremento en el rendimiento del cultivo de brócoli (Brassica oleraceae var. *Itálica*).
- Al menos una de las dosis del bioestimulante presenta un efecto significativo en la relación beneficio-costos.

## 2.9 METODOLOGÍA

### 2.9.1 Descripción del material evaluado

Se usó la variedad Marathon que es uno de los primeros híbridos de la nueva generación de brócoli de Sakata, excelente para mercado fresco; con cabezas de domo bien formada, compactas, apretadas, de grano fino, verde-azuladas y excelente vida de anaquel. Gran adaptabilidad en Estados Unidos, México y Guatemala. Es de alta resistencia al transporte y excelente duración post-cosecha. En el presente cuadro se da a conocer las principales características que identifican a este híbrido dentro del mercado nacional.

### 2.9.2 Método experimental:

El experimento se realizó por medio de un diseño experimental bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas (Ensayo Bifactorial) con cuatro surcos de 10 metros de largo cada uno, se aplicaron cinco tratamientos, con cuatro repeticiones, con tres niveles de fertilización, la distribución de los tratamientos se observa en la Figura 4.

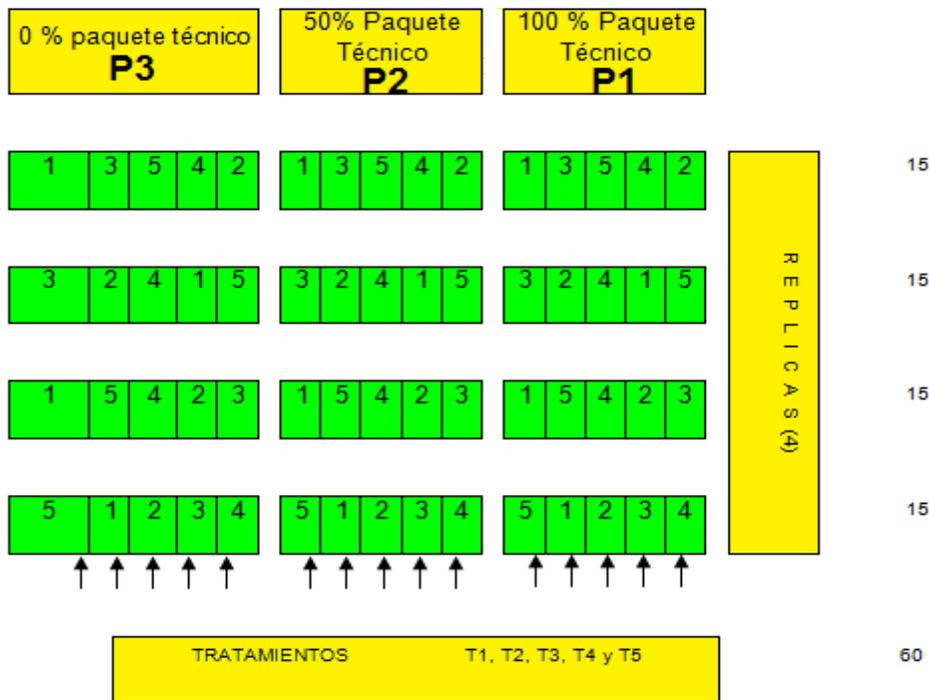


Figura 27 Distribuciones de las unidades experimentales

**2.9.3 Modelo estadístico**

El modelo estadístico utilizado es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \bar{\mu} + R_i + A_j + \text{error } (a)_{ij} + B_k + (AB)_{jk} + \text{error } (b)_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta

$\bar{\mu}$  = Efecto de la media general

$R_i$  = Efecto de la i ta repetición,  $i = 1, 2, 3, \dots, r$  (repeticiones)

$A_j$  = Efecto de la j ta parcela principal,  $j = 1, 2$

Error  $(a)_{ij}$  = Efectos de la interacción ente la repetición  $i$  y Tratamientos  $j$

$B_k$  = Efecto del k ta sub parcela  $k = 1, 2, 3, \dots, b$

$(AB)_{jk}$  = Efecto de la interacción entre los tratamientos y  $k j$

Error  $(b)_{ijk}$  = Efecto de variables no cuantificadas por el modelo o error  $b$

**Diseño experimental (arreglo):** Ensayo Bifactorial bloques al azar, Parcelas Divididas; 5 tratamientos, 4 repeticiones

Parcela1				Parcela2				Parcela3					
No.	NIVEL DE FERTILIZAC AL SUELO	TRATAMIENTOS GLOBAL®	REPLICAS	No.	NIVEL DE FERTILIZAC AL SUELO	TRATAMIENTOS GLOBAL®	REPLICAS	No.	NIVEL DE FERTILIZAC AL SUELO	TRATAMIENTOS GLOBAL®	REPLICAS		
1	C	1	1	21	B	1	1	41	A	1	1		
2			2	22			2	42			2		
3			3	23			3	43			3		
4			4	24			4	44			4		
5		2	1	25		2	1	25		1	45	2	1
6			2	26			2	46		2			
7			3	27			3	47		3			
8			4	28			4	48		4			
9		3	1	29		3	1	29		1	49	3	1
10			2	30			2	50		2			
11			3	31			3	51		3			
12			4	32			4	52		4			
13		4	1	33		4	1	33		1	53	4	1
14			2	34			2	54		2			
15			3	35			3	55		3			
16			4	36			4	56		4			
17		5	1	37		5	1	37		1	57	5	1
18			2	38			2	58		2			
19			3	39			3	59		3			
20			4	40			4	60		4			

**Figura 28** Ensayo bifactorial mostrando la distribución de los niveles de fertilización y los tratamientos

#### **2.9.4 Tratamientos**

**Testigo (descripción):** El Tratamiento "Testigo" (T1) es SIN aplicación de Bioestimulante® en los 3 niveles del Paquete Técnico. **Factor (B)**

#### **Factor (A)**

1. Factor1 (F1): Nivel de Fertilización al suelo
2. Factor2 (F2): Nivel de Fertilización foliar.

#### **Descripción de los factores:**

F1: Nivel A: 100% Paquete Técnico; Nivel B: 50% Paquete Técnico y Nivel C: 0% paquete Técnico.

#### **Nivel A: 100% Paquete Técnico (P1 = 100%)**

Este paquete técnico consiste en un programa de fertilización en el cual se realizó una dosificación alta de bioreguladores más un paquete técnico convencional de fertilización (químico) que es utilizado por los agricultores.

#### **Nivel B: 50% Paquete Técnico (P2 = 50%)**

Este paquete técnico consiste en un programa de fertilización en el cual se le aplicó al cultivo de brócoli una dosificación media de bioreguladores sin el paquete técnico tradicional que utilizan los agricultores (Químico).

**Nivel C: 0% paquete Técnico (P3 = 0%):** Este Nivel del 0% consiste en no aplicar ninguna dosificación de bioreguladores ni de paquete tradicional (químico).

Factor2 (F2): Nivel de Fertilización foliar: Este segundo factor de fertilización foliar se realizó por medio de la aplicación de Sulfomagnical 30 Ca + 15S

**Estado de desarrollo del cultivo:** Tratamientos con Bioestimulante inician 8 días después del trasplante. **Factor B**

**Cuadro 26 Dosificaciones de los Bioestimulantes según tratamiento**

TRATAMIENTOS DE BROCOLI				
	1ra. Aplicación	2da. Aplicación	3ra. Aplicación	4ta Aplicación
tratamiento 1	300 gr. ENERROOT	300 gr. ENERROOT		
tratamiento 2	500 gr. ENERROOT	500 gr. ENERROOT		
tratamiento 3	300 gr. ENERROOT	300 gr. ENERROOT	300 gr ENERFRUIT	2000 ml SULFOMAGNICAL
tratamiento 4	500 gr. ENERROOT	500 gr. ENERROOT	500 gr ENERFRUIT	2000 ml SULFOMAGNICAL
Testigo				

**Cuadro 27 Calendarización de las aplicaciones del bioestimulador en brócoli**

	Fecha	Días	Cantidad en gr.		producto
1ra aplicación	08/10/2010	25 días	T1	300 gr	ENERROOT
			T2	500 gr	ENERROOT
			T3	300 gr	ENERROOT
			T4	500 gr	ENERROOT
2da aplicación	08/20/2010	35 días	T1	300 gr	ENERROOT
			T2	500 gr	ENERROOT
			T3	300 gr	ENERROOT
			T4	500 gr	ENERROOT
3ra aplicación	08/27/2010	42 días	T1		
			T2		
			T3	300 gr	ENERFRUIT
			T4	500 gr	ENERFRUIT
4ta aplicación	09/10/2010	56 días	T1		
			T2		
			T3	2000 ml	SULFOMAGNICAL
			T4	2000 ml	SULFOMAGNICAL

**Nota: Tratamientos (T). El primer corte se realizó del 10 al 16 Octubre 2010.**

La aplicación de los bioestimulantes al cultivo de brócoli se realizó mediante la utilización de un cronograma de actividades en el que se elaboró basándose en el ciclo vegetativo del cultivo por medio del cual se realizaron cuatro aplicaciones.

## 2.10 Datos de campo

Fechas del Muestreo

**Cuadro 28 Fecha de muestreo de suelo y de biomasa radicular**

Suelo:	Biomasa Radicular:
25-jun-10	día del corte central + 1

**Fecha de siembra - edad de plantación:** La siembra se realizó el 16 de julio del 2010, con pilones.

**Limpias:** se realizaron 2 limpiezas la primera a los 15 ó 30 días después del trasplante

**Fechas inicio de cosecha**

**Cuadro 29 Fecha de inicio de cosecha y finalización de cosecha**

Fechas inicio de cosecha			
Primer corte	10-oct-10	último corte:	16-oct-10

**Topografía del área experimental:** plano, con drenaje natural

**Humedad: (invierno/riego):** Con humedad de invierno, y con riego de aspersión

**Análisis suelo del área del estudio:** Se realizó un análisis de suelo de la parcela antes de la siembra, cuyos resultados se tomaron en cuenta para la formulación de las dosificaciones a utilizar.

