

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE LOS RESTOS DE PLANTAS ACUÁTICAS, EXTRAÍDAS EN LA BAHÍA EL RELLENO, LAGO DE ATILÁN, COMO SUSTRATO ALTERNATIVO A LA TURBA, PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS; SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLA, GUATEMALA, C.A.

AURA CRISTINA SON ICÚ

Guatemala, febrero de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE LOS RESTOS DE PLANTAS ACUÁTICAS, EXTRAÍDAS EN LA BAHÍA EL RELLENO, LAGO DE ATITLÁN, COMO SUSTRATO ALTERNATIVO A LA TURBA, PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS; SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

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

POR:

AURA CRISTINA SON ICÚ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERA AGRONOMA EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADA

GUATEMALA, FEBRERO DE 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 febrero de 2012

Guatemala febrero de 2012

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Graduación: **“EVALUACIÓN DE LOS RESTOS DE PLANTAS ACUÁTICAS, EXTRAÍDAS EN LA BAHÍA EL RELLENO, LAGO DE ATITLÁN, COMO SUSTRATO ALTERNATIVO A LA TURBA, PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS; SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA C.A.”** como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

AURA CRISTINA SON ICÚ

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios

Nuestro Señor, por darme vida, fortaleza, sabiduría y ser guía de mi vida.

Mis padres

Leonardo Son López y Aura Icó Peren, por ser una bendición en mi vida, sus sabios consejos, apoyo incondicional y múltiples esfuerzos que hoy juntos vemos coronados.

Mis hermanas

Alejandra y Flor de María Son Icó, porque siempre han estado presentes en mi mente y corazón.

Mis abuelos

Antonia Peren, Eduardo Icó Q.E.P.D y María de Jesús López, Santiago Salazar Q.E.P.D. porque a través de su ejemplo de vida, cariño y apoyo fueron un estímulo permanente en mi trayectoria estudiantil.

Mi familia

A mis tíos por ser un ejemplo para mí, y a mis primas y primos, por su incondicional afecto y cariño.

A mis padrinos

Antonieta Cúmez e Ing. Agr. Javier Bal Salazar por su apoyo y cariño para conmigo y mi familia.

A mis amigos

Karla L. Marielos F. Jorge G. Hugo G. Kevin N. Luis M. Jhonatan E. Veraly G. por su cariño y apoyo durante nuestra vida estudiantil, que sus ideales se conviertan en éxitos

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Dios

Que guió mis pasos, me dio fuerza y fortalezas para alcanzar mis metas, sueños y anhelos.

GUATEMALA

País de la eterna primavera, que mi éxito sirva para contribuir a tu desarrollo.

**UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

Centro de estudios distinguido, lugar de formación de los responsables de lograr un desarrollo integral para nuestra sociedad.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Unidad académica fundamental por su importancia, al ser este gran país construido y sustentado por sus suelos, su clima y sus productos vegetales para el alimento y prosperidad de nosotros a sus hijos.

AGRADECIMIENTOS

A:

Mi Asesor

Ing. Agr. MSc. Iván Santos Castillo por su asesoría y valiosa colaboración para la realización de este documento.

Mi supervisor

Ing. Cesar García quien con su valioso tiempo, conocimiento y enseñanza ha orientado y supervisado la realización de este trabajo de graduación, que enmarca el último escalón de mi carrera.

Instituciones

Ijat'z , Escuela Nacional Central de Agricultura, porque con su colaboración hicieron posible la realización de este trabajo.

Mis catedráticos

Por su acompañamiento y guía durante mi carrera brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimiento.

Mis amigos

Por su cariño y amistad.

ÍNDICE GENERAL

1 CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLÁ	13
1.1 Presentación	14
1.2 MARCO REFERENCIAL	15
1.2.1 Ubicación	15
1.2.2 Vías de acceso	15
1.2.3 Colindancias	16
1.2.4 Altitud	16
1.2.5 Fisiografía y Orografía	16
1.2.6 Zonas de Vida	16
1.3 Objetivos	18
1.3.1 General	18
1.3.2 Específicos.....	18
1.4 Metodología.....	19
1.4.1 Reconocimiento del lugar.....	19
1.4.2 Revisión bibliográfica	19
1.4.3 Análisis de la información	19
1.5 Resultados	19
1.5.1 Aspectos generales.....	19
1.5.1.A Nombre de la Municipalidad	19
1.5.1.B Origen del municipio.....	19
1.5.1.C Justificación de la creación del municipio	20
1.5.2 Antecedentes históricos	20
1.5.3 Aspectos biofísicos	20
1.5.3.A Uso actual del suelo	20
1.5.3.B Uso potencial del suelo	22
1.5.4 Descripción de flora y fauna.....	22
1.5.4.A Flora	22

1.5.4.B Fauna	23
1.5.5 Aspectos socioeconómicos	23
1.5.5.A Población.....	23
1.5.5.B Densidad poblacional	23
1.5.5.C Distribución poblacional.....	23
1.5.5.D Rangos de edad (datos población, sexo, grupos de edad y área de residencia).....	24
1.5.5.E Género	25
1.5.5.F Grupos Étnicos.....	26
1.5.6 Educación	26
1.5.7 Salud.....	28
1.5.8 Servicios básicos	29
1.5.8.A Saneamiento básico	29
1.5.8.B Servicio de agua.....	29
1.5.8.C Energía eléctrica.....	29
1.5.8.D Eliminación de basura	30
1.5.8.E Servicios públicos municipales.....	30
1.5.9 Actividades económicas.....	31
1.5.9.A Desarrollo comunitario.....	33
1.5.9.B Aspectos socioculturales	35
1.5.9.B.a Festividades y tradiciones.....	35
1.5.9.C Problemas y/o necesidades identificadas y posibles alternativas de soluciones.....	37
1.6 Conclusiones.....	40
1.7 Recomendaciones.....	41
1.8 Bibliografía	42

2 CAPÍTULO II, EVALUACIÓN DE LOS RESTOS DE PLANTAS ACUÁTICAS, EXTRAÍDAS EN LA BAHÍA EL RELLENO, LAGO DE ATITLÁN, COMO SUSTRATO ALTERNATIVO A LA TURBA, PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS; SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA C.A.	43
2.1 PRESENTACIÓN	44
2.2 Definición del problema	44
2.3 MARCO CONCEPTUAL	46
2.3.1 Malezas acuáticas.....	46
2.3.2 Hydrilla verticillata	46
2.3.2.A Características generales de Hydrilla verticillata (L.F) Royle	46
2.3.2.B Métodos de reproducción de Hydrilla verticillata	47
2.3.2.C Hábitat.....	47
2.3.2.D Impacto ambiental	48
2.3.2.E Situación actual	48
2.3.2.E.a Guatemala	48
2.3.2.E.b En el extranjero	48
2.3.2.F Otros usos de Hydrilla verticillata	49
2.3.3 Egeria densa.....	50
2.3.3.A Descripción.....	50
2.3.3.B Impacto ambiental de Egeria densa	50
2.3.4 Ceratophyllum demersum - L.....	50
2.3.5 Manejo de malezas acuáticas.....	56
2.3.6 Sustratos en horticultura	56
2.3.6.A Sustrato	56
2.3.6.B Clasificación de los sustratos según la propiedad de sus materiales	57
2.3.6.C Clasificación del sustrato según su finalidad	57
2.3.6.D Propiedades ideales del sustrato de cultivo	58
2.3.6.D.a Propiedades físicas.....	58
2.3.6.D.b Propiedades químicas	60
2.3.6.D.c Propiedades biológicas	64

2.3.6.E	Propiedades óptimas de los sustratos.....	65
2.3.6.E.a	Propiedades físicas.....	65
2.3.6.F	La turba como componente principal de sustratos	67
2.3.6.F.a	Características de la turba	67
2.3.6.F.b	Problemática del uso exclusivo de la turba	67
2.3.6.G	Materiales alternativos a la turba.....	68
2.3.6.H	Materiales orgánicos	68
2.3.6.H.a	La Pulpa de café.....	69
2.3.6.H.b	Residuos de madera.....	69
2.3.6.H.c	Estiércol	70
2.3.6.H.d	Residuos de cosechas.....	70
2.3.6.H.e	Compost	71
2.3.6.I	Materiales inorgánicos.....	72
2.4	MARCO REFERENCIAL	73
2.4.1	Descripción taxonómica de las especies vegetales usadas para elaborar los sustratos.....	74
2.4.2	Antecedentes de utilización de sustratos	75
2.5	OBJETIVOS	76
2.5.1	General	76
2.5.2	Específicos.....	76
2.6	HIPÓTESIS	77
2.7	METODOLOGÍA.....	78
2.7.1	Etapa de campo.....	78
2.7.1.A	Preparación y acomodamiento de residuos del complejo de plantas	78
2.7.1.B	Secado	79
2.7.1.C	Molienda del material	79
2.7.1.D	Degradación de los residuos del complejo de plantas.....	81
2.7.2	Etapa de laboratorio.....	81
2.7.2.A	Propiedades físicas	81
2.7.2.C	Contenido de agua (Cah)	81
2.7.2.D	Densidad aparente (Da)	82

2.7.2.E	Espacio poroso total (EPT)	82
2.7.2.F	Agua fácilmente disponible (AFD)	82
2.7.2.G	Capacidad de aireación (Ca)	82
2.7.2.H	Mojabilidad (M)	83
2.7.2.I	Propiedades químicas	83
2.7.2.J	Disponibilidad de macro y micro nutrientes	83
2.7.2.K	pH	83
2.7.2.L	Relación carbono: nitrógeno	83
2.7.2.M	Contenido de materia orgánica	84
2.7.2.N	Bioensayo	84
2.7.2.N.a	Tratamientos evaluados en el bioensayo:	86
2.7.2.N.b	Unidad experimental	86
2.7.2.N.c	Diseño experimental	86
2.7.3	Variables de respuesta para la caracterización físico química	88
2.7.4	Análisis de la información	88
2.7.5	Análisis económico	89
2.8	Resultados y discusión	90
2.8.1	Caracterización de las principales propiedades físicas de los sustratos evaluados, pulpa de café e Hydrilla v. en combinaciones	90
2.8.2	Caracterización química de los sustratos evaluados	91
2.8.3	Evaluación de los efectos fitotóxicos de los sustratos evaluados, bioensayo	96
2.8.3.A	Resultados del análisis estadístico del índice de germinación de los tratamientos evaluados	98
2.8.4	ANÁLISIS ECONÓMICO	100
2.9	CONCLUSIONES	103
2.10	RECOMENDACIONES	104
2.11	Bibliografía	105
2.12	ANEXO I, Análisis químico de los tratamientos	110
2.13	Anexo II ANDEVA	112

3 CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN.....	115
3.1 PRESENTACIÓN	116
3.2 Establecimiento de huertos familiares, con el apoyo del programa PRONAGRO del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-	117
3.2.1 Introducción	117
3.2.2 Objetivos	117
3.2.3 Metodología	117
3.2.4 Resultados	118
3.2.5 Evaluación	120
3.3 Planificación del establecimiento del vivero municipal agroforestal	120
3.3.1 Introducción	120
3.3.2 Objetivos	120
3.3.3 Metodología	121
3.3.4 Resultados	121
3.3.5 Evaluación	122
3.4 Apoyo técnico a las actividades agrícolas de las comunidades de San Lucas Tolimán, Sololá.....	122
3.4.1 Introducción	122
3.4.2 CAPACITACIÓN: MANEJO DE INFORMACIÓN DIGITAL GEOREFERENCIADA Y USO DE ORTOFOTO PARA EL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLÁ.....	123
3.4.2.A Objetivos	123
3.4.2.B Metodología.....	123
3.4.2.C Resultados:	124
3.4.3 CAPACITACIÓN DE ELABORACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE ABONO ORGÁNICO, PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS DENTRO DE LA COMUNIDAD (Estiércol, y derivados del beneficiado de café)	128
3.4.3.A Objetivos	128
3.4.3.B Metodología.....	128

3.4.3.C Resultados	129
3.4.3.C.a Elaboración de abono tipo bokashi.....	129
3.4.3.C.b Elaboración de lombricomposteras.....	130
3.5 Identificación de las plantas acuáticas encontradas en la bahía	
El Relleno, San Lucas Tolimán	131
3.5.1 Introducción	131
3.5.2 Objetivos	131
3.5.3 Metodología	131
3.5.4 Resultados	132
3.5.5 Evaluación	133
4 ANEXOS.....	135

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2-1 Interpretación de los niveles de salinidad de un sustrato de cultivo, expresada como la conductividad eléctrica del extracto de saturación.	62
Cuadro 2-2 Principales efectos esperables para los distintos intervalos de pH establecidos por el USDA (1971)	63
Cuadro 2-3 Intervalos óptimos para las propiedades físicas de los sustratos de cultivo	66
Cuadro 2-4 Intervalos óptimos para las propiedades físico- químicas de los sustratos de cultivo	67
Cuadro 2-1 costos de la elaboración del sustrato	100
Cuadro 2-2 libras totales producidas del sustrato	100
Cuadro 13-3 Costos de sustrato por kilogramo	101
Cuadro 2-4 Ingresos brutos estimados por la venta de los sustratos elaborados a base de residuos del complejo de plantas	101
Cuadro 2-5 Estimación de los indicadores de rentabilidad y relación beneficio costo para los sustratos elaborados a base del complejo de plantas	102
Cuadro A-1 descripción y costo de materiales	146
Cuadro A-2, Cronograma de actividades	148
Cuadro A-3, Jornales por actividad	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Datos población, sexo, grupos de edad y área residencia	24
Tabla 1-2 Problemas identificaos en la comunidad y propuestas para alcanzar su solución.....	37
Tabla 2-1 Descripción taxonómica de las especies encontradas en Bahía El Relleno.....	74
Tabla 2-2 Descripción de los tratamientos evaluados	86
Tabla 2-3 Propiedades físicas de los sustratos evaluados.....	90
Tabla 2-4 Valores de pH y conductividad eléctrica de los tratamientos evaluados	91
Tabla 2-5, Concentración de nutrientes mayores disponibles expresados en ppm de los sustratos evaluados.....	93
Tabla 2-6 concentraciones de nutrientes menores disponibles expresadas en ppm de los sustratos evaluados	94
Tabla 2-7 Porcentaje de Materia orgánica (MO, %), Nitrógeno total (N, %), y relación C/N de los sustratos evaluados	95
Tabla 2-8Análisis de varianza, índice de germinación.....	98
Tabla 2-9 clasificación de los sustratos de acuerdo a su toxicidad	99
Tabla 3-1 participantes de la capacitación SIG, San Lucas Tolimán.....	124
Tabla 7-2 cronograma capacitación SIG	125
Tabla 7-3 materiales para elaborar de 20-25 quintales de abono tipo bokashi	130
Tabla 7-4 Descripción taxonómica de las especies encontradas en Bahía El Relleno.....	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Capacidad de uso de la tierra (USDA), San Lucas Tolimán	22
Figura 1-3 División política de San Lucas Tolimán.....	24
Figura 1-4 Gráfica de la distribución de la población por edades.....	25
Figura 1-5 Gráfica de la distribución de la población urbano-rural	25
Figura 1-6 Basurero municipal	30
Figura 2-1 <i>Hydrilla verticillata</i> , características físicas de reconocimiento	53
Figura 2-2 <i>Egeria densa</i>	54
Figura 2-3 <i>Ceratophyllum demersum</i>	55
Figura 2-4 Etapa de campo: extracción, secado y molienda.....	80
Figura 2-5 Partes de un brote de lechuga	85
Figura 2-6 Porcentaje de germinación en cada repetición de los tratamientos evaluados.....	97
Figura 2-7 Porcentaje de elongación radicular observados en el bioensayo de los tratamientos evaluados	97
Figura 2-8. Promedio del Índice de germinación de los tratamientos evaluados.....	99
Figura 3-1 participantes del taller SIG	125
Figura 3-2 Capacitación SIG	126
Figura 4-1 capacitación: elaboración de abono tipo bokashi.....	135
Figura 4-2 Capacitación: elaboración de lombricompostaje	136
Figura 5-1, Planta del vivero agroforestal.....	142
Figura 5-2, perfil vivero agroforestal	143
Figura 5-3, Planta de bodeguita	144
Figura 5-4 Plano, Elevación de la bodeguita	145

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 estimación del índice de germinación, prueba biológica.....	85
--	----

TRABAJO DE GRADUACIÓN

“EVALUACIÓN DE LOS RESTOS DE PLANTAS ACUÁTICAS, EXTRAÍDAS EN LA BAHÍA EL RELLENO, LAGO DE ATITLÁN, COMO SUSTRATO ALTERNATIVO A LA TURBA, PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS; SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA C.A.”

RESUMEN

Este trabajo es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA) realizado durante el período febrero a diciembre de 2010, en el municipio de San Lucas Tolimán, Sololá, con el apoyo del Ejercicio Profesional Supervisado Multiprofesional (EPSUM). En el mismo se presenta un informe sobre cada una de las actividades realizadas, que lo conforman: diagnóstico, investigación y servicios.

En el diagnóstico se exponen las características, físicas e institucionales del municipio de San Lucas Tolimán en base a la información obtenida se realizó un análisis de problemas encontrados dentro del ámbito agronómico, a raíz de la detección y priorización de los problemas se planeó la ejecución de la investigación de campo y la prestación de servicios.

La investigación se desarrolló con el objetivo principal de generar un sustrato a base de los restos de plantas acuáticas extraídas de la bahía El Relleno, Lago de Atitlán, con propiedades similares a la turba la producción de plántulas en pilón de lechuga (*Lactuca sativa*). Bajo condiciones de invernadero, caracterizando previamente las propiedades físicas químicas y efectos tóxicos del material generado. Se evaluaron tres combinaciones de residuos del complejo de plantas con 30 días de degradación en proporción de 85 % complejo de plantas y 15 % de otros materiales, utilizando como comparador turba *Sphagnum*. Los resultados muestran que el material generado con el complejo de plantas acuáticas no es adecuado para la sustitución de la turba debido a su alta fitotoxicidad demostrada a través de un bioensayo, a pesar de esto las características químicas del material sugieren que puede ser aprovechado como materia prima para la elaboración de abono orgánico.