**Ph** 5.7, **M.O.** 3.87, **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** 102, **K<sub>2</sub>O** 205, **Ca** 8.11, **Mg** 3.7,  
**Zn** 4.5, **Mn** 26, **Fe** 26.5 y **Cu** 0.5

**Descripción del Paquete Técnico:**

Programa Convencional de Fertilización de agricultores: 2 qq 15-15-15 a la siembra, 1 qq. 20-20-0 cinco días después de la siembra y 1qq. Triple quince; 40 días después de la siembra. Para tal fin se utilizó una parcela de 10 m x 15 m a la que se trasplantaron plántulas de brócoli; éstas fueron sembradas a 50 cm de distancia entre planta y a 1 m entre surcos.

La variedad de brócoli utilizada fue (*Brassica oleracea var. Marathon*) Las atenciones culturales fueron seguidas según el instructivo técnico vigente.

**2.11 Procesamiento de información**

El procesamiento de la información se realizó utilizando el programa estadístico *infostat* de distribución libre para el ajuste de las ecuaciones de acuerdo los coeficientes generados por cada tratamiento y sus variables asociadas. En el campo se realizó el conteo del número de flores y la medición del diámetro de las inflorescencias.

**Para la cuantificación de la masa seca**, las muestras fueron llevadas al laboratorio y sometidas a 105 °C durante 24 horas.

**2.1 Variables de respuesta**

- Número de cabezas
- Peso de cabeza
- Diámetro de cabeza.

**2.11.1 Medición de las variables**

**a) Peso de cabezas:** El peso de las cabezas (pella) del brócoli se realizó al momento del corte, las mediciones se realizaron conforme a los tratamientos evaluados.

- b) *Diámetro de cabezas:*** Para la obtención de los diámetros de las cabezas (pella) del brócoli se utilizó una cinta métrica, esto se realizó al momento del corte conforme a los tratamientos evaluados.

### **2.11.2 Análisis de Variables**

- c) *Análisis de la información:*** Para procesar la información generada a través de la investigación, se realizó el análisis de varianza, el cual es un proceso aritmético y estadístico que consiste en descomponer la variación total en fuentes o causas de variación. El análisis de varianza fue obtenido a través del programa estadístico Infostat.
- d) *Análisis económico:*** Se llevó a cabo el análisis económico, determinando el rendimiento de los tratamientos así como los ingresos que se generaron de los mismos, con lo cual se estimó la rentabilidad para el agricultor, que presentó cada uno de los tratamientos en las condiciones en las que se desarrolló el ensayo.

## **2.12 RESULTADO Y DISCUSIÓN**

### **2.12.1 Resultados agronómicos**

Para el análisis de resultados se tomaron como base los datos de campo. La distribución de los niveles de fertilización, los tratamientos y las réplicas se observan en la figura 5. Los resultados obtenidos durante el desarrollo del ensayo, se les realizó un análisis de varianza, al 5% de significancia cuyo resumen se presenta en el siguiente cuadro.

A continuación se presenta el análisis de varianza para las variables peso de la cabeza del brócoli (pella) en cada ensayo.

**Cuadro 30 Análisis de la varianza para la variable peso**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>(Error)</b>
Modelo	326244.79	23	14184.56	35.78	<0.0001	
Parcela	209907.38	2	104953.69	4.09	0.01077	(Parcela*Bloque)
Bloque	5359.84	2	2679.92	6.76	0.0038	
Dosis	3215.74	5	643.15	1.62	0.1844	
Parcela*Bloque	102558.67	4	25639.67	64.68	<0.0001	
Parcela*Dosis	5203.16	10	520.32	1.31	0.2685	
Error	11892.04	30	396.4			
Total	338136.83	53				

En el cuadro 10 se observa que para la variable peso de fruto existe diferencia significativa entre tratamientos. El coeficiente de variación para esta variable es menor al 25%, lo que indica la confiabilidad de los datos.

De acuerdo con las hipótesis establecidas estos resultados sugieren la aceptación de la hipótesis; Al menos una de las dosis del bioestimulante presenta un efecto significativo en el peso de la inflorescencia. Es oportuno referir que con este resultado se determina qué tratamiento es más eficaz ya que estadísticamente hay diferencia significativa.

La prueba Duncan agrupó a todos los tratamientos en un solo grupo de cada ensayo evaluado. A continuación se presenta en el cuadro 11 la prueba de comparación múltiple de Duncan.

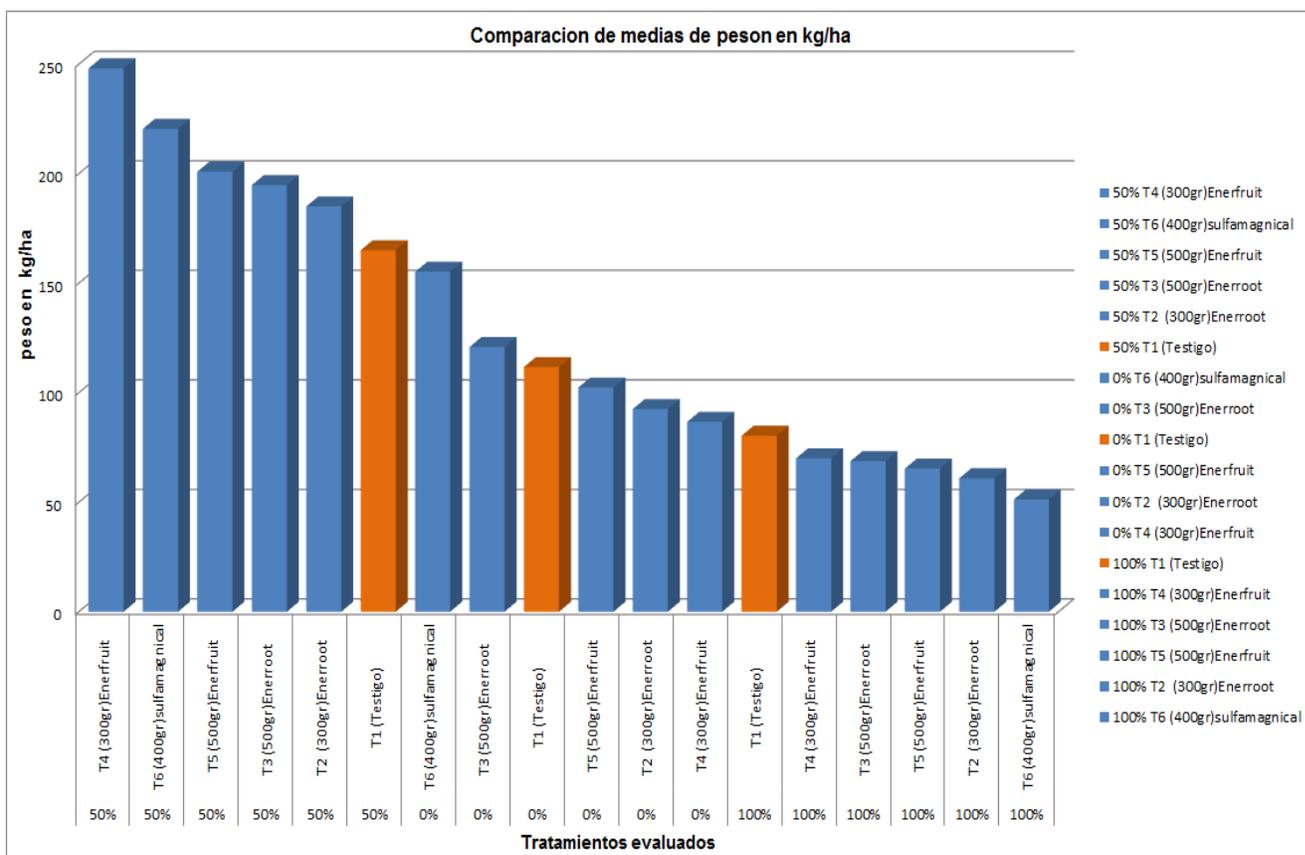
**Cuadro 31 Comparación Múltiple de medias DUNCAN en peso de inflorescencia Kg/ha**

Parcela	Dosis	Medias	n	E.E.	$\alpha = 0.05$
50%	T4 (300gr)Enerfruit+ Enerroot	248.02	3	11.49	A
50%	T6 (400gr)sulfamagnical+ Enerroot	220.52	3	11.49	A B
50%	T5 (500gr)Enerfruit+ Enerroot	200.92	3	11.49	A B
50%	T3 (500gr)Enerroot	194.76	3	11.49	A B
50%	T2 (300gr)Enerroot	185	3	11.49	A B
50%	T1 (Testigo)	165	3	11.49	B
0%	T6 (400gr)sulfamagnical+ Enerroot	155.17	3	11.49	C
0%	T3 (500gr)Enerroot	120.84	3	11.49	C D
0%	T1 (Testigo)	111.7	3	11.49	C D
0%	T5 (500gr)Enerfruit+ Enerroot	102.35	3	11.49	C D E
0%	T2 (300gr)Enerroot	92.55	3	11.49	C D E
0%	T4 (300gr)Enerfruit+ Enerroot	86.64	3	11.49	C D E F
100%	T1 (Testigo)	80.34	3	11.49	C D E F
100%	T4 (300gr)Enerfruit+ Enerroot	70.05	3	11.49	D E F
100%	T3 (500gr)Enerroot+ Enerroot	68.75	3	11.49	D E F
100%	T5 (500gr)Enerfruit+ Enerroot	65.36	3	11.49	E F
100%	T2 (300gr)Enerroot	60.92	3	11.49	E F
100%	T6 (400gr)sulfamagnical+ Enerroot	51.24	3	11.49	F

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ); Error: 396.4014 gl: 30 ( $p = \text{parcela}$ ,  $T = \text{tratamiento}$ )**

El cuadro anterior indica que los rendimientos obtenidos de peso de brócoli tienen una tendencia general a disminuir cuando la dosificación de los tratamientos son demasiadas altas. En este cuadro se aprecia que si hay diferencia significativa en los que respecta al peso de la inflorescencia del brócoli en el cual podemos apreciar que el tratamiento que mayor rendimiento produjo, en la variable peso fue el tratamiento P2T4 que corresponde al tratamiento con Enerfruit+ Enerroot 300gr, el cual se encontraba en la parcela de 50% de fertilización donde el rendimiento fue de 248.02 Kg/ha, seguido del tratamiento P2T6 el cual corresponde a sulfamagnical+ Enerroot 400gr con 220.52 Kg/Ha, de manera que al aplicar una dosificación del 50% de los bioreguladores de Enerroot, Enerfruit y sulfamagnical es donde obtuvo el mayor resultado de biomasa de las inflorescencia, en caso contrario al combinar una dosificación del 100% de bioreguladores los resultados

fueron menores. Una gráfica de comparación de medias ayudara a demostrar claramente que el tratamiento T4 (300gr) Enerfruit+ Enerroot fue el que se obtuvo un mayor rendimiento.

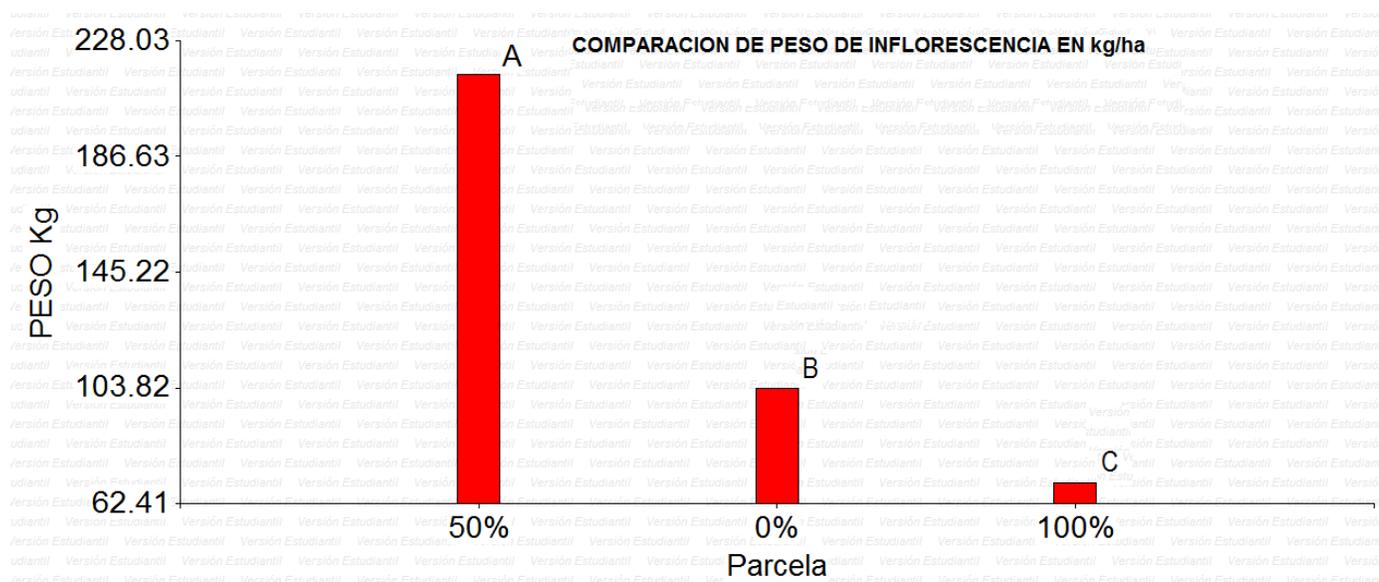


**Figura 29 Comparaciones de medias de peso en (Kg/ ha) de la inflorescencia del brócoli**

En esta figura se muestra que nuevamente el tratamiento P2T4 (300gr) de Enerfruit + Enerroot fue el que obtuvo un mayor rendimiento en peso obteniendo un 248 Kg/ha, siguiéndole el tratamiento P2T6 sulfamagnical+ Enerroot 400gr que obtuvo 220 Kg/ha.

En esta figura se muestra el total de los tratamientos de mayor a menor donde los testigos están de color naranja, podemos ver que el tratamiento P2T4 del cual se realizaron (4 aplicaciones de 300gr al 50% de fertilización) es el que mayor producción mostró en Kg/ha. Además observamos que el tratamiento con Enerfruit es superior al

testigo, como también lo es la aplicación de sulfamagnical. Esto puede conducir al planteamiento de que la combinación de ambos pueden tener un efecto sinérgico, y en consecuencia poder mejorar aún el rendimiento expresado en kg/ha. No realizando la aplicación del paquete técnico y utilizando el tratamiento de sulfamagnical 400 g + enerrot presentó una media de producción más favorable que al realizar la aplicación combinado del 100% con bioestimulante.



**Figura 30 Comparación de peso de inflorescencia por unidad experimental en Kg/ ha**

En esta figura se observa el comportamiento de la variable peso en kg/ha de los tres niveles de fertilización, se aprecia que el nivel de fertilización que obtuvo un mayor rendimiento fue el de 50%. Y el que obtuvo menor rendimiento fue el de 100% esta grafica indica que cuando se le incrementa la dosificación en la fertilización del cultivo la planta no puede asimilar al 100% toda la cantidad de fertilizante aplicado lo que posiblemente hace que la planta se estrese y disminuya su rendimiento. Análisis de la varianza para la variable Diámetro de inflorescencia

**Cuadro 32 Cuadro de análisis de la varianza**

<i>F.v.</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>Cm</i>	<i>F c</i>	<i>p-valor</i>	<i>(Error)</i>
Modelo	9.2	23	0.4	1.8 ns	0.0652	
Parcela	4.7	2	2.35	18.14 ns	0.0099	(Parcela*Bloque)
Bloque	0.15	2	0.07	0.33 ns	0.7192	
Dosis	2.76	5	0.55	2.48 ns	0.0537	
Parcela*Bloque	0.52	4	0.13	0.58 ns	0.6771	
Parcela*Dosis	1.07	10	0.11	0.48 ns	0.8876	
Error	6.67	30	0.22			
Total	15.87	53				

Con respecto al diámetro de inflorescencia del brócoli, los resultados del análisis de varianza presentan en el cuadro anterior, evidencian que existen diferencias significativas entre los diámetros de la inflorescencia de los tratamientos evaluados.

Esto conlleva a afirmar que la aplicación de un programa de fertilización químico y la aplicación de fertilizantes orgánicos en cuanto al comportamiento en el rendimiento de dicha variable de crecimiento vegetativo se ve favorecida al momento de la cosecha. Debido a que no se observa claramente la diferencia en la variable de diámetro de inflorescencia se realizó una comparación de medias en la que se pudo tener resultados más congruentes.

**Cuadro 33 Comparación Múltiple de medias DUNCAN en diámetro de inflorescencia Kg/ha.**

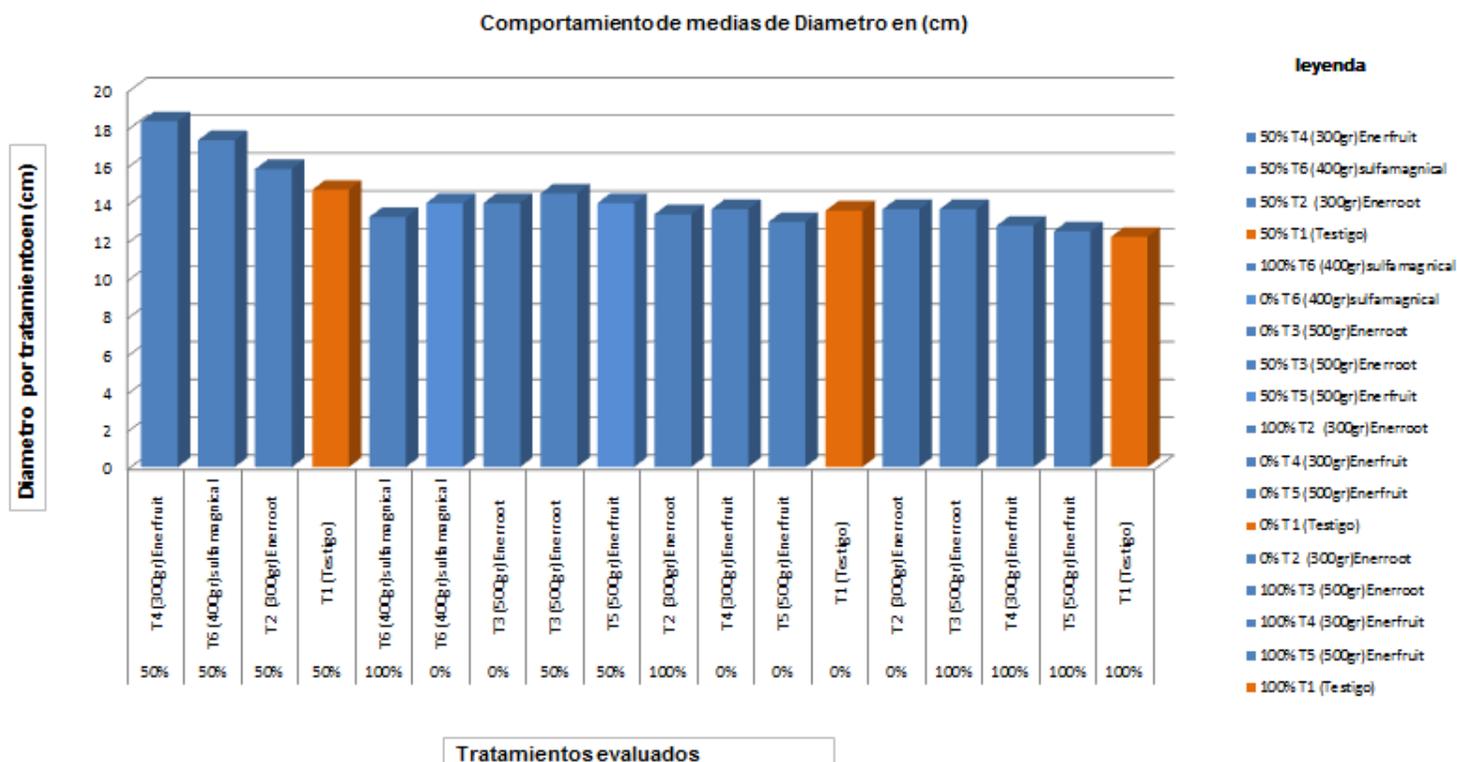
<b>Parcela</b>	<b>Dosis</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	<b><math>\alpha = 0.05</math></b>	
50%	T4 (300gr)Enerfruit+ Enerroot	18.33	3	0	A	
50%	T6 (400gr)sulfamagnical+ Enerroot	17.33	3	0	A	
50%	T2 (300gr)Enerroot	16.8	3	0	A	
50%	T1 (Testigo)	15.7	3	0	A	
100%	T6 (400gr)sulfamagnical+ Enerroot	15	3	0	A	
0%	T6 (400gr)sulfamagnical+ Enerroot	14.8	3	0	A	
0%	T3 (500gr)Enerroot	14.5	3	0	A	
50%	T3 (500gr)Enerroot	14.5	3	0	A	
50%	T5 (500gr)Enerfruit+ Enerroot	14	3	0	A	
100%	T2 (300gr)Enerroot	13.8	3	0	A	B
0%	T4 (300gr)Enerfruit+ Enerroot	13.67	3	0	A	B
0%	T5 (500gr)Enerfruit	13.5	3	0	A	B
0%	T1 (Testigo)	13.3	3	0	A	B
0%	T2 (300gr)Enerroot	13	3	0	A	B
100%	T3 (500gr)Enerroot	13	3	0	A	B
100%	T4 (300gr)Enerfruit+ Enerroot	12.8	3	0		B
100%	T5 (500gr)Enerfruit+ Enerroot	12.5	3	0		B
100%	T1 (Testigo)	12.2	3	0		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Fuente: Elaboración propia mediante el programa de infostat.