Con los servicios realizados se contribuyó a la mejorar las técnicas ya establecidas sobre prácticas agrícolas de traspatio y elaboración de abonos orgánicos; se implementaron nuevas herramientas, a través del uso del programa Gv Sig, para el monitoreo de áreas vulnerables en donde al mismo tiempo se fomentó la cultura de prevención de desastres dentro del municipio causadas por fenómenos naturales; se elaboró la planificación del establecimiento del vivero municipal agroforestal para mejorar la reproducción de especies arbóreas nativas, y se colectaron e identificaron las especies que proliferan dentro de la bahía El Relleno, en base a lo que se realizó la investigación ya mencionada.



1 CAPÍTULO I DIAGNOSTICO DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLÁ

1.1 Presentación

El Municipio de San Lucas Tolimán está situado en el occidente de la República, en el departamento de Sololá, a una distancia de la ciudad capital de entre 153 y 155 kilómetros, de acuerdo a la ruta elegida. Tiene una extensión territorial de 116 kilómetros cuadrados, equivalente al 10.93 % y colinda con otros tres Municipios del mismo departamento: Al Norte con el lago de Atitlán y San Antonio Palopó, al este con Pochuta y Patzún, Chimaltenango, al Sur con Patulul, Suchitepéquez, Laguna y al Oeste con Santiago Atitlán.

La altitud de la cabecera departamental es de mil quinientos metros sobre el nivel del mar, las partes más altas se encuentran ubicadas al suroeste del municipio, correspondientes al volcán Tolimán. Las coordenadas de la cabecera departamental son: Longitud oeste de 91°09'11' y latitud norte 14°08'32". De ésta cuenta, el Municipio pertenece a las tierras El municipio de San Lucas Tolimán se encuentra en la región fisiográfica de tierras altas volcánicas con montañas colinas y conos.

El presente diagnóstico se realizó en el marco del Ejercicio profesional supervisado, a través del cual se busca apoyar las necesidades y el potencial agrícola en el municipio de San Lucas Tolimán, para la elaboración del diagnóstico se utilizaron fuentes primarias y secundarias para obtener un listado de necesidades prioritarias del municipio y al mismo tiempo proponer alternativas viables y sostenibles para la solución de dichos problemas.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación

El municipio de San Lucas Tolimán, está situado en el occidente de la República, en el departamento de Sololá. Se encuentra dentro de la cuenca del Lago de Atitlán, y tiene una superficie de 116 kilómetros cuadrados, equivalente al 10.93 % del territorio total del departamento. Su altitud oscila entre los 800 metros sobre el nivel del mar, en la parte sur (fronteriza con el departamento de Suchitepéquez) y los 3537 msnm, en la cumbre del volcán Atitlán,) punto más alto del departamento, que marca el límite entre San Lucas y el municipio vecino de Santiago Atitlán. La cabecera se encuentra a 1,591 metros de altura, casi a orillas del lago Atitlán.

El territorio de este municipio corresponde a las tierras altas volcánicas, con variedad de montañas, colinas y conos. Los principales son el volcán Atitlán, Tolimán, y el cerro Iq'ltiw, como accidentes hidrográficos están el lago de Atitlán, la bahía de San Lucas, varios ríos y un islote. (Tolimán, 2002)

La cabecera se encuentra en un terraplén de lava, en la parte este del volcán Tolimán, Gracias a su sistema vial, una gran parte del tráfico comercial de la región hacia la costa y viceversa, pasa por San Lucas Tlimán, es primordialmente una región cafetalera, aunque la mejor parte del territorio del municipio, se ha dividido en varias fincas, algunas de las cuales están situadas en los lugares aledaños de la cabecera. El maíz, frijol y ciertas raíces y verduras, han sido los artículos principales en la dieta. Los cultivos se realizan tanto en parcelas propias como en tierras arrendadas o fincas.

La parroquia, se caracteriza por la labor social dentro del municipio, entre los proyectos que impulsan se pueden incluir: proyecto de café orgánico, el jardín botánico, entre otros.

Entre otras actividades, está la pesca artesanal, la cual es una actividad cotidiana. Por otra parte la actividad turística, aún no representa un ingreso formal de las familias (Dix, 2003).

1.2.2 Vías de acceso

Existen tres vías de acceso para el municipio

1. Ruta de la costa sur de Cocales hasta el km 123 luego pasando por Patulul hasta llegar y las Trampas de 155km de distancia.
2. Ruta del Suroccidente, la carretera a Godínez. Existen otra carretera asfaltada que llega hasta el municipio de Santiago Atitlán y más allá de los pueblos del sur y occidente del departamento a 153 km.
3. Ruta suroccidente, pasando por Patzicía, Patzún, hasta Godínez de ahí pasando por detrás del municipio de San Antonio Palopó hasta llegar al Santa Alicia, entrada a la cabecera municipal (López C, 2004).

1.2.3 Colindancias

Al norte	con el lago de Atitlán y San Antonio Palopó, Sololá
Al este	con Pochuta y Patzún, Chimaltenango
Al sur	con Patulul, Suchitepéquez
Al oeste	con Santiago Atitlán, Sololá

1.2.4 Altitud

El municipio de San Lucas Tolimán se encuentra ubicado a una Altitud de 1591.48 metros sobre el nivel del mar, Longitud oeste de 91°09'11' y latitud norte 14°08'32". Forma parte de las altas tierras volcánicas.

1.2.5 Fisiografía y Orografía

El municipio de San Lucas Tolimán se encuentra en la región fisiográfica de tierras altas volcánicas (MAGA, 2010) con montañas colinas y conos.

Los volcanes Tolimán, Atitlán, los cerros Tamalaj e Iq'ltiw, constituyen los accidentes geográficos más importantes del municipio como accidentes hidrográficos del municipio se encuentran el lago de Atitlán, la bahía de San Lucas Tolimán varios ríos (Quixayá, madre vieja) (Lec, 2007)

1.2.6 Zonas de Vida

Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido (BMHSC)

Altitud: 800 a 1,600 msnm, precipitación pluvial anual: 2,000 a 4,000 milímetros

Temperatura media anual (mínima- máxima), en la parte baja de 24 a 30 °C, en la parte alta de 18 a 24 °C.

Suelos: moderadamente profundos de textura liviana, bien drenados de color pardo, pendiente ondulada de 4 % a 12 %.

Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (BHMB)

Altitud: 1,500 a 2,400 metros sobre el nivel del mar. Precipitación pluvial anual: 1,000 a 2,000 milímetros. Temperatura media anual (mínima-máxima): 18 -24 °C

Suelos: profundos y moderadamente profundos, con subsuelo rocoso, livianos, moderadamente bien drenados, de color pardo. Pendiente de 0 a 5 % y de 32 a 45 %.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Generar el diagnóstico municipal de San Lucas Tolimán, Sololá, para definir los problemas prioritarios del municipio

1.3.2 Específicos

1. Presentar de manera cuantitativa y cualitativa los diferentes aspectos sociales de los sectores del municipio de San Lucas Tolimán para el año 2010
2. Identificar y tipificar los problemas de la población luqueña.
3. Proponer alternativas para la solución a los problemas identificados en el diagnóstico.

1.4 Metodología

1.4.1 Reconocimiento del lugar

Para ésta etapa se realizaron recorridos de campo, para identificar la ubicación de las organizaciones e instituciones presentes en el municipio, que fueron fuente primara en la obtención de la información.

1.4.2 Revisión bibliográfica

Para elaborar el diagnóstico se consultaron documentos elaborados tanto municipales, como planes de desarrollo, como documentos elaborados dentro y fuera del municipio, como diagnósticos previos, censos nacionales, datos poblacionales, tasas de salud, y trabajos de investigación en donde se proporcionara la información propicia para los objetivos planteados.

1.4.3 Análisis de la información

Luego de obtener la información bibliográfica necesaria se procedió a realizar el análisis de la información se realizó a través de la elaboración de gráficas, tablas, y análisis comparativo en cuanto a los problemas a priorizar de la comunidad.

1.5 Resultados

1.5.1 Aspectos generales

1.5.1.A Nombre de la Municipalidad

Municipalidad de San Lucas Tolimán

1.5.1.B Origen del municipio

El nombre del municipio tiene dos orígenes y significados:

- a. Según el *Pequeño Diccionario Etimológico de Voces Guatemaltecas* del Dr. Jorge Luis Arriola, se deriva de la voz kakchiquel “Tulimán”, lugar donde se cosecha tul, o “tule”, planta acuática que efectivamente abunda en el municipio.
- b. Se le atribuye a la palabra Náhuatl “Tolomán”, que significa “jefe de los toltecas” de ser éste su origen, se podría confirmar que éste es de origen mexicano y que

habría sido puesto por los indígenas de ese país que acompañaron a Pedro de Alvarado en la conquista a Guatemala.

1.5.1.C Justificación de la creación del municipio

No se tiene registrado el origen o justificación de la creación del municipio, solamente se cuenta con la primera partida de nacimiento con fecha de dos de septiembre de 1,877, en donde ya se elevó a categoría de municipio.

1.5.2 Antecedentes históricos

La referencia más antigua de San Lucas Tolimán se encuentra en la “Descripción de Zapotitlán y Suchitepéquez” escrita por el alcalde mayor de dicha provincia, Juan Estrada, en 1,579, quien menciona al pueblo de Tolimán y señala que su nombre proviene de la planta del Tule, que crece a orillas del lago Atitlán, lo permite suponer que tiene origen prehispánico y que se constituyó como pueblo alrededor de 1,540 cuando se procedió a la reducción o concentración de los pueblos indígenas den los denominados “Pueblos Indios”.

En la “Descripción Geográfico-Moral de la Diócesis de Goathemala” escrita en 1770, se menciona a San Lucas Tolimán como un anexo de la parroquia de Santiago Atitlán, en donde se ocupaban de siembras de frijol y maíz, desde entonces se mencionan las vías de acceso desde la Boca Costa y Costa Sur del país.

San Lucas Tolimán, perteneció durante la colonia al corregimiento de Santiago Atitlán, con la categoría de “guardianía”.

1.5.3 Aspectos biofísicos

1.5.3.A Uso actual del suelo

En el municipio predominan los monocultivos, especialmente de café y granos básicos como: maíz y frijol, además se cultivan en pequeña escala los frutos como el aguacate, tomate, güisquil, jocote y chile pimiento. El municipio cuenta con una diversidad de cultivos, terreno adecuado, mano de obra suficiente, sin embargo carece de fuentes de agua.

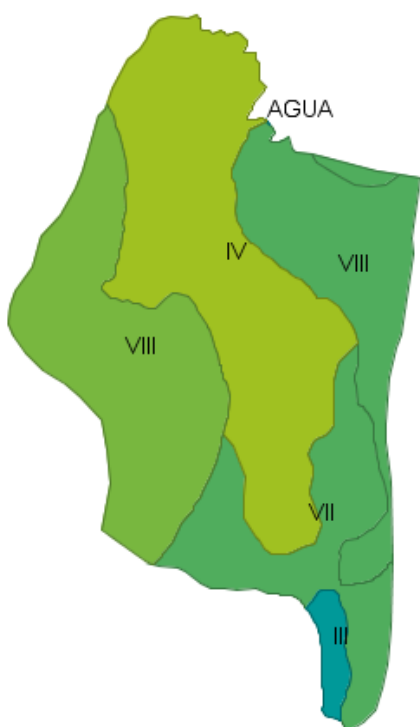
La tecnificación de las actividades agrícolas en San Lucas Tolimán ha incrementado principalmente en el uso de insumos agrícolas en todos los centros poblados. La infraestructura agrícola disponible en el municipio son 5 beneficios de café, los beneficios son propiedad de la Cooperativa San Lucas y uno de Misión San Lucas (parroquia), actualmente es manejado por la asociación de caficultores, uno en la comunidad El Porvenir y tres privados en la Finca Santa Teresa, Finca Pampojilá y Finca Santa Alicia, los cuales también ofrecen sus servicios a otros productores.

A pesar de su gran potencial para la diversificación de cultivos y la comercialización de productos agrícolas, el municipio no cuenta con otro tipo de infraestructura como mini riego o centros de acopio.

El 54% de los pequeños agricultores se dedican a la producción del maíz y frijol para autoconsumo, el resto lo venden en pequeñas proporciones. Las frutas son vendidas por los productores en el mercado local. El café es el único producto que comercializan en mayor escala por medio de intermediarios los cuales son los que determinan los precios y obtienen mayores ganancias. El auge de la venta de este producto se produjo entre 1,996 y 1,998 que alcanzó a Q200.00 el quintal de cereza, a partir de 1,999 los precios bajaron paulatinamente, en el 2,001 bajó a Q40.00, es decir cinco veces menos que tres años antes. Este hecho ha influido muy negativamente en la economía de los sanluqueños por ser un producto importante en la economía del lugar a pesar de esto desde el año 2010, se ha incrementado considerablemente el precio en el “coyoteo (actividad de venta informal de café, en donde no es importante la clasificación por maduración del fruto, a diferencia de los beneficios formales) que igualaba o superaba el precio de compra en beneficios como el de Misión San Lucas siendo éste en 2010 de Q210.00 en beneficios y Q235 en coyoteo.

1.5.3.B Uso potencial del suelo

De acuerdo al mapa elaborado para el área de Sololá, la capacidad del uso de la tierra en el municipio de San Lucas Tolimán, es la siguiente:



III severas limitaciones que reducen la elección de cultivos o requieren practicas especiales de conservación

IV suelos arables para cultivos especiales o uso agrícola ocasional, con limitaciones muy severa

VII Suelos no arables y con importantes limitaciones para el uso pastoril o forestal.

VIII sin uso para cultivos, pastos o bosques, aptos para la vida silvestre (MAGA, 2010).

Figura 1-1 Capacidad de uso de la tierra (USDA), San Lucas Tolimán

1.5.4 Descripción de flora y fauna

1.5.4.A Flora

Las especies vegetales características del municipio son: aguacate (*Persea sp*), amate, palo de jote (*Bursera simaruba*), guachipilín (*Diphisa robinoides*), gravilea, Cuxin (paterna, *Inga sp.*), Café (DIX 2003).

1.5.4.B Fauna

En los bosques del municipio se reportan las especies: jaguar, puma, tigrillo, cochemonte, venado de cola blanca, witzzil, coyote, tepescuintle, puercoespín, armadillo, micoleón, ardilla, conejo, pizote, mapache, comadreja, cabeza de viejón, tejón y zorrillo cotuza. Con respecto a las aves: pavo de cacho, cojolita, cayaya, pavo real, chaha, pajguil, quetzalillo, tucán verde y paomas, la mayoría en peligro de extinción. Entre las especies lacustres se encuentran: lobina, tilapia y carpa, que fueron introducidas por el presidente Miguel Ydígoras Fuentes en la década de los 70 que desplazaron a las especies nativas como la mojarra, la pepesca, el perech y el sa'y, principal ingrediente del "patin", comida típica de la región (FUNCEDE, 1997).

1.5.5 Aspectos socioeconómicos

1.5.5.A Población

1.5.5.B Densidad poblacional

Superficie territorial: 116 km² con una población de 27,902 (OMP 2009) de habitantes, por lo que la densidad poblacional es de: 240.53 habitantes por kilómetro cuadrado.

1.5.5.C Distribución poblacional

Según la información recopilada, la distribución política de la población es la siguiente:

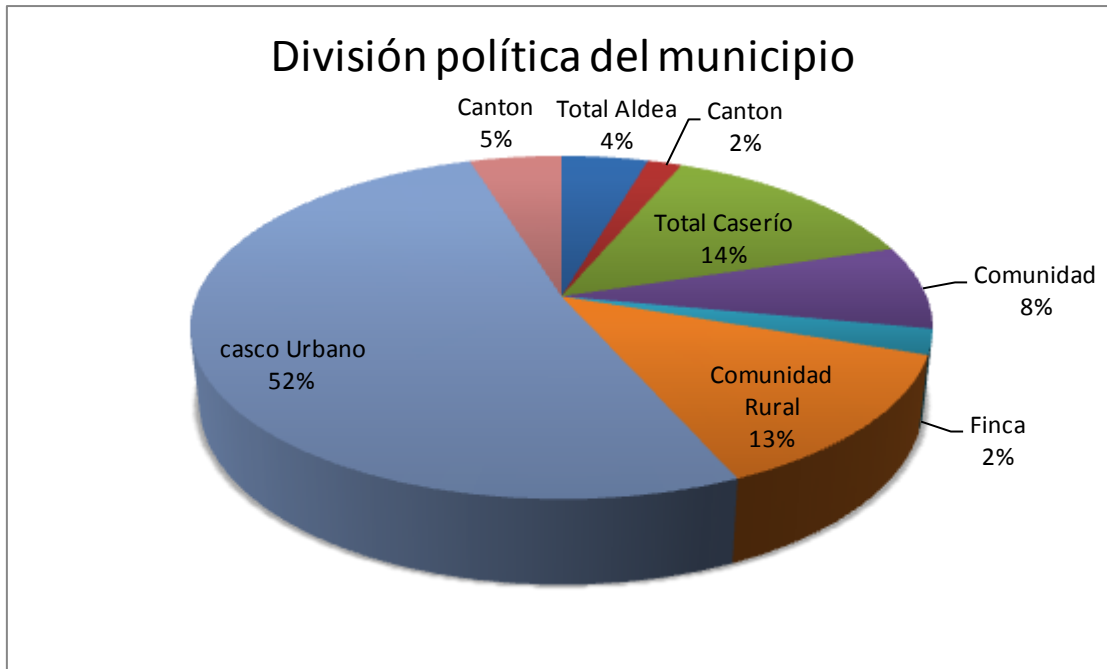


Figura 1-2 División política de San Lucas Tolimán

1.5.5.D Rangos de edad (datos población, sexo, grupos de edad y área de residencia)

Tabla 1-1 Datos población, sexo, grupos de edad y área residencia

Menor de 1 año		1 a 4 años		5 a 14 años		15 a 49		Resto de población		Población Total		área urbana	área rural
M	F	M	F	M	F	M	F (edad fértil)	M	F	M	F		
305	318	1873	1949	3926	4086	6330	6588	1238	1289	13672	14230	15787	12115

De acuerdo con el registro de la Oficina Municipal de Planificación, OMP, en base al registro del centro de salud de la comunidad, el municipio cuenta con una población en su mayoría joven sobrepasando el 50 %, comprendido entre las edades de 0 a 19 años.

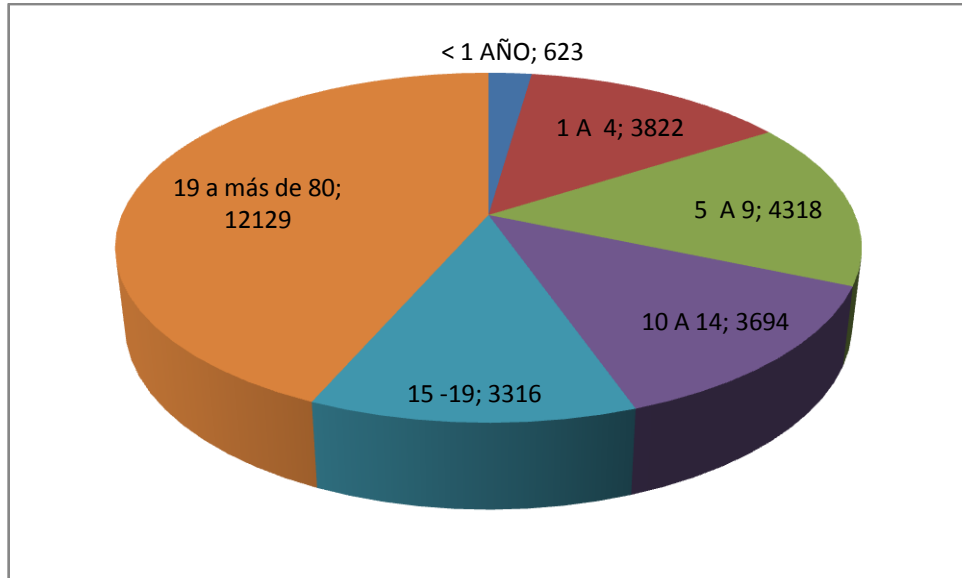


Figura 1-3 Gráfica de la distribución de la población por edades

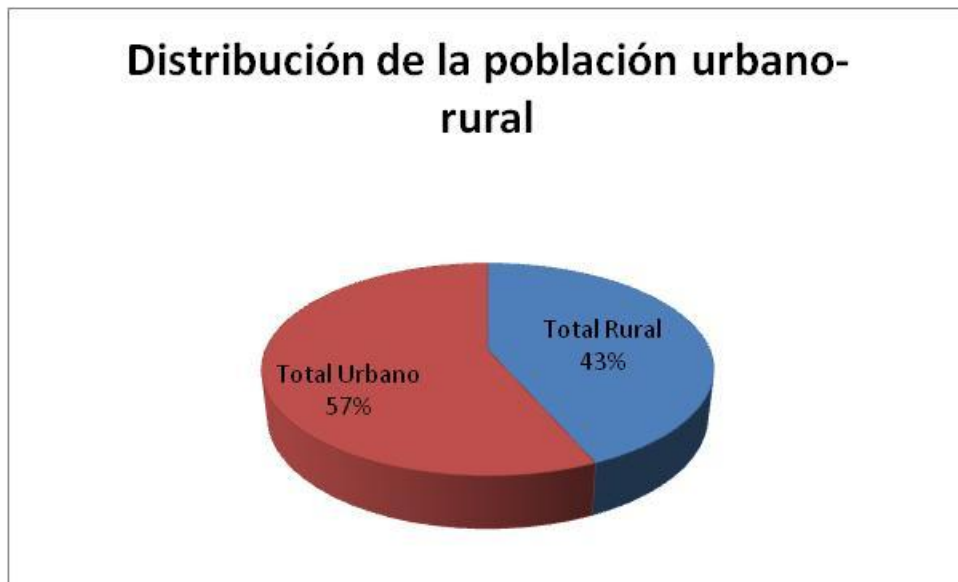
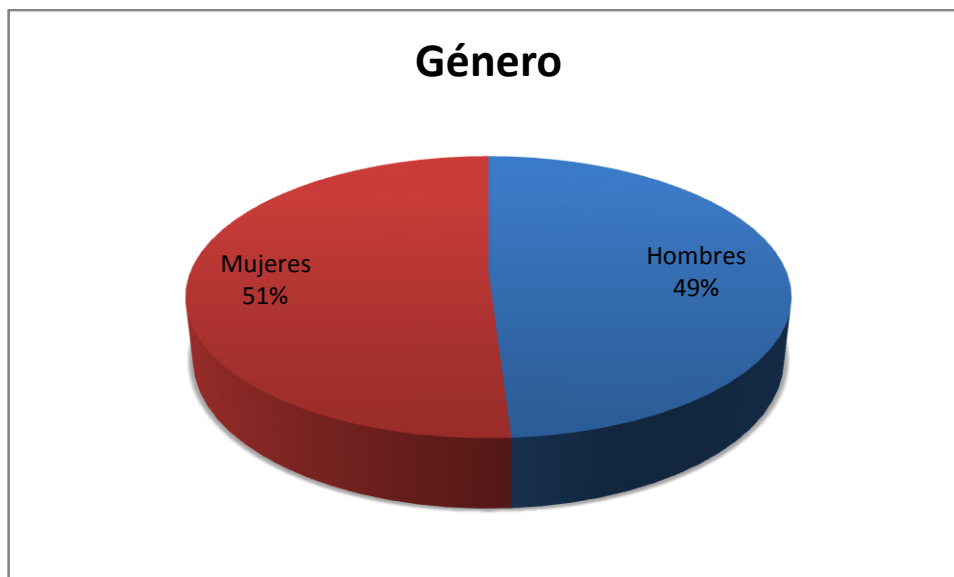


Figura 1-4 Gráfica de la distribución de la población urbano-rural

1.5.5.E Género

De los 27,902 habitantes hasta el año 2007, el 51 % lo constituye la población femenina mientras que la población masculina es de 49 %, lo que pone en evidencia la inclusión de las mujeres en el desarrollo del municipio.



1.5.5.F Grupos Étnicos

El 89 % de la población luqueña es indígena, perteneciente a la etnia maya Kaqchiquel, aunque en el idioma se observan variantes por la cercanía de la etnia tzutujil de Santiago Atitlán, se encuentran tanto en el área urbana como en las comunidades rurales, el 11 % restante es población ladina o mestiza, que principalmente (82%) radica en el casco urbano (Plan de desarrollo integral 2002).

1.5.6 Educación

1.5.6.A Analfabetismo

En el municipio, para el 2001 se registraba que el 47.8% de población entre 15 y 69 años, era analfabeta, las mujeres constituían el 61 % de las personas analfabetas y los hombres el 39 % lo que además reflejó que las mujeres tienen menor acceso a la educación desde entonces se impulsó la Campaña Nacional de Alfabetización, CONALFA.

1.5.6.B Educación pre-primaria y primaria:

En el municipio funciona en la actualidad 16 centros educativos, donde se está atendiendo la educación a nivel de pre primaria con una población escolar de 1079 alumnos este número está compuesto por 518 niñas y 561 niños atendidos en el área urbana por 23 docentes y en el área rural por 13 que suman en total 36 maestros. Dos de las escuelas de pre-primaria ubicadas en la cabecera municipal son privadas, mientras que las

restantes son oficiales (incluyendo 4 escuelas del programa nacional de auto gestión educativa – ex PRONADE).

En cuanto a educación primaria en las comunidades del área rural funcionan 11 escuelas atendidas por 72 maestros. La población escolar en estas escuelas es de 1571 alumnos de primero a sexto del nivel primario, de la cual, el 51% son niñas y 49% niños.

En el casco urbano funcionan 4 escuelas de educación primaria con una población 1799 alumnos de la cual el 50% son niñas y 50% son niños y están atendidos por 64 maestros. En el mismo casco urbano funcionan 4 colegios privados con una población de 754 alumnos integrados por 395 niñas y 359 niños atendidos por 27 maestros.

1.5.6.C Nivel básico

En el nivel básico se atiende una población de 1461 estudiantes con el 56% de varones y 44% de mujeres, atendida por 42 profesores.

1.5.6.D Nivel diversificado

Finalmente, el nivel diversificado está atendiendo un total de 542 estudiantes, atendidos por 16 profesores con el 46% de población femenina y 54% de hombres.

1.5.6.E Población escolar y docente

En el año 2007 fue atendida una población escolar de 5085 alumnos en el nivel pre primario y primario con el 51% de niños y el 49% de niñas. En el nivel básico se cubrió una población 1461 estudiantes con el 56% de varones y el 44% de mujeres. En el nivel diversificado un total de 542 estudiantes con el 46% de población femenina y el 54% de población masculina, sumando un total de 7088 estudiantes atendidos localmente por 257 docentes.

1.5.6.F Otros centros de educación y formación

Generalmente éstos centros funcionan en plan fin de semana a los que acuden principalmente para adultos, éstos son: el instituto guatemalteco de educación radiofónica IGER, que atiende a 125 personas en los niveles de primaria y básico y el centro educativo Santo Domingo, que cubre el nivel básico y bachillerato en ciencias y letras para

46 personas. Y el instituto privado Sabiduría que presta sus servicios en plan diario y plan fin de semana.

Respecto a academias privadas de formación técnica, el municipio cuenta con 6 de mecanografía, de las cuales 4 funcionan en la cabecera (Perseverancia, Tecún Umán y Marroquín), una en la colonia Quixayá y una en la comunidad Nueva Linda. Además funcionan en el municipio 6 café internet en el casco urbano.

No existe en las comunidades rurales, ni en el casco urbano del municipio, escuelas de arte, cultura, deportes y agroecológicas.

1.5.7 Salud

El municipio de San Lucas Tolimán pertenece a no de los departamentos con menor presupuesto para el rubro de salud. En efecto, el gasto per cápita en salud pública en Sololá es solamente de 53 quetzales, contra 131 quetzales de promedio a nivel nacional.

Reflejo de ello es que el Ministerio de Salud sólo cuenta con un centro asistencial para todo el municipio, que no permite cubrir las necesidades en salud de la población.

En total, la cabecera municipal se encuentran los centros asistenciales, dos centros de asistencia pública: Centro de Salud y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, IGSS, y uno privado mismo el Sanatorio Parroquial que da servicios de Oftalmología, rayos X y Odontología.

No existe ningún centro de asistencia en salud en los centros poblados rurales del municipio, por tanto la cobertura de salud es deficiente para los diferentes sectores del área rural. En estos lugares se cuenta únicamente con agentes de salud (29 comadronas y 29 promotores) que no cuentan con medicamentos para los enfermos y no son suficientes para atender toda la población.

1.5.8 Servicios básicos

1.5.8.A Saneamiento básico

1.5.8.B Servicio de agua

El servicio en el casco urbano es suministrado por la municipalidad de San Lucas Tolimán, tiene un costo mensual de Q10.00 por paja de agua. El agua el agua no es potable, ya que es extraída de la bahía El Relleno, en donde se encuentran los lavaderos comunales y la desembocadura de aguas pluviales (que generalmente arrastran desechos orgánicos e inorgánicos) años atrás se quiso ejecutar un proyecto de agua proveniente de las 8 fuentes naturales con las que cuenta el municipio (según escrituras municipales), sin embargo, sólo se realizó el estudio preliminar sin llevar a cabo la ejecución. Por lo que los pobladores, deben comprar agua embotellada para su consumo. Si bien existe el servicio de agua entubada, no se cuenta con un sistema de eliminación de la misma (drenaje o alcantarillado).

En el área rural las comunidades extraen el agua de fuentes de agua naturales, en la cumbre del volcán se encuentran un pozo de agua utilizada por los agricultores de la finca Santo Tomás Perdido. En la comunidad de Quixayá se encuentra el principal río de municipio y 3 nacimientos de aguas grandes, así como pozos, que abastecen a varias comunidades cercanas y a la finca Miramar. En la comunidad de Tierra Santa hay 2 nacimientos de agua los cuales abastecen a la comunidad para consumo. En la Finca Pampojilá se encuentran 2 pozos de agua las cuales se ubican a 10 minutos del municipio.

La finca Santa Teresa, Santo Tomás y Sajbiná cuentan con ríos y nacimientos que están usando para sus propios servicios.

1.5.8.C Energía eléctrica

De 3016 viviendas estimadas, un 88% dispone de energía domiciliar, por consiguiente el 12% no cuenta con este servicio. En cuanto al alumbrado público, sólo 112 centros poblados (40%) disponen del mismo.

Las fincas Santo Tomás Perdido y Santa Teresa cuentan con un río que sirve para el consumo humano y del ganado bovino. Además, en el río funciona una planta hidroeléctrica para el servicio de electricidad de estas comunidades como proyecto de

Misión San Lucas (parroquia) también cuentan con paneles solares con los que logran suministrar alumbrado público a la comunidad.

1.5.8.D Eliminación de basura

Para la eliminación de basura, en el casco urbano, se cuenta con un tren de aseo, que lo conforman 1 encargado y 3 ayudantes, se realiza la limpieza en calles céntricas, parque y mercado los días martes, viernes y domingo, así como la recolección de basura domiciliar los días lunes, miércoles y jueves, por éste servicio se cobra Q 6.00 al mes.

Anteriormente se contaba con una planta de reciclaje en donde se separaban los materiales orgánicos los materiales inorgánicos reciclables, eran vendidos a empresas especializadas, para su operación contaban con 1 encargado y 4 ayudantes, el proyecto funcionaba por una asociación conformada por comunitarios y municipalidad, pero por falta de fondos no se logró mantenerlo por lo que ahora las instalaciones del centro de reciclaje se convirtió en el basurero municipal.



Figura 1-5 Basurero municipal

1.5.8.E Servicios públicos municipales

Los servicios que presta la municipalidad de San Lucas Tolimán son:

- a. Mercado: ubicado en la cabecera municipal, cuenta con 42 locales arrendados para ventas y bodegas, aunque no logra abastecer a la demanda del espacio, por lo que generalmente el mercado se instala en las calles aledañas a éste.
- b. Rastro o Matadero: dispone de un guardián quien se encarga de revisar tanto a ganado mayor como menor, el servicio se presta los días lunes, jueves y sábados,

- el local en donde se ubica no llena los requisitos legales de salubridad especialmente por encontrarse rodeado de viviendas domiciliarias.
- c. Policía, integrada por un jefe, subjefe y dos agentes, su misión consiste en el cumplimiento de las ordenanzas municipales, cuidar los bienes públicos y la asistencia a los vecinos y visitantes que lo requieran.
 - d. Cable: San Lucas es el único municipio del departamento de Sololá que cuenta con éste servicio público y administrado por la Municipalidad, ofrece un total de 10 canales, entre ellos uno producido por la municipalidad con el objetivo de informar a la población de acontecimientos locales. El servicio es operado por un técnico de cable y un ayudante.
 - e. Drenajes, en el municipio no se cuenta con drenajes o alcantarillado, solamente existe una red de drenajes pluviales que dirigen el agua captada en el casco urbano y es llevada hacia el lago de Atitlán, generando contaminación al mismo ya que el agua llega contaminada por la basura, tierra y distintos elementos que acarrea, éste con abarca todo el casco urbano ni cuenta con un diseño de proyección para el futuro crecimiento del mismo, provocando inundaciones en las en áreas vulnerables, en cuanto a las aguas residuales, sin embargo cuenta con un sistema de pozos ciegos en cada vivienda en los que se almacenan y filtran desechos los desechos.

Éstos servicios son proporcionados solamente al casco urbano, no cubren al área rural del municipio, además la municipalidad presta los servicios administrativos que por ley le corresponden.

1.5.9 Actividades económicas

En el municipio de San Lucas Tolimán el 83.7 % de su población es eminentemente agrícola del cual el 42% de las familias se sostienen económicamente de la agricultura: el 23.3% como pequeño y mediano agricultor y el 20.9% como jornaleros que ofrecen su mano de obra en la producción agrícola, combinando sus ingresos en monetarios y/o en especie.

El segundo sector corresponde a los profesionales con un 16.3%, siendo la profesión más común la de Maestro de Educación Primaria, 9.3% los que se dedican a las actividades artesanales o de confección de ropa, el 8.1% trabajan como albañiles, el 7% trabajan en servicios no calificados (guardián forestal, valuador, conserje o cartero). Finalmente, un 6% se dedican al comercio y el resto en proporciones poco significativas son: transportistas o ayudantes de transportes, técnicos en reparación de electrodomésticos, carpinteros, plomeros, etc.

En el área rural del municipio, predomina la agricultura, casi todas las familias se dedican a ella como pequeños minifundistas o jornaleros, en ocasiones combinan ambos papeles. Además complementan sus ingresos con otras actividades como son la crianza de animales y la artesanía.

Artesanías

A pesar del potencial artístico que existe en el municipio como tejedoras, pintores, artesanos, etc., aún no se cuenta con centros o ventas artesanales. Dentro del municipio se cuenta con un 9% de la población, los cuales se dedican a la confección de ropa y accesorios personales. La playa pública cuenta con un “mercado” que consta de 8 vendedores pero las artesanías son de Santiago Atitlán, San Pablo Palopó y unas pocas realizadas por artesanos locales.

Esto tiene un alto impacto en la economía, pues no es promocionado el turismo, por lo tanto no se obtiene ingresos derivado de divisas y consumo del turista, a finales del 2010, PROSOL, inició a realizar los recorridos necesarios para elaborar un mapa turístico del municipio, en donde se consideraron varias asociaciones de mujeres para incluir dentro del recorrido.

Existen asociaciones de mujeres específicamente que se dedican a teñir hilos con tintes naturales, que utilizan para elaborar tejidos y venderlos, aunque no tienen un mercado estable, tienen el potencial para entrar al mercado con sus productos.

Potencial agro turístico

Ésta es una actividad que no se ha formalizado en el municipio, pero existe el potencial y algunos grupos la empiezan a explotar, entre ellos se pueden mencionar:

- Asociación “Nueva esperanza” que procesa alimentos, y produce jaleas en base a vegetales con el objetivo de proporcionar alimentos que contribuyan a la sana alimentación de las personas, entre sus jaleas se encuentran: zanahoria, tomate, salsas varias etc.
- Reservas privadas, son fincas de café con áreas destinadas a la conservación de las especies nativas, como fincas de café también procesan la miel de las abejas que contribuyen en la polinización de las flores de café, proceso que puede ser observado una vez se solicite a los encargados.
- Cerro Iq’ltiw, es una reserva municipal, en el 2010, la asociación Vivamos Mejor en colaboración con la Fundación Guillermo Toriello, iniciaron la ejecución del proyecto de identificación y delimitación del sendero, así como la elaboración de ranchos en los dos miradores del cerro.