En este cuadro 13 se observa que hay diferencia significativa de algún tratamiento en relación al testigo, en lo que respecta a la variable de diámetro de la inflorescencia, por lo que una gráfica de comparación de medias ayuda a observar más claramente la diferencia en el valor de significancia de cada tratamiento aplicado en la variable.

Por lo que en la Figura 31 se observa claramente que el tratamiento P2T4 que corresponde a 300gr Enerfruit + Enerroot demostró un valor de significancia mayor que los otros tratamientos.



**Figura 31 comparación de medias en el Diámetro de inflorescencia en (cm)**

La figura 32 muestra las medias de mayor a menor en centímetros de los diámetros de cabezas de brócoli donde los testigos están de color naranja, podemos observar que el P2T4 (50% de fertilización, 300gr Enerfruit + Enerroot) es el de mayor diámetro, puede observarse que los tratamientos superiores son los de la parcela 2 (50% de fertilización). Además observamos que el tratamiento con Enerfruit+ Enerroot es superior al testigo, como también lo es la aplicación de 400gr Sulfamagnical+ Enerroot. Esto puede conducir al planteamiento de que la combinación de ambos puede tener un efecto sinérgico, y en consecuencia poder mejorar aún el rendimiento expresado en kilogramos por hectárea.

### 2.12.2 Resultados Económicos

En la siguiente cuadro se muestra el análisis económico específico para el tratamiento P2T4 (50% de fertilización, 4 aplicaciones de 300gr Enerfruit + Enerroot) y su diferencia en relación al testigo P2T1, donde se puede observar que el tratamiento cuatro (T4) obtuvo un mayor resultado en quintales por hectárea. El tratamiento P2T4 obtuvo un rendimiento de 68.6 kilos en ochenta metros cuadrados equivalente a 132 quintales por manzana. Así también en el tratamiento P2 T4 se obtuvieron 194 brócolis de 15.5 cm de diámetro. Por otra parte el testigo obtuvo 63.9 kilos en ochenta metros cuadrados, equivalente a 123 quintales por manzana. Además obtuvo 177 brócolis de 14 cm.

De lo anterior puede inferirse que en la variable peso promedio, el tratamiento P2T4 (50% de fertilización y 4 aplicaciones de 300gr) obtuvo un incremento de 11 % y en la variable diámetro (calidad) un 8.8 % sobre el testigo.

Por otra parte es de hacer notar que el mejor resultado es el de la parcela 2 (50% de fertilización)

**Cuadro 34 : Beneficio por tratamientos**

Tratamientos	Variable peso	Rendimiento calidad
Enerroot y Enerfruit P2T4	68.6 kilos/80m <sup>2</sup> (132 qq/mz)	194 brócolis de 15.5 cm diámetro.
TESTIGO P2T1	63.9 kilos/80m <sup>2</sup> (123 qq/mz)	177 brócolis de 14 cm diámetro.
Incremento	11% incremento en peso	8.8% incremento en diámetro

Dado que la parcela P2 (50% de fertilización) mostró el mejor comportamiento, se procedió a hacer la comparación entre el mejor tratamiento y el testigo en esta parcela. En la siguiente cuadro se muestran los costos de producción para los tratamientos de

Enerroot y Enerfruit los cuales fueron evaluados, para la parcela P2 (50% fertilización) entre los tratamientos T4 (4 aplicaciones de 300 gr) comparado con el testigo, en 20 m<sup>2</sup>. Puede observarse que el tratamiento 4 representa un ingreso de 159.18 quetzales, comparado con 152.5 quetzales del testigo con un diferencia de 11.49 quetzales, derivado de esto se infiere que la tasa de retorno es de 10.94:1. Esto quiere decir que por un quetzal invertido en cada tratamiento el agricultor estará recibiendo 10.94 quetzales por tratamiento.

**Cuadro 35 Tratamientos de Enerroot y Enerfruit en (área = 80 mt<sup>2</sup>)**

	Precio Vta. Brócoli	Dif. T1 vrs T2	Costo Enerroot y Enerfruit	Ingreso al productor	TR1:X
T1	Q152.5			Q152.5	
T4	Q163.9	Q11.49	Q4.81	Q159.18	10.94
Fert 50%				Q44.65	

En siguiente cuadro se muestra los costos de producción para el tratamientos de Sulfamagnical + Enerroot el cual fue evaluado, para la parcela P2 (50% fertilización) entre los tratamientos T4 (4 aplicaciones de 300 gr) comparado con el testigo, en 20 m<sup>2</sup>. Puede observarse que el tratamiento 4 representa un ingreso de 163.23 quetzales, comparado con 152.5 quetzales del testigo con un diferencia de 11.49 quetzales, derivado de esto se infiere que la tasa de retorno es de 73.29:1. La tasa de retorno indica que por cada quetzal invertido se obtuvo 73.29 quetzales por tratamiento.

**Cuadro 36 Tratamiento de Sulfamagnical en un área de 80 m<sup>2</sup>**

	Precio Vta. Brócoli	Dif. T1 vrs T2	Costo de sulfamagnical	Ingreso al producto	TR1:X
T1	Q152.5			Q152.5	
T4	Q163.9	Q11.49	Q 0.76	Q163.23	73.29
Fert 50%				Q44.65	

La tabla anterior muestra los beneficios económicos directos y la tasa de retorno en quintales y quetzales por hectárea. El tratamiento 4 mostró un incremento de 22.22 qq/mz. Equivalente a Q 3, 780.65. Considerando que al reducir 50% la fertilización, hay

una reducción en el costo de producción de Q 3, 900.00, entonces el beneficio total de la aplicación de Enerroot, Enerfruit y sulfamagnical es de Q 7, 680.65 con una tasa de retorno de Q 10.94:1

**Cuadro 37 Beneficios económicos directos y tasa de retorno**

DIFERENCIA QQ/MZ	BENEFICIOS TOTALES /Mz.
22.22	Q 3,780.65.
Ahorro en fertilizante	Q3, 900.00
B.T.	Q7, 680.65
T.R.1:	10.94

Este cuadro indica los beneficios económicos directos y tasa de retorno los cuales se obtuvieron en la aplicación de Enerroot, Enerfruit y sulfamagnical, en el cultivo de brócoli observamos que se obtuvo un ahorro en fertilizantes de Q.3,900. Por manzana además se obtuvo una tasa de retorno de 10.94 lo que indica que si se obtuvo beneficio alguno en la aplicación de los biofertilizantes, obteniendo como beneficios totales la cantidad de Q 7, 680.65.

### **2.13 CONCLUSIONES**

1. Según los resultados; la aplicación de Enerfruit en combinación con Enerroot al cultivo de brócoli al 50% de la dosis fue el que mayor peso de inflorescencia dio en comparación a los demás tratamientos evaluados.
2. De acuerdo al estudio realizado el bioestimulante Enerfruit+Enerroot fue el que mejor rendimiento presentó en cuanto a diámetro de inflorescencia.
3. La utilización de bioestimuladores de crecimiento, económicamente es favorable para el agricultor dado que se reducen los costos de producción.

### **2.14 RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda al agricultor la utilización del Bioestimulante Enerfruit + Enerroot, ya que en éste tratamiento se obtuvieron los mejores rendimientos promedio.
2. Se sugiere hacer análisis de suelo previo a la siembra, para conocer los requerimientos de nutrientes del cultivo
3. Continuar con las investigaciones sobre los efectos de los bioestimulantes en los caracteres agronómicos de interés en brócoli, ya que es una alternativa tecnológica que beneficia al agricultor, tanto desde la perspectiva de los rendimientos de su cultivo, como del beneficio económico.-

## 2.15 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	Julio				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				OBSERVACIONES
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO PARA ANÁLISIS EN LABORATORIO.	■																
OBTENCIÓN DE LOS PILONES.		■															
SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL TERRENO		■															
SIEMBRA			■														
IRRIGACIÓN				■	■	■	■	■	■	■	■	■					
APLICACIÓN DE BIOSTIMULADORES				■		■		■		■		■					
CONTROL MANUAL DE MALEZAS				■		■		■		■		■					
OBTENCIÓN DE DATOS EXPERIMENTALES									■			■		■			
COSECHA											■		■		■		

Cuadro 38: Cronograma de Ejecución.