Mercado

En el municipio hay un mercado que funciona diariamente, pero los días de Plaza, como le llaman los residentes de la comunidad, son los martes, viernes y domingo, donde emigran de distintos municipios para vender productos de consumo diario.

Comercio Informal

En el municipio no se observa ventas informales, sino después de las 5 de la tarde, algunos comunitarios venden fruta en bolsa, semillas, tostadas etc. Por las tardes cuando lo estudiantes salen de los centros educativos. Se observan ventas de ropa americana y alrededor del parque hay venta de desayunos, tacos, pollo frito y “shucos”.

1.5.9.A Desarrollo comunitario

Grupos religiosos

- Guías espirituales
- Cofradías (San Simón- Maximó)
- Sacerdotes

- Pastores evangélicos
- Iglesia mormona.
- Testigos de Jehová

Agrupaciones culturales

- Festival callejero, se reúnen varios grupos para realizar un festival en las calles de San Lucas Tolimán.
- Centro educativo Pavarotti, además de ser centro educativo también imparte clases de arte (danza, pintura y música)

Autoridades principales

La principal autoridad legalmente establecida en el municipio es la Municipalidad de San Lucas Tolimán, encabezada por una corporación Municipal compuesta por siete miembros titulares: alcalde, dos síndicos y cuatro concejales, además 2 suplentes, 1 síndico y 1 concejal, la conformación del consejo se realiza en las elecciones cada 4 años (Lec, 2007) .

La corporación municipal cuenta con 8 comisiones de trabajo, conformada por 3 miembros cada una, éstas son: Protección del Medio ambiente y Patrimonio Cultural y deportes, Agricultura, Ganadería y Alimentación; y Propiedad todas obligatorias según el Código Municipal así como la Comisión de Organización y Participación.

Principales organizaciones

También se encuentran autoridades representantes en las comunidades, alcaldes auxiliares, elegidos por la población de cada centro poblado y que prestan su servicio de forma gratuita durante un año calendario, son convocados por el Alcalde municipal para tratar asuntos de interés de sus comunidades y su principal labor es velar por el orden comunitario y ser un enlace entre la comunidad y la municipalidad, ésta relación ha sido quebrantada por la falta de interés por parte de las autoridades municipales para convocar a COMUDES, en donde se realiza la vinculación entre los cocodes y autoridades municipales.

Organizaciones gubernamentales

- Municipalidad
- Ministerio de Salud, a través del Centro de Salud
- Ministerio de Educación, Supervisión del Distrito 07-1301
- Organismo Judicial, mediante el Juzgado de Paz, pendiente
- Tribunal Supremo Electoral, a través de la Sub- delegación de registros de ciudadanos
- Comité Nacional de alfabetización – CONALFA

Organizaciones no gubernamentales

- Veterinarios sin Fronteras- Francia, con un proyecto de desarrollo agrícola y reactivación económica.
- Cuerpos de paz de Estados Unidos, que trabaja con la protección del Medio Ambiente.
- CF.CA apoyando a niños y ancianos con apadrinamiento
- Fundación IPADE de España, que trabaja en Fortalecimiento
- Municipal y Organización Comunitaria
- Instituto Mesoamericano de Permacultura
- Asociación Ijat´z
- Programa de las Naciones Unidas Para El Desarrollo PNUD.
- Asociación ADISCO.
- Grupo Chok´oy.
- Misión San Lucas.

1.5.9.B Aspectos socioculturales

1.5.9.B.a Festividades y tradiciones

En el municipio se cuenta con un salón municipal ubicado dentro de las instalaciones del edificio de la Municipalidad que es utilizado para actividades protocolarios y fiestas patronales, para los días festivos se utiliza el parque central, y el terreno destinado para la cofradía.

Costumbres y tradiciones del pueblo maya, en el municipio de San Lucas Tolimán, la presencia de costumbres y tradiciones mayas no es muy marcada, se sabe por tradición oral que si se llevaban a cabo con anterioridad.

Patrono

San Lucas Evangelista

Festivales

La es celebrada del 15 al 20 de octubre, siendo el día principal es el 18, fecha en que la que la Iglesia católica conmemora a San Lucas Evangelista.

Cofradía de Maximón

Éste personaje es de herencia maya, era una deidad maya, algunas personas le nombra; el gran abuelo del pueblo y actualmente se le conoce como el doctor, ángel, el rayo que golpea el sub terrestre y el astrologo en días de la feria, también se realiza una en honor a él.

La Semana Santa

Es una de las festividades más concurridas desde el primer vieres de cuaresma los fieles y seguidores preparan alfombras con flores y aserrín de varios colores en el recorrido del paso procesional la creatividad el arte y la devoción se ponen de manifiesto.

1.5.9.C Problemas y/o necesidades identificadas y posibles alternativas de soluciones

Tabla 1-2 Problemas identificados en la comunidad y propuestas para alcanzar su solución.

Problema identificado	Propuesta de solución
<p>Manejo inadecuado de desechos</p>	<p>La propuesta con mayor viabilidad, será la reactivación del centro de reciclaje, idealmente sería que el reciclado se realizara desde las casas particulares, realizando desde ahí la separación de los materiales, para procesar los desechos de manera más eficiente en el centro de reciclaje.</p> <p>Para lo cual los actores deberían comprometerse y buscar cadenas de comercialización para los desechos reciclables que sean rentables por lo menos para sostener las actividades de reciclaje, además con los residuos orgánicos se puede utilizar para la elaboración de abonos orgánicos, utilizando distintas metodologías, que además de ser de beneficio económico para el proyecto de reciclaje, debiera ser de menor costo para los agricultores que lo requieran.</p>
<p>Falta de manejo posterior a la extracción de las plantas acuáticas.</p>	<p>Los materiales orgánicos tienden a ser utilizados en la reincorporación al suelo con el objetivo de contribuir a la parte orgánica del mismo, en el lago de Izabal</p>

	<p>también se presenta éste problema, la proliferación de macrófitas, especialmente <i>Hydrilla verticillata</i>, se utilizaron los restos de la planta para la elaboración de sustrato para plántulas en pilón, ésta sería una alternativa para la comunidad con varios beneficios: aprovechamiento del material extraído, mejorar la calidad de las hortalizas, especialmente las que se propagan a través de una agricultura orgánica, y por último contribuir al ornato del lago.</p>
<p>Falta de tierra para el desarrollo de actividades agrícolas, La concentración de la tierra en San Lucas Tolimán, se encuentra en manos de 13 finqueros con 14 fincas, acaparando las mejores tierras productivas y las tierras no productivas de menor extensión (laderas, pedregosas, sin acceso a carreteras y lejanas) son las de la población.</p>	<p>Lo adecuado sería elaborar un estudio de capacidad de uso de la tierra, y apoyar a los agricultores con asistencia técnica, ya que a pesar de las pendientes que se presentan en éstos terrenos, pueden ser aprovechados con cultivos de frutales, como aguacate, deciduos, café, etc.</p>
<p>Falta de vinculación de las autoridades municipales con organizaciones de asistencia técnica.</p>	<p>Invitar a las asociaciones y/o personas individuales interesadas en asistencia técnica en diferentes actividades (agrícola, procesamiento de alimentos, elaboración de artesanías, desarrollo organizacional etc.), y solicitar a través de la municipalidad un apoyo de las instituciones cooperantes tanto gubernamentales como</p>

	<p>no gubernamentales la ayuda técnica necesaria.</p>
<p>Falta de una cultura de prevención de desastres</p>	<p>Realizar un programa de concientización comunitaria que dé a conocer la importancia de responder ante las alertas a la hora de un fenómeno natural, como tormentas o temblores, así como de las lo que idealmente se debe hacer para responder ante una situación como ésta. Con el propósito de resguardar la vida de los comunitarios y evitar el desastre ante un fenómeno natural.</p>
<p>Poca coordinación entre autoridades y comunidad.</p>	<p>Para esta parte, se hace indispensable convocar mensualmente a los actores de la comunidad para realizar las reuniones de COMUDE, para ayudar a encaminar los esfuerzos de cada una de las instituciones y/o organizaciones en mejorar las condiciones de vida de la comunidad y no hacer esfuerzos independientes hacia un mismo objetivo.</p>

1.6 Conclusiones

1. En base a los datos recolectados durante los recorridos de campo se elaboraron tablas y gráficas para facilitar la interpretación de los mismos.
2. Entre los problemas que aquejan a la mayor parte de la población luqueña, es la falta de vinculación entre la comunidad y autoridades, problema que no deja que la comunidad logre solventar en algunos casos ni las necesidades básicas como la del servicio de agua potable; junto con esto, la vulnerabilidad ante los fenómenos naturales hace por los accidentes geográficos donde se ubica el municipio.
3. Las propuestas de alternativas para la solución de problemas son: mejorar la coordinación entre autoridades municipales y la población, vincular a la comunidad a los programas de asistencia técnica, elaboración de un mapa de capacidad de uso del territorio y mejorar la cadena de manejo de desechos.

1.7 Recomendaciones

- Para la municipalidad, se recomienda aprovechar la presencia de las instituciones de apoyo, con la elaboración y ejecución de actividades que estén encaminadas a mejorar las condiciones de vida de la comunidad y que también éstas respondan a las necesidades que la comunidad plantee.
- Se recomienda que en las reuniones de COMUDE, se expongan tanto las necesidades de ayuda como la solución que se busca, y no dejarla a consideración de personas o instituciones ajenas a la comunidad; también exponer los proyectos en ejecución para unificar los esfuerzos en caso de que más de una organización trabaje en el mismo ámbito.

1.8 Bibliografía

1. CENDEP-REDD, B. (1998). *Caracterización General del Municipio de San Lucas Tolimán*. Investigación de campo, Centro de Estudios para el Desarrollo de los Pueblos, Guatemala.
2. Centro de Salud, S. L. (2001). *Memoria anual epidemiológica*. Memorial, Centro de Salud, San Lucas Tolimán, Guatemala.
3. Cruz, J. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala, sistema Holdrige. Instituto Nacional Forestal, Guatemala.
4. Dix, M. M. (2003). *Diagnostico ecológico-social en la Cuenca de Atitlán*. (U. d. Conservancy, Ed.) Guatemala.
5. FUNCEDE. (1997). *Diagnóstico del municipio de San Lucas Tolimán, Sololá*. Diagnostico, Fundación Centroamericana de Desarrollo, GT.
6. Lec, R. (2007). *Aporte al Desarrollo de la Producción sostenible de los pequeños caficultores de la comunidad de San Lucas Tolimán, Sololá*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala.
7. López C, F. (2004). Informe de PPS I Presentado a las autoridades de la Universidad Rafael Landívar, Extensión Quiché. Universidad Landívar. Quiché, Guatemala: Universidad Landívar.
8. MAGA. (Abril de 2010). Base de datos Gv Sig. *Base de datos, Fisiografía por departamentos* . Guatemala.
9. Simmons, C., T., J., & P, J. (1959). Clasificación a nivel reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Instituto Agrícola Nacional.

2 CAPÍTULO II, “EVALUACIÓN DE LOS RESTOS DE PLANTAS ACUÁTICAS, EXTRAÍDAS EN LA BAHÍA EL RELLENO, LAGO DE ATITLÁN, COMO SUSTRATO ALTERNATIVO A LA TURBA, PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS; SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA C.A.”

CHAPTER II, “EVALUATION OF THE REMAINS OF AQUATIC PLANTS, EXTRACTED FROM " EL RELLENO" BAY, AS ALTERNATIVE SUBSTRATUM OF PEAT MOSS, FOR HORTICULTURAL SEEDLING PRODUCTION IN SAN LUCAS TOLIMAN, SOLOLA, GUATEMALA. C.A.”



2.1 PRESENTACIÓN

La turba *Sphagnum* es uno de los sustratos más utilizados en la producción de plántulas en pilón a nivel mundial. Sus propiedades físicas, químicas y biológicas permiten una adecuada germinación y crecimiento, pero su elevado costo restringe su uso especialmente a los pequeños productores. Por ello es importante la búsqueda de otros materiales locales, tanto orgánicos como inorgánicos o la mezcla de ellos como alternativa para la reducción de costos.

En la bahía el Relleno, Lago de Atitlán, municipio de San Lucas Tolimán, prolifera un complejo de plantas acuáticas consideradas como malezas, dentro ellas se encuentran: *Hydrilla verticillata*, *Egeria densa* y *Ceratophyllum demersum*, una característica importante es que presentan crecimiento agresivo desplazando especies nativas y favoreciendo al mismo tiempo al proceso de eutrofización. El manejo que la comunidad ha optado para éstas plantas consiste en su extracción, sin embargo, los restos son apilados en las orillas y luego depositados en el basurero sin aprovecharlos lo cual resulta en un agente contaminante.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el uso de los residuos de plantas acuáticas como sustrato para plántulas en pilón, combinándolas con otros materiales locales (suelo, arena, pulpa y cascabillo de café) en una proporción de 85 % residuos de plantas acuáticas y 15 % de otros materiales, en la germinación y desarrollo de plántulas en pilón de lechuga. La cual se realizó en dos etapas, etapa de campo comprendida de junio a diciembre del año 2,010 y la etapa de laboratorio de abril a octubre del año 2,011,

Las características físicas de los sustratos evaluados, se encuentran dentro de los rangos establecidos como óptimos, de manera similar las características químicas, exceptuando la conductividad eléctrica (6 a 33 dS/m) y el pH (10), que exceden los rangos óptimos establecidos, lo que hace que los sustratos evaluados no sean adecuados para la reemplazar a la turba en la producción de plántulas ya que bajo estas condiciones, el índice de germinación de los sustratos evaluados no supera el 10 %, por lo que se clasifica como altamente tóxico y no apto para la propagación de plántulas hortícolas. Las tres combinaciones de plantas acuáticas con otros materiales como sustrato (30 días de

degradación), son Q 0.18 más baratos por litro, que la turba comercial (peat moss), sin embargo no es recomendable utilizarlo como sustrato.

2.2 Definición del problema

La elaboración de plántulas en pilón es importante en la horticultura para asegurar un buen desarrollo del cultivo en campo. Dentro de las prácticas agrícolas en la comunidad de San Lucas Tolimán, Sololá, los agricultores producen plántulas de hortalizas empíricamente, sin tecnología utilizando sustratos con materiales no adecuados. Hasta la fecha los únicos materiales utilizados para esta labor son la pulpa de café y el suelo.

Las especies vegetales, *Egeria densa*, *Hydrilla verticillata*, y *Ceratophyllum demersum*, encontradas en la bahía El Relleno, San Lucas Tolimán, Lago Atitlán, se han considerado como malezas acuáticas debido a su crecimiento agresivo, rápida adaptación, y capacidad de desplazar a las plantas nativas del lugar, éste rápido crecimiento acelera el proceso de eutrofización del lago y hace que la abundancia de plantas obstruya tanto los canales de navegación como desembocadura de aguas negras de la comunidad, por ello personas de las comunidades aledañas a la bahía extraen manualmente parte de éste complejo de plantas con el objetivo de limpiar el área, resultado de las extracciones es la acumulación de materia vegetal a orillas de la bahía que luego son trasladados al basurero municipal, sin aprovecharse. A pesar del alto volumen de material que implica la extracción de las plantas acuáticas, el material no se ha evaluado para su uso en la producción de sustrato para pilones hortícolas en la comunidad.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Malezas acuáticas

Algunas plantas macrófitas acuáticas pueden resultar nocivas para los ecosistemas acuáticos, especies sumergidas como *Egeria densa* e *Hydrilla verticillata* (L.F.) Royle, causan serios problemas en los cuerpos de agua de todo el mundo, especialmente en donde fueron introducidas, se consideradas como malezas cuando ya que su éxito se debe a estrategias biológicas o fisiológicas que les permiten explorar el entorno de forma oportunista y competitiva (Becker R., Aline D., & Montanher, 2007), desplazando a la flora nativa de los cuerpos de agua.

La dispersión de especies invasoras se favorece por la degradación de los hábitats naturales. Pueden habitar la columna de agua y su superficie y utilizarla como medio de dispersión o invadir el suelo saturado y la interfase agua-tierra. Tales especies ocasionan contaminación genética, pérdida de biodiversidad, problemas sanitarios y alteran las condiciones hidrológicas naturales cambiando flujos y tasas de sedimentación. Su capacidad invasora dependerá de su forma de vida, su tasa de crecimiento vegetativo, la biomasa desarrollada, la habilidad de regenerarse a partir de pequeñas porciones de tallo y la ausencia de herbívoros.

La eutrofización del sistema puede favorecer a las especies invasoras de plantas, promoviendo la formación de densas estructuras flotantes o sumergidas, afectando el funcionamiento del sistema e interfiriendo en sus usos (Boccardi & Brugnoli, 2005). Algunos macrófitas acuáticos están adaptados para usar tanto dióxido de carbono disuelto como bicarbonato. A continuación se mencionan tres plantas consideradas como malezas acuáticas, encontradas en la bahía El Relleno, San Lucas Tolimán, Sololá

2.3.2 Hydrilla verticillata

2.3.2.A Características generales de Hydrilla verticillata (L.F) Royle

Es una planta acuática sumergida descrita como maleza perfecta debido a su crecimiento excesivo, formas de reproducción y adaptabilidad. Es monoica o dioica y puede reproducirse por fragmentos, semillas, tubérculos y turiones, donde estos dos últimos permanecen variables por días fuera del agua y por años en sedimentos, sobreviviendo la

digestión y regurgitación de aguas acuáticas. Habita cuerpos de agua dulce y salobre, lagos, lagunas, estanques, ríos y charcos temporales (Boccardi & Brugnoli, 2005).

2.3.2.B Métodos de reproducción de *Hydrilla verticillata*

Los medios de reproducción de esta planta son de dos formas que son: Sexual y Asexual, la forma más común y la que causa mayor propagación es la asexual, la que se presenta en diversas formas que son las siguientes:

- a) Por Fragmentación: (Vástagos) cada fragmento tiene el potencial de producir una nueva planta.
- b) Tubérculos: Son turiones de fondo y se forman a partir de los rizomas, midiendo entre 5 y 10 mm de largo. Pueden estar enterrados hasta 70 cm en el hidro suelo, presentan latencia por varios años en los sedimentos. Un hijuelo es capaz de producir más de 6000 nuevos hijuelos por metro cuadrado
- c) Turiones: Los turiones son yemas producidas en las axilas de las hojas, miden entre 5 a 8 mm de largo, son verde>oscuro y parecen espinas.
- d) Semillas: Los turiones y tubérculos sobreviven la digestión y regurgitación de aves acuáticas, su reproducción vegetativa es alta (12>4 Pulgadas por día).

Cuando se da la reproducción sexual presenta dos formas las cuales son:

Fase dioica: cuando la misma planta presenta flores femeninas y masculinas. Fase

monoica: es cuando las flores masculinas y femeninas están en plantas diferentes.

La reproducción por semilla no es de gran importancia en relación con la reproducción vegetativa.(Cancinos, 2007)

2.3.2.C Hábitat

H. verticillata, es capaz de crecer en casi cualquier cuerpo de agua, puede crecer en profundidades desde un par de pulgadas hasta unos 20- 25 pies de profundidad, tiene la habilidad de crecer en medios de alta y baja concentración de nutrientes. Su crecimiento óptimo es en temperaturas de 20-27 °C, aunque es rápido en condiciones de turbidez y a bajos niveles de CO₂, en condiciones ideales es capaz de crecer entre 2 y 4 pulgadas / día (Tribunal, 2004)

Almacena CO₂ en espacios aéreos así como ácidos orgánicos que son utilizados en la fotosíntesis al día siguiente. En densas condiciones vegetativas donde el pH es alto, es capaz de capturar remanentes de CO₂.

Es capaz de almacenar cantidades adicionales de fósforo, por lo que cuando éste nutriente escasea y limita el crecimiento de otras plantas, *H. verticillata* utiliza sus reservas (Cancinos, 2007).

2.3.2.D Impacto ambiental

La especie fue introducida de América del Norte vía comercio de acuarios, desde el sudeste asiático a fines de 1950, se cultivó y vendió como planta ornamental y rápidamente se dispersó en los canales del sureste de Estados Unidos entre 1960 y 1970 (Boccardi & Brugnoli, 2005). Se le llama una “amenaza invisible”, ya que es hasta que se llena el lago o un río que infesta, "al tope" en la superficie que se observa.

En general, *Hydrilla verticillata* en gran medida reduce el flujo de agua y de riego y canales zuecos de control de inundaciones, Interfiere seriamente con la navegación, tanto de recreo como comerciales, dificulta nadar y pescar, las infestaciones densas de *Hydrilla* puede alterar la química del agua y los niveles de oxígeno (Ramey, 2009), contribuyendo al proceso de eutrofización, que además reduce la presencia de otras especies acuáticas, incluyendo plantas y animales, con un impacto negativo (FIPA, 2003).

2.3.2.E Situación actual

2.3.2.E.a Guatemala

En Guatemala, especialmente en el caso de la infestación de *Hydrilla verticillata*, en el lago de Izabal, se han propuesto métodos biológicos, mediante la introducción de especies consumidoras de *Hydrilla*, de estacionalidad, concentrar esfuerzos en la erradicación al final de la época lluviosa cuando aumenta la salinidad del agua, mecánicos y químicos, a través de la aplicación de pesticidas aunque podría resultar perjudicial a la vida acuática, y por último de remoción artesanal, a pesar de que se afirma que la aplicación combinada de éstos métodos no erradicará totalmente la presencia de la planta, si habrá un control sobre su crecimiento si se emplean de forma permanente. Se ha recomendado el uso de los desechos de *Hydrilla verticillata* como fuente de abono orgánico(Tribunal, 2004).

En el lago de Atitlán, Sololá, en 2003, a través del diagnóstico ecológico- social en la cuenca de Atitlán, se menciona la presencia de la especie invasora *Hydrilla verticillata* que detectada en un foco pequeño cerca del muelle en San Juan la Laguna y San Lucas Tolimán. Se considera que las temperaturas bajas en el lago no favorecen su propagación pero se debe ser removida de las áreas con tráfico lacustre ya que pueden trasladar propágulos de la planta de un lado a otro (Dix, Ríos G., Castellanos, & Girón, 2003).

2.3.2.E.b En el extranjero

Hydrilla verticillata ha demostrado que pueden desplazar fácilmente a la flora acuática nativa sumergida. Los estudios que figuran en Nueva Zelanda también ilustran *Hydrilla* como altamente competitiva, entre otras malezas sumergidas. La capacidad de *H. verticillata* en muchas situaciones para reemplazar a otras plantas sumergidas y con el tiempo convertirse en monocultivo se ha informado en varios lagos en el extranjero, existe evidencia que *H. verticillata* puede competir con *Egeria densa* y *Ceratophyllum demersum* esto tiene graves implicaciones ya que ambas son consideradas malezas acuáticas. Por ejemplo, en Estados Unidos, en el lago Marion (Carolina del Sur), en 1,980 *E. densa* se registró como la planta acuática dominante, infestando un área de 6,000 ha en aguas abiertas, pero una vez *H. verticillata* se estableció en el año de 1,982, reemplazó rápidamente a *E. densa* y se dispersó en aguas antes no infestadas (Hofstra & Champion, 2006).

2.3.2.F Otros usos de *Hydrilla verticillata*

Es utilizada como ingrediente principal para alimento fresco y en polvo en piscicultura, de acuerdo con el análisis realizado, *Hydrilla* contiene: calcio, magnesio, manganeso, potasio, cinc, cobre, vitaminas B1, B2, B6, B6 B12, vitamina C y vitamina E, es una fuente abundante de betacaroteno y clorofila, que actúan como detoxificadores y antioxidantes potentes en el cuerpo.

Es rica en alimentos antioxidantes como selenio y vitamina E, así como GLA, ácido linolenic gamma), otras de las calidades alimenticias notables de *Hydrilla* es su alto contenido proteico, 50- 60 %, según el manual de capacitación de la FAO, de nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados.

La densidad nutriente de *Hydrilla* se atribuye a su estructura de la raíz que crece profundamente en el suelo subterráneo puro que tiene una abundancia de minerales esenciales y del rastro. Siendo una planta arraigada, se protege contra los contaminantes aerotransportados y flotantes, haciéndole una planta acuática más limpia (Amazon, 2011)...

2.3.3 Egeria densa

2.3.3.A Descripción

- Tallos con ramificaciones dicotómicas, cilíndricos
- Hojas lineales en verticilo de 3 ó 6
- Flores blancas que se abren en verano dentro del agua, y luego emergen las masculinas con sus largos pedicelos, las flores femeninas son solitarias
- Láminas 0.5-0.3 X 0.1 – 0.4 cm.
- Fruto 10-14 mm, elíptico.
- Semillas 5-7 mm.

En muchas partes del mundo es considerada una maleza acuática, aunque también es frecuentemente cultivada en acuarios con fines ornamentales. En todos los países en donde se ha introducido sólo se conocen las plantas estaminadas y se reproducen vegetativamente. (Novelo & Lot, 1994)

Planta acuática perenne, arraigada en el fondo del agua de arroyos y lagunas, dioica, enraizada y nativa de América del Sur. Se multiplica por estacas en verano (Álvarez, 2007). Su distribución incluye el sudeste de Brasil, Argentina, Uruguay. Debido a su rápida dispersión, desplazando especies nativas, es descrita como maleza en los hemisferios Norte y Sur (Boccardi & Brugnoli, 2005).

2.3.3.B Impacto ambiental de Egeria densa

El problema inicia cuando *E. densa* es accidental o deliberadamente introducida en lagos y estanques. Luego por su dispersión y desarrollo, restringe el movimiento del agua, y

causa fluctuaciones en la calidad del agua, por lo que afecta también la pesca, natación y actividades acuáticas recreativas. Su crecimiento además, contribuye en la sedimentación dentro de los cuerpos de agua infestados (ecology, 2010).

A pesar de ser catalogada como una maleza acuática, Estudios realizados con *Egeria densa* han demostrado que esta planta es capaz de utilizar tanto CO_2 como HCO_3^- como fuente de carbono inorgánico, por otra parte como muchos macrofitos acuáticos, esta planta es capaz de absorber iones del agua con una gran rapidez, en el caso de los fosfatos y del nitrógeno esta propiedad es bien conocida y depende de la concentración de los iones en el agua esto le brinda a esta planta propiedades que pueden ser utilizadas en el tratamiento de aguas residuales. La superficie que brinda su estructura foliar asociada a la producción de oxígeno durante la fotosíntesis son condiciones que pueden facilitar la degradación de materia orgánica ya sea por la oxidación directa en presencia de luz solar o por la aportación de oxígeno que promueva la respiración de microorganismos. Por otra parte la actividad fotosintética permite cambios importantes en las condiciones del ambiente circundante, esto es: se puede esperar una elevación del pH durante los períodos en los que la planta realiza la fotosíntesis así como una disminución de sales en el medio y probablemente una elevación en la temperatura del agua debido a las actividades metabólicas (Arguello G., y otros).

2.3.4 *Ceratophyllum demersum* - L.

También llamada “cola de zorro”. Es una planta perenne, alcanza 1 metro a un ritmo acelerado. Las flores son monoicas (flores individuales son macho o hembra, pero ambos sexos se encuentran en la misma planta) y son polinizadas por el agua.

Tiene hojas brillantes, rígidas, de textura gruesa, sésiles, en grupos de 5 – 12, en cada nudo, una o dos veces bifurcadas, segmentos de la hoja plana, lineal y con dientes gruesos, extendiéndose a una curva hacia arriba, sus hojas conservan su forma cuando se elimina el agua (Rook, 2004).

Es una planta resistente, los mejores resultados con ellas se obtienen en aguas duras y ligeramente alcalinas, se adapta fácilmente incluso en agua fría, es de rápido crecimiento

y es buena competidora con las algas de consumo de nutrientes, se dice que segrega sustancias alelopáticas para algas filamentosas(Rahamen, 2007).

Prefiere un medio de arena rica en materia orgánica en descomposición, a pleno sol, pero tolera la sombra mejor que la mayoría de las plantas acuáticas sumergidas a veces se encuentra flotando en la superficie. Esta especie pertenece a uno de los dos géneros dicotiledónea sabe dónde la polinización se da bajo el agua. Las anteras de las flores masculinas se desprenden de la planta y flotan en la superficie, donde liberan sus granos de polen. Estos luego se hunden bajo el agua para fertilizar las flores femeninas. Aunque comúnmente se reproduce asexualmente. Pueden crecer tan vigorosamente como para ahogar las vías navegables, aunque también proporcionan un buen refugio para los peces pequeños (Future).

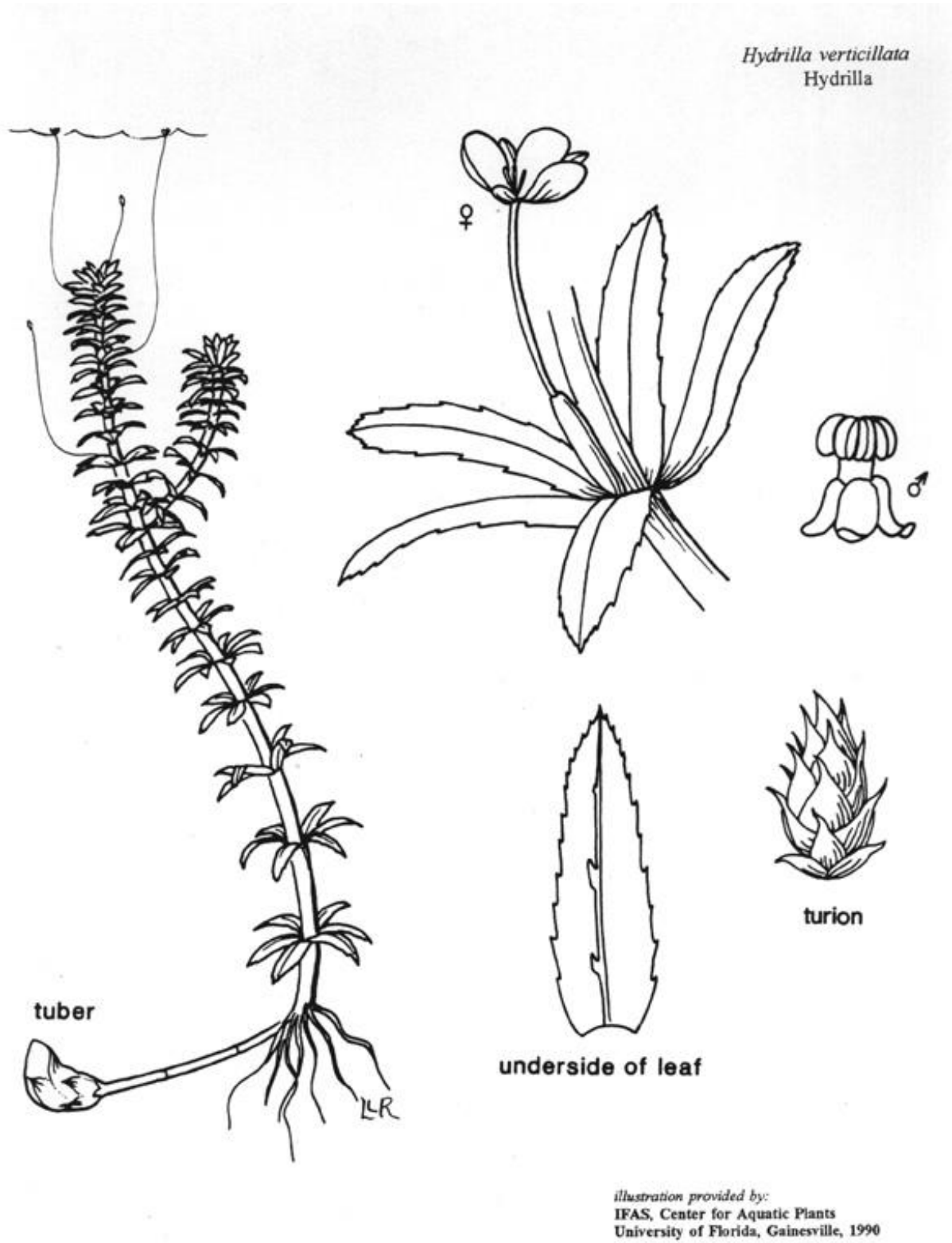


Figura 2-1 *Hydrilla verticillata*, características físicas de reconocimiento; (IFAS, 1990)

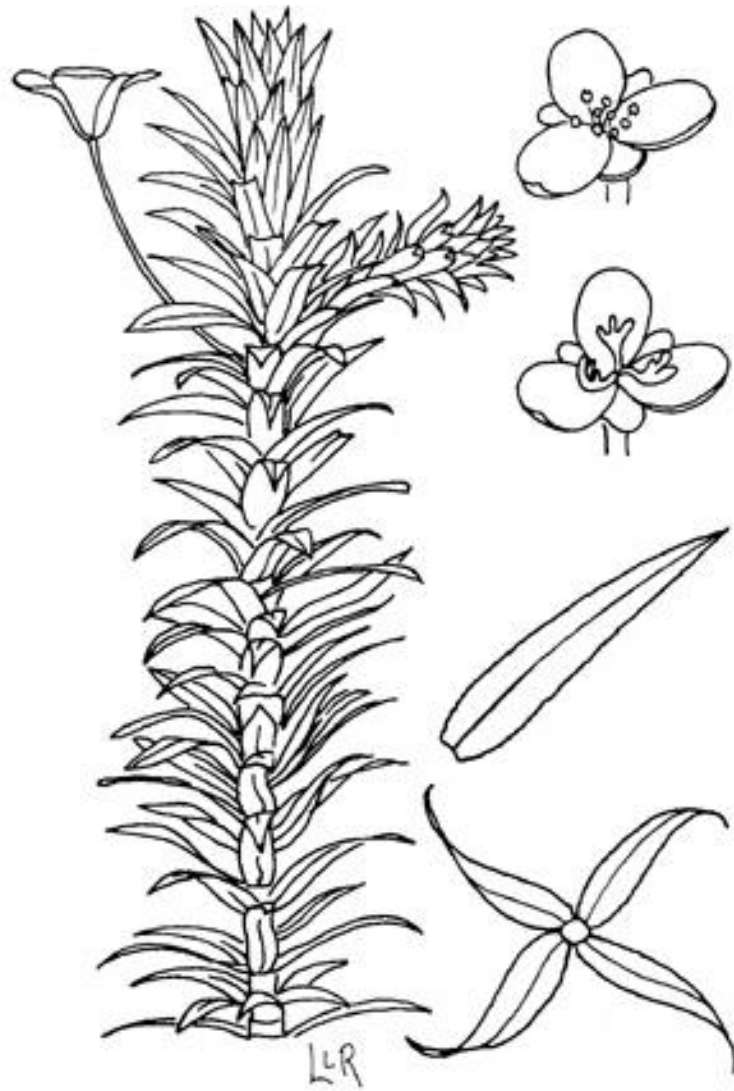


Illustration provided by:
FAS, Center for Aquatic Plants
University of Florida, Gainesville, 1990

Figura 2-2 *Egeria densa*, (IFAS, 1990)