## 2.16 ANEXOS



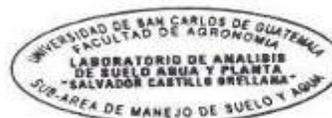
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



**INTERESADO: MILTON CASTELLANOS**  
**PROCEDENCIA: SAN JOSE CHACAYA, SOLOLA**  
**FECHA DE INGRESO: 12/7/2010**

**ANALISIS QUIMICO**

Identificación	pH	ppm		Meq/100gr		ppm				% M.O.
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	
<b>RANGO MEDIO</b>		12-16	120-150	6-8	1.5-2.5	2-4	4-6	10-15	10-15	
<b>M-1</b>	5.7	102	205	8.11	3.70	0.50	4.50	26.50	26.00	3.87



## 2.17 BIBLIOGRAFÍA

1. Altieri, MA; Nicholls, CI. 2000. Agroecología teoría y práctica para una agricultura sustentable. México, PNUMA. 250 p. (Serie de Textos Básicos para la Formación Ambiental).
2. Azacon-Brieto, T. 1993. Fisiología y bioquímica vegetal. España, McGraw-Hill. 180 p. Consultado 15 mar 2010. Disponible en [http://bdigital.ulpgc.es/digital/texto/pdf/143097\\_0004.pdf](http://bdigital.ulpgc.es/digital/texto/pdf/143097_0004.pdf)
3. Bertsen, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Costa Rica, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 159 p.
4. Cañet, FM; Vega, M; Gordillo, M; Peña, E. 2003. Importancia del aseguramiento de la calidad e inocuidad en las producciones orgánicas de frutas y vegetales. *In* Encuentro de agricultura orgánica (5, 2003, Perú). ACTAF: enfocando una agricultura orgánica sostenible frente al desafío de la mega-urbanización en América Latina y el Caribe. Perú. p. 115-137. Consultado 20 mar 2007. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/aup/pdf/organica.pdf>
5. EDIFARM, GT. 2003. Manual de hortalizas. Guatemala. 499 p.
6. García, L; Trujillo, R. 1992. Agricultura orgánica, ecológica y económica. *In* Taller científico técnico sobre agricultura sostenible (1, 1992, CU). Resúmenes. Cuba, MINAGRI. p. 27-28.
7. Gómez, C. 1994. Hormonas vegetales. Madrid, España, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. 386 p.
8. López, E. 2008. Diseño y análisis de experimentos, fundamentos y aplicaciones en agronomía. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 176 p.
9. Martínez, V; Dibut, B. 1996. Los biofertilizantes como pilares básicos de la agricultura sostenible. *In* Curso-taller gestión medio ambiental de desarrollo rural (1996, GT). Guatemala, ICTA. p. 62-81.
10. Rose Ch, E; Linch, TB. 2001. Estimating parameters for tree basal area growth with a system of equations and seemingly unrelated regressions. *Forest Ecology and Management* 148:51-61.

11. Say, G. 2008. Diagnóstico del municipio de Santa Cruz La Laguna, Sololá, Guatemala. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Arquitectura / FUNCEDE / FONAPAZ. p. 145-160.
12. Torre, R; Cuellar, I; García, E. 2001: Biomodulador enerplant: más azúcar, menos costos, mayor protección al medio ambiente. La Habana, Cuba, s.e. 30 p.
13. Zeger, SL; Liang, P. 1988. Models for longitudinal data: a generalized estimating equation approach. *Biometrics* 44:1049-1060.

**3. *CAPÍTULO III: Servicios Realizados en Santa Cruz LA Laguna, Sololá.***

### **3.1 Presentación**

Basado en la realización del diagnóstico de Santa Cruz La Laguna Sololá se detectaron algunos problemas que afectan seriamente al municipio tales como: tala inmoderada de árboles, contaminación del ambiente, problemas socioeconómicos y falta de concientización del ambiente por parte de las personas de la comunidad. Algunos de los problemas se pretendieron mitigar al haber desarrollado los presentes servicios como capacitación a los jóvenes del Instituto Nacional de Educación Básica (I.N.B) y a los Estudiantes de la Escuela Tecún Umán, acerca de cómo pueden ellos ayudar a reducir la contaminación de la comunidad y a preservar los recursos naturales. Se establecieron tres viveros forestales, dos en la comunidad de Santa Cruz y uno en el caserío de Tzununá la implementación de estos viveros fue para realizar un programa de reforestación en donde se involucraron a los jóvenes y a las personas de la comunidad para sembrar los árboles en las partes altas del casco urbano y de los caseríos con el fin de reducir los problemas de erosión en las partes consideradas de mayor riesgo.

Así mismo se formuló el proyecto de “dotación avícola” (pollos de engorde) para las familias del caserío Jaibalito, Chuitzanchaj y la comunidad de Santa Cruz La Laguna Sololá, las cuales fueron unas de las más damnificadas por la tormenta Agatha recién pasada, la creación de este proyecto es con el fin de incentivar a las personas para que ellos puedan tener un ingreso económico más para cada familia de manera que este proyecto se ejecutó en las siguientes fases: Fase 1: Se capacitó a las personas con el objetivo de enseñarles la manera correcta del mantenimiento de las instalaciones llevando un control de sanidad y cuidado (vacunación, alimentación) de los pollos de engorde así mismo se les capacitó a identificar las principales enfermedades (New Castle, Coriza infecciosa, cólera aviar, viruela aviar), se les educó que hacer con las aves muertas a causa de las enfermedades antes mencionadas. Fase 2: Entrega de los materiales para la construcción de las instalaciones y entrega del concentrado, Fase 3: Entrega de los pollos a cada familia la cantidad de pollos para cada familia es de 10, Fase 4: Vacunación que se realizó al momento de la entrega de los pollos.

### 3.2 Servicio I: Proyecto dotación avícola (pollos de engorde)

**Lugar de ejecución del proyecto:** Jaibalito y Chuitzanchaj, municipio de Santa Cruz La Laguna Sololá.

#### Ficha técnica del proyecto

**Nombre del proyecto:** Dotación avícola (pollos de engorde) Caserío Jaibalito y Chuitzanchaj, municipio de Santa Cruz La Laguna, Sololá.

#### **Periodo de Ejecución:**

Inicio noviembre del 2010, finalización Enero 2011.

**Localización:** Geográficamente este proyecto se realizó dentro del Caserío Jaibalito y Chuitzanchaj, municipio de Santa Cruz La Laguna, Sololá.

**Beneficiarios:** Seis cientos cincuenta personas.

Cuadro 39 Costos y financiamiento del proyecto de dotación avícola

Aportes	Cantidad
Fonpetrol	223, 500.00
Municipalidad	44,700.00
Comunidad	5,300.00
Total	Q. 273,500.00

#### 3.2.1 Antecedentes

Las necesidades del caserío Jaibalito y el caserío Chuitzanchaj, son muy notorias, dichas comunidades han sido afectadas por desbordes de ríos desde la Tormenta Stan, y actualmente por la Tormenta Agatha, que hizo destrozos por desbordamientos de ríos y deslaves, afectando seriamente las viviendas de las familias, cultivos y otras pertenencias por lo que estas comunidades necesitan apoyo de diferentes clases principalmente las

mujeres y niños son los más afectados, porque sus huertos familiares fueron destruidos. El proyecto es de gran ayuda ya que es una fuente de ingresos familiar para ayudar en parte al sustento familiar.

### **3.2.2 Problemática**

Sabedores de que la Municipalidad de Santa Cruz La Laguna, Departamento de Sololá, tiene que fomentar el desarrollo, la infraestructura y otros componentes más, debido a la destrucción que ocasionó la Tormenta Agatha, dejando a las familias en un estado crítico, debido a que las familias perdieron sus viviendas, pertenencias personales, cultivos, huertos familiares entre otras pérdidas que causó los desbordes de los ríos y deslizamientos que dejó afectadas a dichas familias, y actualmente no cuentan como satisfacer sus necesidades básicas como vestuario, alimentación y otros.

### **3.2.3 Justificación**

El apoyo de la dotación de pollos de engorde, proporciona un beneficio a la economía familiar del caserío Jaibalito y el caserío Chuitzanchaj a las familias que están actualmente en situaciones críticas de extrema pobreza y no cuentan con la posibilidad económica de satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vestuario etc. El interés primordial es satisfacer la demanda de las familias afectadas y que actualmente sufren la consecuencia de la tormenta y así ayudar y mejorar el nivel de vida de las familias afectadas.

### **3.2.4 Objetivos**

#### *Generales*

- Incentivar a las familias a participar en el proyecto pollo de engorde, para que cuenten con un ingreso más a la economía familiar y de esa manera ayudar a mejorar el nivel de vida de los habitantes creando fuentes de empleo que contribuyan al bienestar del Caserío Jaibalito y Chuitzanchaj.

#### *Específicos:*

- Facilitar un proyecto pecuario por familia (dotación de 10 pollos de engorde) mejorando la situación económica de cada familia del caserío Jaibalito y Chuitzanchaj.

### **3.2.5 Metas del proyecto**

- Dotar a cada familia de 10 pollos de engorde para que en un lapso de tres meses estén listos para la venta.
- Lograr que la dotación de pollos de engorde sea un proyecto auto-sustentable para que cada familia tenga un apoyo extra en su economía familiar.