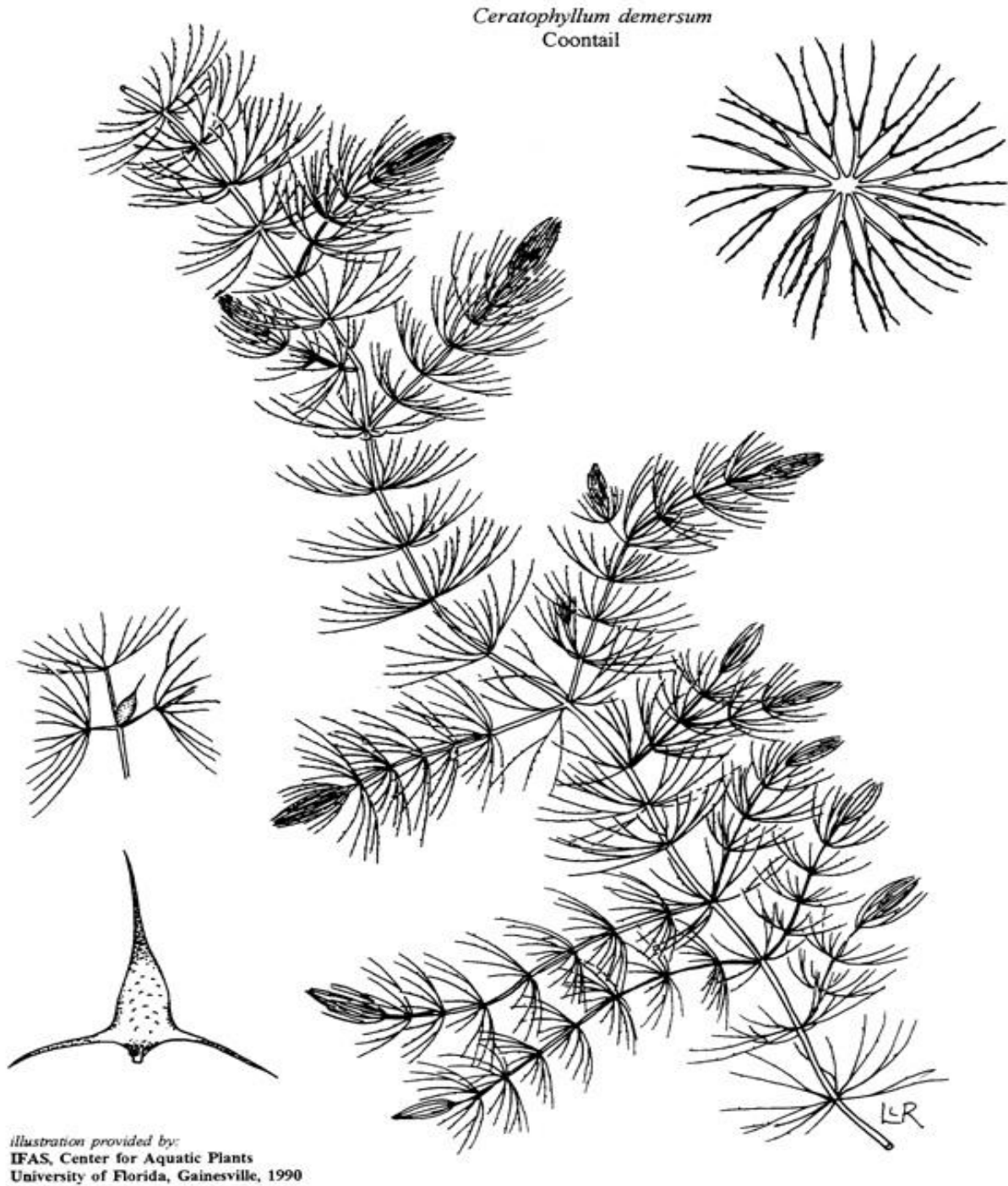


Figura 2-3 *Ceratophyllum demersum*

Fuente: (IFAS, 1990)

2.3.5 Manejo de malezas acuáticas

Para mantener los pequeños cursos de agua libres de malezas, puede ser útil plantar árboles a lo largo de las orillas. Generalmente, una disminución de la intensidad de luz marcadamente reduce el crecimiento de las malezas. Se debe también evitar el arrojamiento de desechos y de aguas de albañal en el agua del embalse, ya que esto conduce a la eutrofización (aumento de nutrientes en el agua) y el estímulo subsiguiente del crecimiento de las malezas. Si una densa vegetación está en desarrollo, se recomienda el uso de herramientas manuales para extraer las malezas del agua.

Control biológico, sería muy ventajoso introducir los insectos específicos, ya disponibles. Existen otros agentes biológicos para el control de otras plantas acuáticas, pero desde un punto de vista práctico tales especies aún no son importantes como plagas.

Desde un punto de vista puramente teórico, el uso de la carpa herbívora en el control de malezas acuáticas es un atractivo alternativo, pero es muy cuestionable si se debe recomendar para su uso al nivel del pequeño agricultor, ya que en la mayoría de los casos su manejo será difícil.

Los usos prácticos de las malezas acuáticas, como actividad de apoyo en el control de malezas, no parece ser factible en general, salvo que se utilicen para compost o acolchado, y siempre que la distancia para su traslado no cree problemas de transportación (Labrada, Caseley, & Parker, 1996).

2.3.6 Sustratos en horticultura

2.3.6.A Sustrato

El término *sustrato* se aplica en horticultura a todo material sólido distinto del suelo *in situ*, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando por tanto un papel de soporte para la planta. Puede intervenir (material químicamente activo) o no (material inerte) en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. (Cadahía L., 2005). Las funciones más importantes de un sustrato de cultivo son proporcionar un medio

ambiente *ideal* para el crecimiento de las raíces y construir una base adecuada para el anclaje o soporte mecánico de la planta (Urrestarazu Gavilán, 2004).

2.3.6.B Clasificación de los sustratos según la propiedad de sus materiales

El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta, los sustratos se pueden clasificar basados en las propiedades de los materiales:

- 1- Químicamente inertes: como arena granítica o silíceas, grava, perlita, lana de roca, etc. En éste caso el material actúa exclusivamente como soporte de la planta, sin intervenir en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes. Éstos deben suministrarse mediante la solución fertilizante, que debe ajustarse al máximo con objeto de no crear disfunciones en la planta, el cultivo en éste tipo de sustratos es una verdadera práctica hidropónica, la cual exige una avanzada tecnología de instalaciones y de una elevada especialización del personal.
- 2- Químicamente activos: turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales lignocelulósicos etc. En éste caso el sustrato, además de soporte para la planta, actúa como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización, almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal.

La diferencia entre ambos tipos de materiales viene determinada por la capacidad de intercambio catiónico, una propiedad físico-química directamente relacionada con la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato (Urrestarazu & Urrestarazu G, 2004).

2.3.6.C Clasificación del sustrato según su finalidad

Las características del sustrato han de ser también distintas, según la finalidad con que vayan a ser utilizados:

- Semilleros: para la germinación de semillas se requiere un sustrato de fácil preparación y manejo, con el mínimo de perturbación para las raíces, de textura fina, con estructura estable y fluida, con alta capacidad de retención de agua, que mantenga la humedad constantemente, escasa capacidad de nutrición y bajo nivel de salinidad.

- Crecimiento y desarrollo: el crecimiento y desarrollo de las plantas exigen sustratos de textura media a gruesa, con una mayor capacidad de aireación, un buen drenaje, nivel óptimo de fertilizantes y una moderada capacidad de tampón y de intercambio catiónico, con objeto de controlar el pH y mantener su capacidad de nutrición.
- Enraizamiento de estacas: el medio de enraizamiento desempeña tres funciones
 - o Mantener la estaca en su lugar durante un período de enraizamiento.
 - o Proporcionar humedad a la estaca
 - o Permitir la penetración e aire a la base de la estaca

El medio de enraizamiento ideal debe, por tanto, proporcionar suficiente porosidad y tener una alta capacidad de retención de agua, junto con un buen drenaje, para permitir una aireación adecuada (Urrestarazu & Urrestarazu G, 2004).

2.3.6.D Propiedades ideales del sustrato de cultivo

2.3.6.D.a Propiedades físicas

- Densidad aparente

Se define como la masa seca del material sólido por unidad de volumen aparente del medio húmedo, es decir, incluyendo el espacio poroso entre las partículas. La densidad aparente juega un papel importante ya que los sustratos y los contenedores se transportan durante su manejo y manipulación, y consecuentemente su peso ha de ser tenido en cuenta (Nuez, El cultivo del tomate, 2001). Esta característica es frecuentemente utilizada para estimar la capacidad total de almacenaje del medio de cultivo y su grado de compactación. Un sustrato con baja densidad aparente, resulta económicamente beneficioso debido a que mejora significativamente la capacidad operacional del medio del cultivo, disminuyendo los costos de transporte y manipulación de materiales (Calderón O.).

- Porosidad.

Una cualidad esencial de los soportes de cultivo es la estabilidad del material, la porosidad puede ser afectada por varios fenómenos, ciertos sustratos son compresibles y corren el riesgo de deformarse bajo una tensión mecánica o hídrica (deseccación) éste caso es

importante en materiales orgánicos como las turbas poco fibrosas, la pérdida de volumen tiene a veces un carácter irreversible (Lemaire, 2005).

La porosidad de un sustrato consiste en el volumen total que no está siendo ocupado por partículas sólidas, minerales u orgánicas (Hillel, 1982).

La administración de los flujos de agua y aire dentro de un sustrato dependerán, principalmente, de la calidad del espacio poroso del medio. Sin embargo, no es suficiente que el sustrato posea una elevada porosidad total, sino que es necesario que ésta se encuentre convenientemente repartida entre poros de gran (Hillel, 1982) tamaño o macro poros, que se hallan ocupados por aire, y poros de menor tamaño o micro poros que alojan agua en su interior (Ansonera, 1995). Al igual que en pleno suelo, los poros en un sustrato están determinados por la irregularidad en la forma de sus partículas primarias y agregados, implicando una alta heterogeneidad en el tamaño, forma y dirección de los mismos (Miller & Donahue, 1995).

- Agua fácilmente disponible (AFD, %vol.)

Es la diferencia entre el volumen de agua retenido por el sustrato, después de haber sido saturado con agua y dejado drenar a 10 cm de altura, para obtener un contenido mínimo de aire, el valor óptimo para el agua fácilmente disponible oscila entre el 20 y el 30 % del volumen. Un sustrato puede tener baja capacidad de retención de agua fácilmente disponible porque: 1) su porosidad total es baja, 2) los poros son grandes y gran parte del agua se pierde por gravedad, 3) los poros son muy pequeños y la planta es incapaz de extraer una parte importante del agua antes de marchitarse, y 4) una combinación de las situaciones anteriores(Nuez & Abad, El cultivo de tomate, 1999)

- Capacidad de aireación (CDA, %vol.)

Se define como la proporción del volumen del medio de cultivo que contiene aire después de que dicho medio ha sido saturado con agua y dejado drenar, usualmente a 10 cm de tensión, el nivel óptimo de la capacidad de aireación oscila entre 120 y el 30 % en volumen(Abad, 1993). Si la textura y estructura del sustrato son tales que la mayoría de los poros permanecen llenos de agua después del riego, el suministro de oxígeno se verá reducido de modo severo, el dióxido de carbono se acumulará, se producirá una liberación

de etileno, lo cual resultará en una inhibición del crecimiento y a veces, en el marchitamiento de la planta (Nuez, El cultivo del tomate, 2001)

- **Mojabilidad (M, minutos)**

La dificultad que un material de ser humedecido inicialmente puede provocar un retraso y una reducción del crecimiento de la planta. Las dificultades para mojar un sustrato se atribuyen generalmente a dos causas: la hidrofobicidad del material y la contracción que experimenta al secarse. La Mojabilidad se expresa como el tiempo (min) necesarios para que se absorban 10 ml de agua destilada a través de la superficie de una muestra de sustrato seco a 40 °C. El nivel óptimo es igual o inferior a 5 min (Urrestarazu & Urrestarazu G, 2004).

2.3.6.D.b Propiedades químicas

- **Capacidad de Intercambio Catiónico**

Se define como la suma de los cationes cambiables que pueden ser absorbidos por unidad de peso (o volumen) del sustrato. Dichos cationes quedan así retenidos frente al efecto lixivante del agua y están usualmente disponibles para la planta.

Los materiales orgánicos poseen una elevada capacidad de intercambio catiónico y una alta capacidad buffer frente a cambios rápidos en la disponibilidad de los nutrientes y en el pH. Una capacidad de intercambio catiónico elevada representa un depósito de reserva para los nutrientes, mientras que los materiales con baja capacidad de cambio, como la mayoría de los sustratos minerales, retienen cantidades reducidas de nutrientes y requieren una aplicación frecuente y regular de fertilizantes.

La materia orgánica, especialmente las sustancias húmicas, contienen grupos funcionales cargados negativamente, que son los responsables de la capacidad de los materiales orgánicos para retener los cationes en forma no lixiviable. La capacidad de los sustratos orgánicos para adsorber cationes metálicos depende del pH. Cuanto más alto es el pH, más elevada es la capacidad de intercambio catiónico.

- Disponibilidad de nutrientes

La mayoría de los sustratos minerales no se descomponen biológica ni químicamente, y se consideran desprovistos de nutrientes. Por el contrario los sustratos orgánicos difieren marcadamente entre sí en el contenido en nutrientes asimilables. En cualquier caso, es recomendable añadirse siempre nutrientes adicionales como fertilizantes de base y/ o como fertilizantes durante el ciclo del cultivo.

- Salinidad

Se refiere a la concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato. Un incremento en la salinidad, puede ser prevenido o corregido mediante lixiviación controlada. Otras medidas para atenuar los efectos de la salinidad son:

- 1) mantener el medio de cultivo húmedo
- 2) no aplicar soluciones fertilizantes con elevada fuerza iónica cuando el medio esté seco
- 3) reducir el estrés de las plantas mediante sombreado e incremento de la humedad relativa del ambiente.

La respuesta de las plantas a la salinidad, depende de la fase de crecimiento inicial es más sensible a las sales que las fases de crecimiento posterior y desarrollo. Las plantas cultivadas en condiciones ambientales frescas y húmedas, o durante las épocas no calurosas del año, con más tolerantes a la salinidad que aquellas cultivadas durante períodos más cálidos, con baja humedad relativa y/o elevada transpiración.

Cuadro 2-1 Interpretación de los niveles de salinidad de un sustrato de cultivo, expresada como la conductividad eléctrica del extracto de saturación.

Salinidad (extracto de saturación; Interpretación dS/m)	
< 0.74	Muy baja
0.75-1.99	Adecuada para plántulas y sustratos ricos en materia orgánica. Demasiado baja si el sustrato es pobre en MO
2.0-3.49	Satisfactoria para la mayoría de las plantas. Reducción del crecimiento de algunas especies sensibles
3.5-5.0	Ligeramente elevada para la mayoría de las plantas. Adecuada únicamente para especies vigorosas
>5	Reducción del crecimiento, plantas enanas, marchitamiento y quemadura de los bordes de la hoja

(Bunt, 1998)

El efecto de la salinidad en el crecimiento del cultivo pueden ser los siguientes:

- Deficiencia de agua, conocida como “estrés de sequía”, resultado de la mayor presión negativa en la zona radicular, una menor absorción de agua reduce la turgencia de las células, en sustratos salinizados, tanto el crecimiento de la raíz como el del tallo están más deprimidos, en general el tallo se ve más afectado. La elongación de la raíz se deprime en presencia de altas concentraciones de NaCl y de bajas concentraciones de Ca^{+2} .
- Toxicidad iónica: resultado de la excesiva absorción del elemento de poca demanda, principalmente Cl^- y Na^+
- Desequilibrio entre nutrientes, resultado de una defectuosa absorción, transporte y /o distribución principalmente de Ca^{2+} (Ronen)

- pH

El pH ejerce sus efectos principales sobre la asimilabilidad de los nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y la actividad biológica.

Si el sustrato está fuera del intervalo recomendado, se debe llevar a cabo un ajuste, en caso de los sustratos ácidos, se requiere de la adición de cal o dolomita, si en cambio son alcalinos, puede reducirse mediante la adición de azufre. Las cantidades de cal o azufre a añadir a un sustrato depende de su pH original y de su capacidad de intercambio catiónico, siendo las necesidades de enmienda tanto mayores cuanto mayor es la capacidad de intercambio del material (Urrestarazu & Urrestarazu G, 2004).

Cuadro 2-2 Principales efectos esperables para los distintos intervalos de pH establecidos por el USDA (1971)

pH	Evaluación	Efectos esperables en el intervalo
< 4,5	Extremadamente ácido	Condiciones muy desfavorables
4,5 - 5.0	Muy fuertemente ácido	Posible toxicidad por Al ³ y Mn ⁺⁺
5.1-5,5	Fuertemente ácido	Exceso de: Co, Cu, Fe, Mn, Zn. Deficiencia: Ca, K, N, Mg, Mo, P, S Suelos sin carbonato cálcico Actividad bacteriana escasa
5.6-6.0	Medianamente ácido	Intervalo adecuado para la mayoría de cultivos
6.1-6.5	Ligeramente ácido	Máxima disponibilidad de nutrientes
6.6-7.3	Neutro	Mínimos efectos tóxicos Por debajo de 7, el carbonato cálcico no es estable en el suelo
7.4-7.8	Medianamente básico	Suelos generalmente con CaCO ³
7.9-8.4	Básico	Disminuye la disponibilidad de P y B Deficiencia creciente de: Co, Cu, Fe, Mn, Zn. Suelos calizos. Clorosis férrica debido al

		HCO ³⁻
8.5- 9.0	Ligeramente alcalino	En suelos con carbonatos, éstos pH altos pueden deberse al MgCO ³ , si no hay sodio intercambiable. Mayores problemas de clorosis férrica
9.1-10.0	Alcalino	Presencia de carbonato sódico
>10.0	Fuertemente alcalino	Elevado porcentaje de sodio intercambiable Toxicidad : Na, B Movilidad del P como Na ³ PO ⁴ Actividad microbiana escasa Micronutrientes poco disponibles excepto Mo.

(Porta Casanellas & Lopez Acevedo, 2003)

- Relación C/N

La relación C/N se usa tradicionalmente como un índice del origen de la materia orgánica, de su madurez y estabilidad. Una relación C/N inferior a 40 es considerada como óptima para el cultivo en sustrato y es un índice de un material orgánico maduro y estable (Urrestarazu & Urrestarazu G, 2004).

2.3.6.D.c Propiedades biológicas

- Velocidad de descomposición

Todos los sustratos orgánicos, son susceptibles de degradación biológica continua, viéndose favorecida esta situación por las condiciones ambientales que prevalecen en los invernaderos. La responsable del proceso, es la población microbiana, pudiendo resultar finalmente su actividad biológica en deficiencias de oxígeno y nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables determina la velocidad de descomposición.

- Efectos de los productos de descomposición

Muchos de los efectos biológicos de los sustratos orgánicos son directamente atribuibles a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de

la lignina y hemicelulosa. Gran variedad de funciones vegetales, tanto a nivel de célula como de órgano, son afectadas positivamente por los ácidos húmicos y fúlvicos, además actúan como transportadoras de los micronutrientes para las plantas.

- Prueba biológica

Durante el periodo de germinación y los primeros días de desarrollo de la plántula ocurren numerosos procesos fisiológicos en los que la presencia de una sustancia tóxica puede inferir alterando la supervivencia y el desarrollo de normal de la planta siendo por tanto una etapa de gran sensibilidad frente a factores externos adversos. Por otra parte, muchas de las reacciones y procesos involucrados son generales para la mayoría de semillas, por lo que la respuesta de ésta prueba son representativos de los efectos en semillas o plántulas en general. Como puntos para la evaluación de los efectos tóxicos, se determina la inhibición en la germinación y la inhibición en la elongación de la radícula (Sobrero & Ronco, 2011)

2.3.6.E Propiedades óptimas de los sustratos

2.3.6.E.a Propiedades físicas

- a. Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible
- b. Suficiente suministro de aire
- c. Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones mencionadas
- d. Baja densidad aparente
- e. Elevada porosidad total
- f. Estructura estable que impida su contracción (Cadahia, 2000)

Cuadro 2-3 Intervalos óptimos para las propiedades físicas de los sustratos de cultivo

Propiedad	Unidad	Intervalo óptimo
Tamaño de la partícula	mm	0.25 – 2.5
Densidad aparente	g / cc	≤ 0.2
Espacio poroso total	% Vol	> 85 %
Capacidad de aireación	% Vol	20 - 30
Agua fácilmente disponible	% Vol	20 – 30
Mojabilidad	Min	≤ 5

(Moral & Moreno, 2008).

Los materiales utilizados como sustratos para la producción de plántulas en pilón, deben tener las propiedades físicas óptimas para no perjudicar el desarrollo de las mismas, cuando no se tienen un material con las características adecuadas, es posible elaborar los sustratos con mezclas de varios materiales, mezclándolo con otro u otros de características complementarias (Moral & Moreno, 2008).

Propiedades químicas

- a. Baja capacidad de intercambio catiónico
- b. Suficiente nivel de nutrientes asimilables
- c. Salinidad reducida
- d. pH ligeramente ácido y moderada capacidad tampón
- e. mínima velocidad de descomposición (Cadaña, 2000)

Cuadro 2-4 Intervalos óptimos para las propiedades físico- químicas de los sustratos de cultivo

Propiedad	Unidad	Intervalo óptimo
pH		5.3 – 6.5
CE	dS/m	0.75 – 3.49
CIC	Me / 100 g	>20
Materia orgánica total	%	>80
Relación C/N		20 – 40
Fósforo	Mg / l de extracto	19– 55
Potasio	Mg / l de extracto	51 – 250
Calcio	Mg / l de extracto	> 200
Magnesio	Mg / l de extracto	16 – 85

(Moral & Moreno, 2008).

2.3.6.F La turba como componente principal de sustratos

La turba es un sustrato empleado para propagar o cultivar plantas. Se conforma por residuos vegetales acumulados en sitios pantanosos que se han preservado bajo el agua y se encuentran parcialmente descompuestos. Su composición varía según su origen, dependiendo de la vegetación original, estado de descomposición, contenido mineral y grado de acidez (Sociedad, 1999).

2.3.6.F.a Características de la turba

- Aumenta la capacidad de agua
- Aumenta la porosidad, lo que mejora la aireación y el drenaje
- Aumenta la densidad aparente, facilitando el desarrollo radicular
- Aumenta el efecto amortiguador, que permite equilibrar el pH y las sales solubles
- Es una fuente de liberación lenta de N.
- Mejora la disponibilidad de nutrientes para la planta (FAO, 2002)

2.3.6.F.b Problemática del uso exclusivo de la turba

En horticultura la turba es el medio de cultivo o sustrato predominante.

A nivel mundial la producción total de turba hortícola asciende a 35-40 millones m³ anuales. Esta necesidad de turba hace que el sistema sea estratégicamente frágil puesto que el incremento gradual del costo del transporte repercute directamente en el precio final del sustrato. Además, el agotamiento de recursos naturales o el consumo energético requerido durante el proceso de fabricación repercute de forma negativa sobre el medioambiente (Raviv & Inbar, 1986). En los últimos 30 años se ha emprendido, a nivel mundial, una búsqueda activa de materiales orgánicos alternativos a la turba. Según un estudio de impacto ambiental, en el que se comparan los efectos provocados por la explotación de una turbera y la construcción de una planta de compostaje de restos vegetales de cultivos hortícolas, se confirma que el uso de sustratos alternativos como sustitutos de la turba conlleva beneficios tanto económicos como medioambientales. Esto unido a la necesidad de gestionar de forma adecuada los residuos orgánicos generados en diferentes sectores de producción, hace que aparezcan gran cantidad de materiales susceptibles de ser utilizados con este fin (Masaguer, López, & Ruiz, 2006)

2.3.6.G Materiales alternativos a la turba

2.3.6.H Materiales orgánicos

Las características deseadas de un componente orgánico utilizado en medios para recipientes son los siguientes:

- Una gran proporción de microporos para mejorar la capacidad de retención de humedad
- Buena textura que resista la compactación
- CIC relativamente alta para ayudar a retener los nutrientes
- Peso liviano (densidad) para facilitar el transporte y manipuleo.

Generalmente requieren de un tratamiento previo antes de su uso, son productos de una fermentación que se debe realizar correctamente para evitar posteriores problemas durante el desarrollo del cultivo, como crecimiento de hongos, germinación de semillas etc.(Rodríguez Delfín, Chang La Rosa, Hpyos Rojas, & Falcon Gutierrez, 2001).

2.3.6.H.a La Pulpa de café

En el beneficio convencional, la pulpa se dispone en algunas partes de las plantaciones de café en grandes montículos donde se dejan varios años hasta su total descomposición. No se saca ningún provecho de ese producto. Además, éstos montículos pueden producir lixiviados que representan una fuente importante de contaminación de aguas.

Se encuentra dentro de los subproductos sólidos, es la más voluminosa, representando el 56 % del volumen del fruto y el 40 % del peso, es el primer subproducto que se obtiene del procesamiento del café, el contenido de la húmeda, en la pulpa es muy alto, por lo que representa una desventaja en su utilización, desde el punto de vista de transporte, manejo, procesamiento y uso directo, sin embargo, el material seco contiene cerca de 10% de proteína cruda, 21 % de fibra cruda, 8% de cenizas y 4% de extracto libre de nitrógeno. (Elías, 1979)

2.3.6.H.b Residuos de madera

Estos residuos están disponibles en grandes cantidades a un costo relativo bajo, dentro de éstos se incluyen:

- a) Aserrín: en la mayoría de las mezclas, su efecto sobre la acidez es ligero, el pH del aserrín puede variar con la especie de origen entre 4.8 a 6.8, todos los tipos de aserrín mejoran las condiciones físicas del sustrato, el tamaño de la partícula permite que sea fácil su mezcla con otros componentes. El contenido muy bajo de nitrógeno excluye cualquier dificultad con la estabilidad química y biológica posterior a la pasteurización, con alto contenido de lignina es una forma relativamente durable de materia orgánica. Es necesario pasteurizar las mezclas que contienen aserrín para eliminar las esporas y micelio de hongos de la madera que pueden estar presentes, el crecimiento de la planta no es afectado por los hongos, pero las estructuras reproductivas pueden inferir en la aplicación de agua a la superficie del sustrato. Es importante compostar el aserrín porque en estado fresco de descomposición y demanda de nitrógeno es alta y puede contener sustancias tóxicas como resinas, taninos o turpentina.
- b) Corteza: la mayor dificultad para utilizar el material, es el tamaño de partícula, aunque puede ser reducido por el paso a través de un molino de martillos seguido

de un tamizado. Puede usarse como enmiendas en el suelo si hay un tamaño adecuado de partícula disponible al igual que el aserrín debe pasar por un proceso de compostaje previo a ser incorporado como sustrato.

2.3.6.H.c Estiércol

La materia orgánica en el estiércol es alta en proteínas y otros compuestos nitrogenados que con facilidad son convertidos en amonio y nitritos. Este proceso de conversión que comienza tan pronto es producido el estiércol, continúa a un ritmo rápido después que es mezclado con el sustrato, son caros y a veces difíciles de obtener. Aunque el estiércol puede variar por sus orígenes, el estiércol descompuesto de vacuno es el mejor tipo para utilizar en el invernadero

2.3.6.H.d Residuos de cosechas

Ocasionalmente son usadas una variedad de enmiendas orgánicas, ocasionalmente, éstos materiales tienen un índice C: N amplio que causa demanda de nitrógeno. Si este es calibrado y se agrega nitrógeno extra, no aparecen problemas

- Cascarilla de arroz: el tamaño de partícula es ligeramente mayor a la de aserrín, es incorporada con facilidad en un medio para mejorar el drenaje, puede ser utilizado en sustitución o junto con turba. Es de peso ligero, uniforme en grado y calidad, más resistente a la descomposición que el olote y posee menor efecto en la reducción del nitrógeno por los microbios del suelo. No introduce plagas, pero es recomendada la pasteurización del sustrato, porque contiene muchas semillas de malezas. Se utiliza sin compostar como sustituto de la vermiculita por su peso ligero volumen y resistencia a las descomposición.
- Paja: es usada en ocasiones como enmienda de un sustrato pero debe ser recortada en pedazos de 8 cm o menos para permitir una incorporación uniforme a la mezcla. Puesto que su descomposición es rápida, debe ser agregada dos o tres veces al año. El contenido de sales solubles en la paja es muy bajo, es de grado y calidad uniforme, y es fácilmente disponible a un costo bajo relativo. Puede ser utilizada para prevenir la formación de amonio en sustratos cuando este elemento es un problema después de la pasteurización.

- Olotes: molidos o enteros los olotes de maíz son usados como cobertura de rosas en invernadero. Evitan la evaporación rápida de la humedad de la superficie y mantienen temperaturas más uniformes, y protegen de la dispersión producida por el agua de riego. El enriquecimiento con dióxido de carbono es el beneficio más importante derivado del uso de olotes y otros materiales orgánicos de rápida descomposición en invernaderos. Rara vez se usan como fuente de materia orgánica, contienen 6 a 7 % de azúcar, lo que da un incremento muy rápido en la actividad microbiana después de su aplicación.
- Bagazo de caña de azúcar: se refiere a la porción fibrosa de la caña, después de la extracción del jugo, se produce en grandes cantidades, muy poroso y liviano, debe compostarse para eliminar los azúcares remanentes que producen ácidos acéticos al oxidarse, ya seco, absorbe humedad rápidamente, hasta siete veces su peso en agua, sin volverse muy húmedo, se descompone rápidamente en el sustrato por lo que se puede producir competencia por nitrógeno y reducción de volumen, la CIC es relativamente alta y nutricionalmente tiene cantidades adecuadas de calcio y elementos traza para el uso con plantas sin adiciones fuertes de enmiendas.
- Fibra de coco: su uso, como fibra y polvo, en medios ha sido probado con éxito, el material es liviano, poroso y tiene una excelente capacidad de retención de humedad. Un gramo de fibra de coco, finamente molido, absorbe 8 gramos de agua. También debe ser compostado previo a su utilización.

2.3.6.H.e Compost

Más que un material, se refiere a un proceso, que bien conducido mejora las propiedades físicas y da un balance a la relación C: N, en el material orgánico utilizado para la producción de sustratos. Es muy útil cuando es mezclado con ingredientes menos absorbentes en medio utilizados para enraizamiento de esquejes, o para el transplante de plantas bien establecidas.

El aumento del contenido de materia orgánica en el sustrato se logra mejor por medio de la adición de materiales orgánicos o compostados. El uso de materiales orgánicos frescos debe ser evitado por que el crecimiento de las plantas y la descomposición de los materiales requieren nitrógeno, como resultado, el crecimiento de las plantas es reducido

debido a la competencia por nitrógeno. En general el proceso de compostado rápido mejora las características físicas, químicas y biológicas de los materiales orgánicos frescos, los hace más estables, homogéneos, manejables, más porosos, mejoran sus características de retención de humedad, aireación y capacidad de intercambio de cationes

2.3.6.I Materiales inorgánicos

Son incluidos en medios para mejorar las características físicas, drenaje y aireación debido al aumento de los macroporos.

Agregados gruesos

Son añadidos a los medios de cultivo para aumentar el número de poros grandes, para reducir la capacidad de retención de humedad y para mejorar el drenaje y la aireación. Un agregado grueso es un componente esencial para el tipo de sustrato requerido para plantas que crecen en recipientes.

- Grava: la grava y arena de origen calcáreo, deben evitarse, porque estos materiales tienen un contenido alto de carbonato de calcio, que pasará a la solución de nutrientes, obteniéndose así un pH muy elevado, frenando la absorción del hierro, la mejor grava o arena será siempre aquella de origen volcánico.
- Arena: el tamaño de la partícula es un factor crítico en la selección de este componente, es preferible una arena limpia con tamaños de partícula de 0.5 a 2 mm de diámetro. El porcentaje de partículas medias (0.25 a 0.50 mm) y finas (0.05 a 0.25) deben formar una proporción relativa pequeña de la arena usada en un medio de cultivo. La arena es el agregado grueso más económico pero a la vez el más pesado, lo que dificulta los costos de manejo y embarque de plantas cultivadas que la contiene. Es un medio favorable para enraizamiento de esquejes.
- Perlita: es un buen sustituto para dar aireación en sustratos. Su principal ventaja sobre la arena es su peso ligero, es una roca volcánica silicia que, triturada y calentada a 982 °C, se expande para formar partículas blancas con numerosas celdas con aire encerrado. El agua puede adherirse a la superficie, pero no es absorbida, es estéril y químicamente inerte, tiene una CIC insignificante y tiene un pH de 7.0 a 7.5, su efecto sobre el pH en el sustrato no es apreciable. Su costo es

mayor que la arena, es utilizada generalmente cuando es una ventaja la densidad baja del sustrato. Para su uso hortícola el tamaño de partículas más usado es el de 1.58 a 3.18 mm, el tamaño más fino es útil como medio de germinación. La perlita adsorbe de tres a cuatro veces su peso en agua. su grado fino también se utiliza para cubrir semillas recién sembradas bajo techo, porque seca rápidamente después del riego y mantiene seca la superficie del medio de siembra inhibiendo la presencia de enfermedades

- Vermiculita: es producida para propósitos industriales y hortícolas por el calentamiento de vermiculita mineral a 745 °C, está compuesta por una serie de capas como placas con una muy alta capacidad de absorción de agua y nutrientes. La retención de nutrientes y agua ocurre en la superficie exterior y entre las capas de las partículas. Su densidad es baja, la CIC es de 19 a 22.5 me/100 g.

Agregados sintéticos

- Hojuelas de poliestireno: subproducto de espuma de polietileno, no tienen olor, son químicamente neutras y muy resistentes a la descomposición. Mejoran el drenaje, aireación y reducen la densidad aparente del sustrato.
- Espuma de poliestireno: es un buen sustituto para la arena, dando mejor aireación y un peso liviano al sustrato. no absorbe agua y no tiene una CIC apreciable. Es neutro y no afecta el pH del sustrato (VIFINEX, 2002).

2.4 MARCO REFERENCIAL

El procesamiento del complejo de plantas se realizó en las instalaciones de la asociación Ijat'z, en el municipio de San Lucas Tolimán, situado en el occidente de la República, en el departamento de Sololá, a una distancia de la ciudad capital de 153 km. Por el altiplano (vía Chimaltenango y Godínez), o a 155 Km. Por Boca Costa (vía Escuintla y Cocales).

San Lucas se encuentra dentro de la cuenca del Lago de Atitlán, y tiene una superficie de 116 km², equivalente al 10.93 % del territorio total del departamento. Su altitud oscila entre los 800 msnm, en la parte sur (fronteriza con el departamento de Suchitepéquez) y los 3537 msnm, en la cumbre del volcán Atitlán,) punto más alto del departamento, que marca el límite entre San Lucas y el municipio vecino de Santiago Atitlán. La cabecera se encuentra a 1,591 metros de altura, casi a orillas del lago Atitlán(Tolimán, 2002).

El territorio de este municipio corresponde a las tierras altas volcánicas, con variedad de montañas, colinas y conos. Los principales son el volcán Atitlán, Tolimán, y el cerro Iq'itw, como accidentes hidrográficos están el lago de Atitlán, la bahía de San Lucas, varios ríos y un islote. (Tolimán, 2002)

Existen registros de la presencia de dos zonas de vida basados en el sistema Holdrige: el bosque muy húmedo subtropical cálido (entre 800 a 1,600 msnm) y el bosque húmedo montano bajo subtropical (ente 1,500 a 2,400 msnm).

Las características físicas, químicas y biológicas se desarrolló entre los meses de junio y julio de 2011, en las instalaciones del laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicada geográficamente en las coordenadas 14°35'6'' Latitud Norte 90°33'9'' Longitud Oeste, a una altitud de 1,502 msnm, en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical templado, con una precipitación media anual de 1,216.2 mm. temperatura media de 18.3° C y humedad del 79 % (Cordón, 1991)

2.4.1 Descripción taxonómica de las especies vegetales usadas para elaborar los sustratos.

Tabla 2-1 Descripción taxonómica de las especies encontradas en Bahía El Relleno

División taxonómica			
Reino	Plantae	Plantae	Plantae
División	<i>Magnoliophyta</i>	<i>Magnoliophyta</i>	Magnoliophyta
Clase	<i>Liliopsida</i>	<i>Magnoliopsida</i>	Liliopsida
Orden	<i>Hydrocharitales</i>	Nymphaeales	Alismatales
Familia	Hydrocharitaceae	<i>Ceratophyllaceae</i>	Hydrocharitaceae
Género	Egeria	<i>Ceratophyllum</i>	Hydrilla
Especie	<i>Egeria densa</i> ¹	<i>Ceratophyllum demersum</i> ²	<i>Hydrilla verticillata</i> (L.f.) Royle) ³

Fuentes: (ITIS DATA ACCES, 2010)¹(Rook, 2004)² (Itis Report, 2011)³

2.4.2 Antecedentes de utilización de sustratos

Se han realizado varios estudios en donde se propone la elaboración de sustratos a partir de *Hydrilla verticillata*, presente en el complejo de plantas de la bahía El Relleno, Santos 2010, Martínez 2009 presentó la evaluación del efecto del uso de la combinación de residuos de *Hydrilla verticillata*, extraídas del lago de Izabal y perlita en distintas proporciones como sustrato en la germinación y desarrollo de plántulas en pilón de chile pimiento bajo condiciones de invernadero, en donde también caracterizó las principales propiedades físicas, químicas y biológicas de estas combinaciones, y a partir de ellas, se concluyó que la mejor combinación para sustituir la turba en la producción de plántulas fue la combinación: *Hydrilla verticillata* degradada en 30 días y perlita en proporciones 85 % *Hydrilla* + 15 % perlita, ya que ésta presentó propiedades físicas químicas y biológicas similares a la turba comercial y con un costo menor, dando una alternativa a un material orgánico de alta disponibilidad, favoreciendo además a reducir el impacto social y ambiental que plantas invasoras puedan causar.