### **3.2.6 Descripción del proyecto**

El proyecto de Dotación de pollos de engorde, consistió en:

- Dotación de 10 pollos de engorde para cada familia afectada
- Dotación de 2 quintales de concentrado para los pollos de engorde
- 1 vacuna triple Aviar 25 dosis
- 1 vacuna Abisinia 10 gr. Desparasitarte.
- 1 vacuna vitel 10 gr. Vitamina
- 1 vacuna de antibiótico de 26/52 15 gr.
- 1 comedero de tolva de 25 lb
- 1 bebedero auto de roca 1 galón
- 4 tablas para puerta
- 3 láminas de 6 pies
- 7 reglas de 2" x 3"
- 12 yardas de cedazo No. 3
- 2 sacos de cemento gris

### **3.2.7 Beneficio del proyecto.**

Las personas beneficiadas con la dotación de pollos de engorde fueron alrededor de seiscientos cincuenta, se contó con el aval del COCODE de cada comunidad y el comité del municipio y el aval de los vecinos para la realización y ejecución del proyecto de acuerdo a la necesidad de todos los habitantes de las comunidades afectadas, por las recientes tormentas tropicales.

Se promocionó la dotación de pollos de engorde, para que los vecinos de la comunidad del caserío Jaibalito y Chuitzanchaj, puedan criarlos y a la misma vez vender los pollos a un precio aceptable para la comunidad, los pollos serán vendidos a personas dueñas de los restaurantes que hay en el lugar y de esta manera ellos obtienen una entrada extra de dinero para mantener a su familia.

### **3.2.8 Estudio técnico**

#### **3.2.8.1 Localización**

El proyecto se entregó a las familias más afectadas por la Tormenta Agatha en el caserío Jaibalito y caserío Chuitzanchaj, Santa Cruz La Laguna, Sololá, que se ubica en el Occidente del departamento de Sololá.

#### **3.2.8.2 Tamaño**

Los pollos de engorde que se dotaron fueron 1,300 unidades para 130 familias necesitadas en el caserío Jaibalito y Chuitzanchaj del municipio de Santa Cruz La Laguna Sololá, a cada familia se le entregó diez unidades.

#### **3.2.8.3 Materia Prima**

En cuanto a materia prima, fue la Municipalidad quien entregó los pollos de un peso promedio de 44 gramos de un día de nacidos y también el concentrado respectivo, las familias tendrán que hacer esfuerzos en el futuro para fabricar su propio concentrado para disminuir costos y mejorar la productividad.

#### **3.2.8.4 Mano de Obra**

Se contó con la mano de obra necesaria, la cual no era especializada, solo requirió capacitación y entrenamiento, Para la realización de este proyecto consistió principalmente en instruir a las familias de la siguiente manera:

- En la construcción del corral para los pollos de engorde.
- La alimentación adecuada para los pollos de engorde, aplicación de medicamentos (vacunas, antibióticos, desparasitantes y vitaminas).

### **3.2.9 Aspecto administrativo**

Este proyecto fue administrado por el señor Alcalde Municipal, por medio del cual se realizaron cotizaciones necesarias para la compra de los pollos de engorde.

### **3.2.10 Aspectos ambientales**

Durante la ejecución de este proyecto de pollos de engorde se previó de los impactos negativos que este podría generar al ambiente de tal manera que el proyecto implementado no requirió de tala alguna de ningún tipo de árbol ni de la destrucción de flora y fauna del lugar, debido a que todas las contracciones de galeras se realizaron dentro del terreno familiar que fue utilizado para la creación de los corrales del proyecto.

### **3.2.11 Costos de proyecto**

El costo del proyecto fue de: Doscientos setenta y tres mil quinientos quetzales (Q.273, 500.00). Los fondos fueron aportados por el CODEDE, Municipalidad y comunidad.

### **3.2.12 Evaluación del proyecto**

#### **3.2.12.1 Análisis de congruencia**

El proyecto si tuvo congruencia con las políticas, Planes y Programas del gobierno Municipal y central, ya que se recibieron beneficios en el sector productivo, que en conjunto contribuyeron a mejorar los ingresos de todos los habitantes.

#### **3.2.12.2 Análisis de viabilidad**

Se considera que el proyecto elaborado fue viable porque existe una gran demanda de los habitantes del caserío de Jaibalito y por qué existe anuencia de parte de instituciones gubernamentales y locales de este tipo de proyecto reuniendo todos los fondos necesarios para llevar a cabo la dotación de dicho proyecto.

Costo por persona = Costo total / beneficiarios

Costo total / beneficiarios = (Q.273, 500.00 / 650) = Q.420.77 costo por familia

Costo por familia con 10 pollos de engorde = Costo total / No. Corrales

Costo total / No. Corrales (con pollos de engorde) = (Q.273, 500.00 / 130) = Q. 2,103.85

Nota: El costo total del proyecto por cada persona es de Q.420.77 y el costo por familia la cual esta conformada por 5 personas es de Q. 2,103.85

### **3.2.13 Presupuesto**

En el Cuadro 2 se muestra con que presupuesto contó el proyecto de dotación de pollos de engorde en Santa Cruz La Laguna, Sololá.

#### **Cuadro 40 Presupuesto del proyecto de pollos de engorde**

No.	Material	Costo unitario	Costo Total
10	Gallinas de engorde	Q 18.00	Q 180.00
2	Quintales de Concentrado	Q 210.00	Q 420.00
4	Tablas para puerta	Q 20.00	Q 80.00
3	Láminas de 6 pies	Q 50.00	Q 150.00
7	Unidades de reglas 3x2	Q 14.00	Q 98.00
2	quintales de cemento Gris	Q 62.00	Q 124.00
12	yarda Cedazo Gallinero 3	Q 13.00	Q 156.00
1	Frasco de vacuna triple aviar	Q 60.00	Q 60.00
1	sobre desparasitante	Q 10.00	Q 10.00
1	sobre vitamina	Q 7.00	Q 7.00
1	sobre de antibiótico No 26-52	Q 14.00	Q 14.00
1	comedero de arroba	Q 65.00	Q 65.00
1	bebedero de arroba	Q 24.00	Q 24.00
	Sub-total		
	Total	Q 567.00	Q 1,388.00
	Costo del proyecto por familia		Q 1,388.00
	Costo total de 197 familias beneficiadas		Q 273,500.00

De los 1,970 pollos que se utilizaron para la realización de este proyecto únicamente 1,576 que corresponde al 80% de pollos sobrevivieron y el otro 20% es el índice de mortalidad la cual fue de 394 pollos. El índice de mortalidad obtenido es debido a enfermedades respiratorias provocado por el exceso de humedad, y por el mal suministro de las vacunas.

**Cuadro 41: Calendarización de capacitaciones del proyecto pollos de engorde**

<b>FECHA (2010)</b>	<b>CLASE</b>
12 Y 14 de Octubre	Manejo adecuado de aves.
19 Y 21 de Octubre	Manejo de gallinero y Cuidado y mantenimiento de equipo.
26 Y 28 de Octubre	Control de sanidad, calidad de aves y tipo de alimentación para las aves.
2 Y 4 de Noviembre	Control de enfermedades y tipo de vacunas. Aplicación de medicamentos (vacunas, antibióticos, desparasitantes y vitaminas).

### **3.2.14 Capacitación en el Caserío Jaibalito**

Durante la capacitación se contó con la presencia y la ayuda del Perito Agrónomo Leonel Sicajau (Figura1) quien tradujo al kajchikel toda la información que se les brindó al momento de la capacitación ya que la mayoría de personas no entendían muy bien el español. Durante las capacitaciones se les aclaraban todas las dudas que ellas tuvieran acerca del proyecto y del mantenimiento del gallinero.



**Figura 32 Capacitación a grupo de beneficiadas del proyecto pollos de engorde**

### **3.2.15 Capacitación en el casco urbano de Santa Cruz La Laguna**

El número de mujeres a quienes se les capacitó fue de 13 mujeres ya que fueron las más afectadas por la Tormenta Stan en el casco urbano de Santa Cruz La Laguna Sololá. Se les demostró a las personas la forma correcta en que se tiene que hacer la vacunación de los pollos (Figura 34) esta es una de tantas formas de vacunar.



**Figura 33 Capacitación a grupo de beneficiadas por el proyecto de pollos de engorde**

### **3.2.16 Entrega de materiales**

La entrega de materiales se realizó en el caserío Jaibalito y en el casco urbano del municipio de Santa Cruz La Laguna. A cada persona se le hizo entrega de los materiales para construir la galera para los pollos de engorde, a cada persona se le fue llamando conforme al listado de beneficiados del caserío Jaibalito y casco urbano del municipio de Santa Cruz La Laguna, Sololá.

Los materiales entregados fueron los siguientes:

- 4 tablas
- 2 qq de cemento
- 12 yardas de cedazo
- 3 láminas de 6 pies
- 7 reglas de 2" x 3"

Estos son los materiales que fueron entregados a las personas beneficiadas por el proyecto de pollos de engorde en el caserío Jaibalito.



**Figura 34 Entrega de materiales para la construcción de galeras**

Luego de hacer entrega de los materiales de construcción a los beneficiados por el proyecto de pollo de engorde, se les mostró un modelo de galera la cual sirvió como guía para la construcción de las demás galeras, en la (Figura 4) se muestra el diseño de la galera la cual tiene la capacidad para la crianza de 15 pollos pero en nuestro caso fueron 10 pollos, unas de las principales ventajas de este modelo es que no ocupa demasiado espacio para su construcción.

### 3.2.16.1 Modelo de gallinero

Para la creación de este modelo se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: Espacio, Numero de pollos y la cantidad de material para su construcción. Este gallinero es apto para criar los 10 pollos que fueron entregados a cada persona por familia.

Lamina de 6"

Regla

2" x 3"

Cemento gris



Cedazo

**Figura 35 Modelo de galera a construir**

Para la construcción de este modelo de galera se tomó en cuenta el tamaño y espacio del lugar en donde se realizó la construcción de este modelo, ya que en base a éste se construyeron las demás galeras, sin embargo no todos los terrenos poseían la misma uniformidad por lo que al momento de realizar la construcción de las demás galeras se les brindó apoyo técnico para su construcción. Es importante tener en cuenta que la galera se situó siguiendo el sentido del sol, para disminuir el sobre calentamiento del techo. Se tomó en cuenta la protección a los pollos de las corrientes de aire, para esto se utilizó cortinas en polietileno en la parte de afuera, las cortinas se instalaron de manera que abran de arriba hacia abajo, con el fin de regular la acumulación de amoniaco u otros

gases dentro de la galera. Como se observa en la Figura 4 el suelo debe ser de cemento dentro de todas las posibilidades y no de tierra, de un buen espesor y con desnivel del 3% de los extremos al centro, para cuando se desocupe, el aseo y desinfección de éste sea más fácil. Un piso en concreto asegura buenas condiciones de higiene y una ocupación más pronta.

### **3.2.17 Entrega de pollos de engorde**

Al momento de la entrega se reunió a todas las personas en la cancha del caserío Jaibalito en donde se les dio indicaciones a seguir para hacerles la entrega de los 10 pollos para engorde, luego de reunir a las personas se hizo presente el señor Gregorio Simaj García alcalde de Santa Cruz La Laguna, el cual dio unas palabras de agradecimiento a las instituciones y a la Facultad de Agronomía de la USAC, por haber ayudado a realizar este proyecto de “Dotación de pollos de engorde” ya que sin su ayuda no hubiera sido posible realizar este proyecto, luego del agradecimiento del señor alcalde se prosiguió a la entrega de los pollos de engorde



**Figura 36 Entrega de los pollos para engorde en el caserío Jaibalito**

En la Figura 5 se muestra la entrega de los pollos de engorde a las personas beneficiadas del proyecto, la entrega se realizó conforme aparecían en el listado de beneficiados, al momento de hacerse la entrega se le realizó la primera aplicación de la vacuna triple Aviar 25ml dosis para prevenir las siguientes enfermedades: Newcastle, cólera aviar crónica y cólera aviar septicémica, además se le hizo entrega de un paquete de desparasitantes y vitaminas para que ellos se las apliquen a los pollos, Desparasitantes: 1

vacuna Abisinia 10 gr, 1 vacuna vitel 10 gr. Vitamina, 1 vacuna de antibiótico de 26/52 15 gr.

### **3.3 Servicio II: Establecimiento de tres viveros forestales**

#### **3.3.1 Presentación**

En las comunidades de Tzununá, Jaibalito y cabecera municipal, así como las del resto del municipio, existen familias con deseos de llevar a cabo proyectos de reforestación con árboles forestales, frutales y ornamentales con lo cual ellos consideran mejorar su nivel de vida. Esta actividad no se ha podido implementar debido a varios factores: Por la falta de una fuente permanente proveedora de plantas forestales, frutales y ornamentales para cubrir la demanda de los campesinos, la falta de programas específicos de reforestación Municipal, la falta de asistencia técnica de años anteriores. De manera que con la implementación y producción de plantas en un vivero Municipal es con el propósito de dotar de material a la Municipalidad para proteger la cuenca del Lago de Atitlán con la reducción de la escorrentía y al mismo tiempo disminuir la contaminación.

Es por eso que se desarrolló un programa de establecimiento de tres viveros forestales con el propósito de producir plantas en un vivero Municipal, a través de la DMP (Dirección Municipal de Planificación), fue posible planificar todas las actividades que se desarrollaron, mediante la implementación de los proyectos de construcción de los viveros forestales con el fin de contribuir al mejoramiento y al embellecimiento de la comunidad y de sus habitantes. En los cuales se tendrá una producción de 40,000 plantas de especies adaptables a la región las cuales fueron utilizadas para realizar programas de reforestaciones con especies de Pinus montezumae, Alnus acuminata sin olvidar unas especies frutales aguacate Hass (Persea americana) y cushin (Inga vera), las cuales fueron plantadas a una distancia de 2m x 2m, en tresbolillo, esto debido a la pendiente del terreno. Esta actividad de reforestar se realizó en la parte alta de la comunidad y en áreas afectadas por la deforestación en la comunidad. Esperando que los jóvenes le den mantenimiento a los tres viveros establecidos y que continúen las con los programas de reforestaciones en las áreas sin cubierta boscosa que existen en Santa Cruz La Laguna.

### **3.3.2 Justificación**

Los agricultores que habitan estas comunidades realizan actividades utilizando prácticas tradicionales de tumba y quema, no hay diversificación de cultivos, razón por la cual la masa boscosa ha ido disminuyendo y como consecuencia dejando los suelos bastante pobres, por lo que el rendimiento de los cultivos agrícolas es bastante bajo. Muchas veces estos campesinos se han entusiasmados en participar en proyectos o programas de reforestación con especies forestales, frutales y ornamentales, como parte de una diversificación, pero se han visto frustrados en su intento debido a la escases de materia prima o recursos.

Actualmente no existe en este municipio, ningún vivero Municipal ni privado que puedan proveer de plantas frutales injertadas o forestales de usos múltiples, adaptables a las condiciones ecológicas, a la situación económica y que puedan estar disponibles a tiempo, sin sobre costos por transporte, sin daños por exceso de manipuleo y largos viajes, y que las especies existentes sean las adecuadas y que permitan formar sistemas agroforestales con aceptable diversidad.

La falta de una fuente proveedora de plantas forestales hace de la actividad forestal una difícil tarea para los campesinos que tienen deseos de reforestar áreas municipales, por lo que el presente proyecto de dos viveros comunales y un vivero forestal municipal permanente, tuvo como fin hacer una propuesta de parte de la Municipalidad, para que a través de la propuesta los campesinos tengan todo el apoyo necesario y así realizar el deseo de reforestar y diversificar su producción con árboles frutales, y juntos lleven al municipio a un desarrollo forestal más amplio y sostenible, logrando al mismo tiempo el embellecimiento de la cabecera Municipal y las rutas y comunidades dentro del Municipio, que se espera en un futuro próximo tendrán una afluencia muy fuerte de turistas tanto nacionales como internacionales y que serán atraídos por la gran riqueza de los recursos naturales como culturales que el municipio posee. Para mitigar los problemas de la deforestación se contempló el establecimiento de tres viveros forestales en la comunidad de Santa Cruz La Laguna en el cual se estará utilizando especies nativas del lugar.

La Asociación de Jóvenes Cruceños y la Asociación Santa Cruz Por el Lago (SCPL) y la Municipalidad de Santa Cruz La Laguna Sololá han tomado la decisión de establecer estos viveros para comercializar las plantas ornamentales y reforestar las áreas de suma importancia para la comunidad.

### **3.3.3 Objetivos**

#### **Generales**

- Lograr mediante este proyecto, las bases para el establecimiento de tres Viveros Forestales Permanentes, en donde la Municipalidad sea la inversionista, con opción de negociar las plantas con los posibles beneficiarios a precios realmente accesibles, para la sostenibilidad del vivero.
- Contribuir a la protección de la Cuenca del Lago de Atitlán, mediante la producción de especies forestales locales.

#### **Específicos**

- Capacitar a los miembros de la comunidad sobre las actividades que se realicen en el establecimiento de un vivero forestal.
- Establecer un Vivero Forestal, con capacidad de producción inicial de 40,000 plantas de diferentes especies forestales, frutales y ornamentales.

### **3.3.4 Descripción del proyecto**

#### **3.3.5 Definición del problema**

Actualmente la agricultura en el municipio de Santa Cruz La Laguna se circunscribe al cultivo de hortalizas (Brócoli, cebolla etc.), situación por la cual el agricultor tiene problemas, derivados principalmente por los bajos rendimientos por manzana de sus cultivos, los bajos precios que pagan por sus productos, baja fertilidad de los suelos, falta de una tecnología adecuada, asistencia técnica y programas de diversificación de cultivos.

A esta situación hay que agregarle la falta de experiencia en el campo forestal del campesino, lo que hace que tenga limitantes y no pueda emprender un proyecto de reforestación, en el cual tendrá que hacer una inversión inicial para la producción de plantas, ya que no existen viveros forestales para dicho fin, y que por lo mismo la ornamentación del pueblo es deficiente.

### **3.3.6 Solución del problema**

El municipio de Santa Cruz La Laguna, posee las condiciones necesarias para llevar a cabo proyectos de reforestación, tales como: Condiciones climáticas, tipo de suelo, zona de vida, fuentes para abastecimiento de semillas, etc. Mediante el establecimiento de tres viveros forestales, se pretendió ayudar a los campesinos del caserío Jaibalito y a la comunidad de Santa Cruz, con énfasis a los del caserío Jaibalito con deseos de reforestar, la parte alta con mayor vulnerabilidad de erosión hídrica y deslaves, con especies forestales, frutales y ornamentales. En esta tarea, la Municipalidad se ocupó en la producción de las plantas que se utilizaron en la reforestación y se abasteció al campesino de las plantas a utilizar.

### **3.3.7 Sostenibilidad del proyecto**

Tomando en cuenta el factor económico y comercial, los productos forestales y frutícolas tienen un mercado local ya establecido, razón por la cual se garantizó una estabilidad productiva del proyecto. También es importante mencionar que como cultivo perenne y bajo las condiciones de la región, además estas plantas se constituyen en regeneradoras del suelo, evitando la erosión y manteniendo una cobertura vegetal que adiciona materia orgánica al suelo, mejora la calidad del oxígeno y ayuda a detener el avance de la frontera agrícola. Así mismo con la venta de las plantas ornamentales a un precio bastante razonable (precio costo), hacía los beneficiarios se obtendrán ingresos económicos, que garanticen la Sostenibilidad del proyecto.

### **3.3.8 Impacto del proyecto**

La implementación de estos tres viveros forestales fue con el propósito de disminuir la problemática de la deforestación y la pérdida del paisaje que presenta el área rural y urbana en el que tiene relación los aspectos de la vida, tales como ajuste de la producción y protección del ambiente, detener el avance de la frontera agrícola, así como el embellecimiento del área con especies ornamentales, aspectos que no deben de pasar desapercibidos. La Dirección Municipal de Planificación (DMP), junto con la ayuda de la Universidad de San Carlos de Guatemala fueron los encargados y responsables de coordinar todas las actividades para el buen funcionamiento del vivero y hacer la distribución de las plantas y brindarle la asistencia técnica en forma gratuita, a todas aquellas personas, instituciones y escuelas que así lo necesiten o soliciten.

### **3.3.9 Ubicación de los viveros.**

Las áreas en donde fueron establecidos los tres viveros son las siguientes: sector Pasiguan del casco urbano que conforma la comunidad de Santa Cruz La Laguna, Caserío Jaibalito. Por su ubicación su acceso es óptimo, lo que facilita el transporte de materiales y la distribución de plantas.

### **3.3.10 Metodología**

La metodología de trabajo consistió en la selección del sitio para el establecimiento del vivero, hasta la época de distribución de las plantas a los beneficiarios, en donde cada uno se llevó las plantas que le correspondían para utilizarlas en el proyecto de reforestación. En algunos casos la Municipalidad contribuyó con el transporte para las plantas al área de plantación con el vehículo el cual fue asignó al proyecto.

Las actividades a realizadas para el establecimiento del vivero se distribuyen de la siguiente manera:

#### **3.3.10.1 Selección del área para el establecimiento del vivero**

Como primera actividad se definió el área donde se estableció el vivero, la cual reunió las condiciones siguientes: Terreno ligeramente ondulado o plano, Fuente de agua.

### **3.3.10.2      *Producción de plántulas***

Para la producción de plántulas, se tuvo conocimiento amplio y bien definido sobre: Especies a producir, Preparación de la tierra para el llenado de bolsas, Sistema de siembra de la semilla, Actividades culturales, Distribución de plantas al usuario o beneficiarios.

### **3.3.10.3      *Preparación del terreno***

La preparación del terreno consistió en una limpia, y nivelación del terreno para la construcción de bancales de germinación, se adquirieron los materiales (tierra, arena y materia orgánica) para la creación del sustrato, bolsas de polietileno, herramientas (palas, azadones, machete etc.), para trabajar en la realización del semillero.

### **3.3.10.4      *Preparación del Sustrato***

Se realizó una mezcla homogénea de 2:2:1 tierra arena y materia orgánica, la cual fue previamente cernida. Haciéndose una desinfestación con agua caliente luego aplicándole un fungicida químico el que se disolvió en agua y luego fue aplicado en el sustrato, para después pasar al llenado de bolsas de polietileno con el sustrato homogéneo, y se colocaron en tabloncitos de 1.5 metros por 10 metros.

### **3.3.10.5      *Realización de Semillero***

Se realizaron semilleros y se distribuyeron las semillas al voleo, luego se cubrieron con pasto los bancales para evitar daño físico durante la emergencia de la plántula, además de mantener la humedad.

### **3.3.10.6      *Trasplante de plántulas***

Se trasplantaron las plántulas del semillero a las bolsas de polietileno, cuando habían emergido completamente, y poseían al menos la primera hoja verdadera. Se realizó haciendo un agujero en el sustrato de la bolsa y se introdujo la raíz procurando que ésta no se enrollara, ya que podría causarle a la planta estrés al momento del trasplante.

### 3.3.10.7 Prevención y control de plagas y enfermedades

Las plagas más comunes en los viveros forestales son las hormigas y los grillos, se realizaron monitoreos en donde se llevó a cabo de estas plagas, además se les aplicó un fungicida esto para evitar el ataque de hongos a las plantas del vivero.

**Cuadro 42: Presupuesto del vivero**

Especie a propagar	Cantidad a propagar	Costo de semillas	Cantidad de arena, broza y tierra negra	Costo de material	Cantidad de fertilizante	Costo de fertilizante	Costo de bolsas para el trasplante	Costo por especie	Costo de Mano de obra	Costo total del proyecto
Café	20,000	1,000	60 m <sup>3</sup>	9,000	20 qq	9,000	5,000	24,000		
Aguacate Hass y Jocote	15,000	750	45 m <sup>3</sup>	6,750	15 qq	6,750	3,750	18,000		
Ciprés, Pino	5,000	250	15 m <sup>3</sup>	2,250	5 qq	2,250	1,250	Q 6, 000. <sup>00</sup>		
Total	40,000	2,000	120 m <sup>3</sup>	18,000	40 qq	18,000	10,000	42,000	68,400	Q 116, 400. <sup>00</sup>

### 3.3.11 Presupuesto del vivero

El costo de mano de obra fue para el sueldo de seis personas que le dieron mantenimiento al vivero municipal, la cantidad de arbolitos que se quiere producir es de 40,000 para la reforestación de las áreas deforestadas del Municipio de Santa Cruz La Laguna.

#### **Vivero Luz y Vida**

Al iniciar con el establecimiento del vivero se encontró con un pequeño problema ya que el terreno no estaba en su totalidad plano, por lo que se trabajó en el hasta aplanarlo y se circuló con cedazo, se trasladó todos los materiales al terreno para empezar a llenar las bolsas con el sustrato y crear los bancales para el semillero como lo indica la Figura 6



**Figura 37 Cercado del vivero**



**Figura 38 Finalización del vivero**

Se puede observar en la Figura 38 que se logró el establecimiento del vivero forestal en donde los jóvenes cruceños fueron los ejes principales para que se ejerciera el proyecto ya que ellos son los que le darán mantenimiento al vivero.

### **Vivero de Tzununá**

Antes de iniciar a trabajar en el establecimiento del vivero, el terreno se encontraba no muy apto para el vivero, de manera que se tuvo que trabajar en sacar las piedras emparejar el terreno y cubrir con tierra el depósito que se encontraba en el terreno.

Depósito de agua



**Figura 39 Vivero comunal de Tzununá, antes y después**

Podemos observar en la Figura 8 la finalización del trabajo de establecimiento del vivero de la aldea de Tzununá. Se capacitó a los miembros de la comunidad sobre todas las actividades que se realizaron en el establecimiento y manejo de un vivero forestal.

### ***Vivero Municipal***

Al iniciar el proyecto de establecimiento del vivero Municipal se llevaron a cabo actividades de limpieza, desmalezado y nivelado del terreno, ya que el terreno se encontraba irregular para establecer los bancales los cuales se utilizaron como semilleros, se sacaron todas las piedras del terreno con la ayuda de trabajadores asignados por la municipalidad.



***Figura 40 desmalezado y nivelado***



***Figura 41 cercado del terreno***

El terreno se circuló con un cedazo No. 3 esto con la finalidad de evitar que personas extrañas entren al vivero. Los aspectos que se tomaron en cuenta para definir la ubicación del terreno para el vivero municipal son los siguientes:

1. Caminos transitables o de fácil acceso durante todo el año
2. Cercanía a las áreas a forestar.
3. Disponibilidad de materiales
4. El tamaño del vivero
5. La exposición a la luz
6. Protección contra el viento
7. Suficiente cantidad y buena calidad de agua durante el período seco
8. Terreno a cultivar con buen drenaje y suelo apropiado

Sin embargo por motivos de las lluvias causadas por la Tormenta Agatha, el señor alcalde detuvo el proceso de terminar el establecimiento del vivero para brindar ayuda a limpiar y remover los escombros provocados por los derrumbes.

### **3.4 Capacitación a escuela, instituto del municipio**

Capacitación a los jóvenes y a niños del Instituto Nacional de Educación Básica y de la Escuela Tecún Umán de Santa Cruz La Laguna .Sololá

#### **3.4.1 Objetivos**

General

- Capacitar a los jóvenes de educación básica y a los niños de educación primaria de Santa Cruz La Laguna sobre el tema de conservación de los recursos naturales.

Específicos

- Concientizar a los estudiantes sobre los principales efectos que causa la tala de árboles en la comunidad.
- Demostrar los efectos que causa el mal manejo de los residuos orgánicos e inorgánicos en la comunidad.
- Realizar actividades de reforestación en las partes más deforestadas de la comunidad.

#### **3.4.2 Metodología**

El municipio de Santa Cruz La Laguna cuenta con un Instituto de Educación Básica (INEB) y una escuela. En cada establecimiento, al momento de realizar la capacitación, fue necesario trabajar con un grupo a la vez. Para el desarrollo de la capacitación fue necesario exposiciones magistrales en clase, prácticas en campo. En todas las exposiciones se promovió la discusión en cada tema que se expuso, con cada grupo de estudiantes. La concientización ambiental hacia los estudiantes tuvo una duración de dos meses y consistió en cuatro talleres. Los temas que se tomaron en cuenta son: El calentamiento global, La Deforestación, Contaminación ambiental en el casco urbano de Santa Cruz La Laguna Sololá.

Calendarización de capacitaciones: Las capacitaciones se realizaron dos días por semana (martes y jueves)

FECHA	TEMA	No. Alumnos
10/08/2010 14/12/2010	causas y efectos del calentamiento global	20
17/08/2010 19/08/2010	Como ayudar a reducir los factores que inducen al calentamiento global	15
24/08/2010 26/08/2010	Principales causas de la deforestación y efectos de la tala inmoderada de arboles en la comunidad y como contribuye al calentamiento global	30
07/09/2010 09/09/2010	Agricultura insustentable	25
14/09/2010 16/09/2010	Contaminación al medio ambiente.	20
21/09/2010 23/09/2010	Principales fuentes de contaminación del medio ambiente.	10
21/09/2010 23/09/2010	Como reducir las principales fuentes de contaminación del medio ambiente en la comunidad.	25

**Cuadro 43: Calendarización de capacitaciones en Santa Cruz La Laguna Sololá**

### 3.4.3 Anexos



Exposición a los niños de la escuela

#### **4. Bibliografía**

1. BOPAZ (Bosques para la Paz, Proyecto Cívico de Educación Forestal, GT). 1995. Módulo integrado de educación forestal. Guatemala, CONAP. 85 p.
2. Montenegro, C; Gasparri, I; Manghi, E; Estrada, M; Bono, J; Parmuchi, MG. 2001. Informe sobre deforestación en Argentina. Argentina, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 250 p.
3. Mercia S, L. 1963. Método moderno de crianza avícola. México, Continental. 60 p.