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 General

- Generar un sustrato a base de los restos de plantas acuáticas extraídas de la Bahía El Relleno, Lago de Atitlán, con propiedades similares a la turba la producción de plántulas en pilón de lechuga (*Lactuca sativa*).

2.5.2 Específicos

- 1- Caracterizar y comparar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los sustratos elaborados con los residuos de plantas acuáticas de la bahía El Relleno, lago de Atitlán, con la turba.
- 2- Evaluar el efecto fitotóxico del sustrato elaborado a base de restos de plantas acuáticas extraídas de la bahía El Relleno, Lago Atitlán.
- 3- Evaluar económicamente los sustratos elaborados con residuos de plantas acuáticas de la bahía El Relleno, Lago de Atitlán.

2.6 HIPÓTESIS

- 1- Las propiedades físicas y químicas presentadas por los sustratos elaborados a partir del complejo de plantas acuáticas serán similares a las de la turba.
- 2- Al menos uno de los sustratos evaluados no presentará efectos fitotóxicos sobre la germinación y desarrollo de las plántulas de lechuga (*Lactuca sativa*).
- 3- Los sustratos elaborados en base a los residuos de plantas acuáticas serán de menor costo que la turba *Sphagnum*.

2.7 METODOLOGÍA

2.7.1 Etapa de campo

El complejo de plantas encontrado en la bahía El Relleno, es extraído con el fin de despejar el paso de agua que se extrae del lago para distribuirla a los vecinos, también se realiza con el objetivo de despejar la desembocadura de las aguas grises de la cabecera municipal y comunidades aledañas (no se cuenta con servicio de drenaje de ningún tipo), su extracción se realiza de forma artesanal, con la ayuda de los voluntarios de la comunidad, ya que no se cuenta con maquinaria adecuada para extraer las masas de plantas acuáticas, por lo que se procede de la siguiente manera:

- a. Un voluntario, con un *cayuco* carga un objeto con puntas atado a un lazo, luego procede a ingresar por lo menos 10 metros desde la orilla hacia el área donde se encuentran las plantas.
- b. Cuando se encuentra por encima de un grupo de plantas, deja caer el objeto dejando que se sujete al complejo de plantas.
- c. Luego de unos minutos los voluntarios en la orilla del lago inician la extracción manual, halando del lazo hasta que se extraen las plantas.

Es importante mencionar que las plantas extraídas, no tienen un proceso posterior a la extracción por lo que son llevadas al centro de reciclaje junto con el resto de desechos del municipio.

Luego de la extracción de los residuos del complejo de plantas, se esparcieron en la orilla para drenar el exceso de agua antes de trasladarlas en vehículo a la bodega de la asociación Ijat'z.

2.7.1.A Preparación y acomodamiento de residuos del complejo de plantas

Ésta actividad inició con una molienda previa del material húmedo, para acelerar el secado, se pasó la muestra por una picadora, que cortó trozos del material de aproximadamente 10 cm, luego se llevaron a los patios de secado que se encuentran detrás de la bodega de la asociación Ijat'z por diez días, con movimiento constante para evitar agregados en el material. El secado se realizó a temperatura ambiente hasta que presentó una humedad constante de 15 %, ya seco el material, se realizó una segunda

molienda por trituración, en donde se obtuvo una granulometría mayor a los 6 mm que luego de la degradación fue corregida.

2.7.1.B Secado

En ésta etapa se abarcó la degradación del complejo de plantas y la depuración o tamizado. El material se degradó durante 30 días por el método de degradación al aire libre en pilas o montones. La depuración se realizó tamizando el material en una malla de 10 mm y luego en una malla de 6 mm, durante la degradación se formaron agregados del material, los cuales se molieron nuevamente (ver figura 4).

2.7.1.C Molienda del material

La molienda del material se realizó con picadoras de pasto en las instalaciones de la asociación Ijat'z.

Extracción: a) proliferación de plantas acuáticas en la bahía El Relleno; b) Extracción manual c) voluntarias recolectando el complejo de plantas extraído con un gancho. d) *Secado* en los patios de Asociación Ijat'z; e) *Molienda* del material en las instalaciones de la asociación Ijat'z



Figura 2-4 Etapa de campo: extracción, secado y molienda

Extracción: a) proliferación de plantas acuáticas en la bahía El Relleno; b) Extracción

manual c) voluntarias recolectando el complejo de plantas extraído con un gancho. d) *Secado* en los patios de Asociación Ijat'z; e) *Molienda* del material en las instalaciones de la asociación Ijat'z.

2.7.1.D Degradación de los residuos del complejo de plantas

2.7.2 Etapa de laboratorio

Durante ésta etapa se alcanzó el primer objetivo: “*Caracterizar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los sustratos elaborados.*”, tuvo una duración de 30 días. Se tomaron muestras de los tratamientos evaluados de 1 libra de cada uno y se ingresaron al laboratorio de suelo y agua de la Facultad de Agronomía.

2.7.2.A Propiedades físicas

La caracterización física comprende la distribución volumétrica del material sólido, el agua y el aire así como su variación en función del potencial matricial. Durante la determinación de las propiedades físicas, se determinó:

2.7.2.B Contenido de Materia seca (Ms)

Se registraron los datos de materia fresca (MF) de 10 gr de cada una de las muestras, luego se secaron las muestras de los sustratos en un horno durante 24 horas a 105 °C, permitió calcular la humedad del sustrato.

$$PH = PH - (PS/PH) * 100$$

PH= Peso húmedo del sustrato

PS= Peso seco del sustrato

2.7.2.C Contenido de agua (Cah)

La humedad en peso referida al material húmedo (Hmf) es la razón entre la masa del agua y la masa del material húmedo. La humedad en peso referida al material seco (Hm) es la razón entre la masa de agua y la masa del material seco.

CDA= Espacio poroso - Agua fácilmente disponible

2.7.2.D Densidad aparente (Da)

La densidad aparente se define como la masa seca del material sólido por unidad de volumen aparente del sustrato seco. Incluyendo el espacio poroso entre partículas. La medición se realizó pesando 20 gr de sustrato en una probeta de 100 ml luego se

2.7.2.E Espacio poroso total (EPT)

Se define como la cuantificación del espacio ocupado por poros en un sustrato y también se denomina espacio de poros, espacio poroso o espacio vacío. Para calcularlo se aplicó agua a una probeta graduada de 25 ml a la probeta de 100 ml con 10 gr de sustrato hasta que los espacios porosos fueron llenados. Se anotó el volumen de agua requerido. Esto equivale al % de porosidad.

2.7.2.F Agua fácilmente disponible (AFD)

Es la diferencia entre el volumen de agua retenida por el sustrato después de haber sido saturado con agua y dejado drenar a 10 cm de tensión (matricial), y el volumen de agua presente dicho en sustrato a una succión de 50 cm de columna de agua. la determinación se realizó de la siguiente manera: se vertió el sustrato saturado contenido en la probeta de 100 ml que se usó para el cálculo del espacio poroso sobre un papel absorbente más el sustrato. Se tomaron los pesos del sustrato saturado más la probeta, y el peso del sustrato saturado luego de haber filtrado el agua. Ésta diferencia es equivalente al agua fácilmente disponible (Sosa, Levantamiento detallado de suelos del Centro Experimental docente de la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 1991).

$$\text{AFD} = (\text{Probeta} + \text{sustrato filtrado}) - (\text{probeta} + \text{sustrato} - \text{tara})$$

$$\text{Hvo.} = \text{Agua absorbida del sustrato} / \text{peso neto del sustrato} * 100$$

$$\text{Agua absorbida del sustrato} = (\text{probeta} + \text{sustrato filtrado}) - \text{tara}$$

$$\text{Peso neto del sustrato} = (\text{tara} + \text{sustrato}) - (\text{tara})$$

2.7.2.G Capacidad de aireación (Ca)

Es la proporción del volumen del sustrato de cultivo que contiene aire, después de que dicho sustrato ha sido saturado con agua y dejado drenar, usualmente a 10 cm de tensión de columna de agua. Se restó el agua retenida a capacidad de campo del espacio poroso total (Cordón, 1991).

CDA= ESPACIO POROSO - AGUA FACILMENTE DISPONIBLE

2.7.2.H Mojabilidad (M).

Se expresa como el tiempo (en minutos) necesario para que se absorban 10 ml de agua destilada a través de la superficie de una muestra de sustrato seco a 40 ° C. El nivel óptimo es igual o inferior a 5 minutos. La Mojabilidad se determinó de la siguiente manera: se secaron 10 gr del sustrato a 40 °C. Se les aplicó 10 ml de agua destilada, determinando con cronómetro el tiempo que tardara en absorber el volumen de agua aplicado (Sosa, Levantamiento detallado de suelos del Centro Experimental docente de la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 1991).

Estas propiedades se realizaron con los residuos degradados en base seca y todas referidas en volumen. Para la prueba se utilizaron: probetas de 100 ml y 25 ml, beaker, embudo, papel filtro, picetas y hojas de papel absorbente.

2.7.2.I Propiedades químicas

Éstos resultados se obtuvieron con el equipo y reactivos del laboratorio de suelo y agua. Se determinaron:

2.7.2.J Disponibilidad de macro y micro nutrientes

El procedimiento de análisis de los nutrientes asimilables consistió en equilibrar las muestras e con una solución extractora (agua destilada) durante un tiempo normalizado. Una vez alcanzado el equilibrio se determinaron los nutrientes disueltos o extraídos por dicha solución. Estos elementos fueron: elementos primarios N, P, K, elementos secundarios Ca, Mg y micro elementos Fe, Cu, Zn, Mn. La m

2.7.2.K pH

El pH de los sustratos se midió mediante un potenciómetro. La metodología utilizada fue la siguiente: se colocaron en un beaker 25 gr de sustrato más 50 ml de agua destilada. La concentración de sales se determinó mediante un conductivímetro. (Cordón, 1991)

2.7.2.L Relación carbono: nitrógeno

Se usa como un índice de origen del sustrato, su madurez y estabilidad. Una relación inferior a 40 se considera óptima para el sustrato y es un índice de material orgánico maduro y estable. La medición de contenido de carbono orgánico se utilizó por el método de Walkley – Black de oxidación de la materia orgánica con dicromato de potasio. El

contenido de carbono se estimó para el cálculo de la relación C/N, a partir de la tasa de materia orgánica del sustrato (MO) (KORANSKI, 2004)

$$C = 0.75 * MO = 0.75 * (100 - C)$$

El nitrógeno total (N) se midió por el método Micro- Kjendahl (digestión, destilación, titulación) KORANSKI

2.7.2.M Contenido de materia orgánica.

La medición de contenido de materia orgánica se realizó por el método de Walkley – Black de oxidación de la materia KORANSKI.

2.7.2.N Bioensayo

Durante ésta etapa se alcanzó el objetivo: “Evaluar los efectos fitotóxicos como propiedad biológica del sustrato elaborado a base de los restos de plantas acuáticas extraídas de la bahía El Relleno, Lago Atitlán.

Los ensayos biológicos o bioensayos, se basan en índices de germinación y comúnmente son usados como indicadores de salinidad o presencia de compuestos tóxicos.

Se obtuvo un extracto mezclando sustrato y agua destilada en proporción 1:10 se agitó cada muestra durante 30 minutos y luego se procedió a filtrar el extracto (Rojas, Orellana, Sotomayor, & Varnero).

Materiales

- a. Cajas petrí de 9 cm de diámetro
- b. Discos de papel filtro
- c. Semillas de lechuga
- d. Extracto filtrado a evaluar
- e. Cámara de germinación oscura o bolsas plásticas negras
- f. Agua destilada (testigo)
- g. Probeta

En cada una de las cajas petrí de 9 cm de diámetro se colocó un disco de papel filtro, sobre éste se distribuyeron 20 semillas de lechuga y se adicionaron 10 ml de extracto

acuoso filtrado, evitando formación de bolsas de aire. Las placas se dejaron durante 96 horas (4 días) en cámara de germinación oscura. Terminado el periodo de exposición se cuantificó el efecto en la germinación y elongación de la radícula (Tiquia, Tylor, & Tylor, 2000).

Se registró el número de semillas que germinaron normalmente, considerando como criterio de germinación la aparición visible de la radícula.

Para medir el efecto en la elongación de la radícula, se tomó la medida de elongación de la radícula desde el nudo (región más engrosada de transición entre la radícula y el hipocotilo) hasta el ápice radicular, utilizando una regla normal (Sobrero & Ronco, 2011).

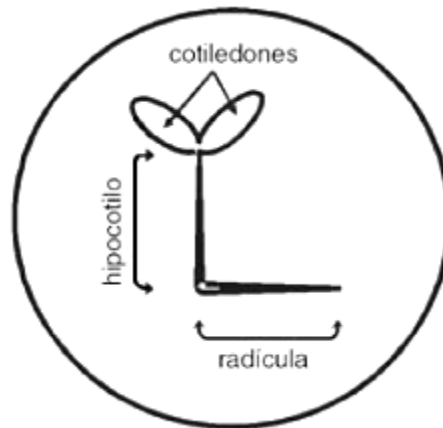


Figura 2-5 Partes de un brote de lechuga Fuente:(Sobrero & Ronco, 2011)

Luego de obtener las medidas necesarias, se calculó el índice de germinación mediante las siguientes fórmulas:

Ecuación 1 estimación del índice de germinación, prueba biológica

$$GR = \frac{\text{No de semillas germinadas en el extracto}}{\text{No de semillas germinadas en el testigo}} * 100$$

$$ER = \frac{\text{Elongación (mm) radículas en el extracto}}{\text{Elongación (mm) de radículas en el testigo}} * 100$$

$$IG = \frac{GR * ER}{100}$$

2.7.2.N.a Tratamientos evaluados en el bioensayo:

Los tratamientos evaluados fueron tres sustratos elaborados a base de residuos del complejo de plantas, a 30 días de compostaje y mezclados con arena pómez, cascabillo de café y suelo.

Un sustrato control, éste se usa en la comunidad, pulpa de café degradada, y agua destilada como testigo, para no inferir en la germinación y elongación de la radícula. La composición de los sustratos se realizó en base a volumen (V/V), utilizando una cubeta plástica de 1 litro.

Tabla 2-2 Descripción de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Nomenclatura	Combinación (% volumen)
1 A	Testigo	Agua destilada
2	PC	Pulpa de café 100 %
3	CP	Complejo de plantas 100%
4	CP+ CS	Complejo de plantas 85 % + 15 % de cascabillo de café
5	CP + Su	Complejo de plantas 85 % + 15 % de suelo

2.7.2.N.b Unidad experimental

La unidad experimental consistió en, 20 semillas ubicadas en una caja petrí plástica de 9 cm de diámetro, de las cuales se tomaron los datos de todas las semillas, los tratamientos se distribuyeron uniformemente en el laboratorio para en donde se tuvieron condiciones uniformes en todos los tratamientos.

2.7.2.N.c Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar utilizando 4 repeticiones y 5 tratamientos, 3 tratamientos a base de los extractos del complejo de plantas, 2

tratamientos control, con extracto de pulpa de café y uno con agua destilada, para un total de 20 unidades experimentales. Se utilizó el diseño completamente al azar debido a la uniformidad de las condiciones con ausencia de gradientes de variación que afectarían el experimento ya que se llevó a cabo en condiciones de laboratorio.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, r \end{array} \right.$$

En Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta de la ij-ésima unidad experimental

μ = Media general de la variable de respuesta

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (nivel del factor) en la variable dependiente

ε_{ij} = error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental (López Bautista, 2008)

2.7.3 Variables de respuesta para la caracterización físico química

A. Variables de respuesta en la caracterización física y química de los sustratos.

Las variables respuesta para la caracterización física y química de los sustratos se obtuvieron según la metodología descrita y desarrollada en el laboratorio, éstas fueron:

1. **Caracterización físicas**

- a. Materia seca (%)
- b. Densidad aparente (gr/cc)
- c. Contenido de agua (%)
- d. Porosidad (%vol)
- e. Agua fácilmente disponible (%vol)
- f. Capacidad de aireación (% vol)
- g. Mojabilidad (min)

2. **Caracterización químicas**

- a. Nutrientes disponibles (ppm)
- b. pH
- c. Salinidad (dS/m)
- d. Materia orgánica (%)

B. **Variables de respuesta en la etapa de evaluación biológica (bioensayo)**

- a. Índice de germinación de semillas
 - i. % de germinación
 - ii. Elongación radicular
- b. Aparición de cotiledones

2.7.4 Análisis de la información

El análisis de la caracterización físico química de los sustratos se realizó mediante la comparación de los resultados obtenidos con los rangos óptimos establecidos por: Koranski, Masaguer, Cadahia & Bunt para sustratos en la producción de pilones.

Para evaluar los efectos fitotóxicos de los sustratos, se obtuvo el índice de germinación de cada uno de los tratamientos, a los cuales se les realizó un análisis de varianza y una prueba de medias de tukey con un 95 % de confiabilidad, utilizando el paquete estadístico InfoStat.

2.7.5 Análisis económico

Durante ésta etapa se alcanzó el tercer objetivo: *Analizar económicamente la elaboración de los sustratos elaborados a base de residuos del complejo de plantas acuáticas encontrados en la bahía el Relleno”*

El análisis se realizó examinando los costos de la elaboración de los sustratos evaluados, examinando también ingresos, asumiendo éstos en el ingreso que pudo generar con la venta del sustrato basándose para ello en los precios comerciales de sustratos. Se utilizaron los siguientes indicadores:

$$R = (IN / CT) * 100$$

En donde

R = Rentabilidad

IN = Ingreso bruto – costos totales

CT = Costos fijos + costos variables

B/C = IB / CT

B/C = Relación beneficio costo

IB = Ingreso bruto

CT = Costo Total

2.8 Resultados y discusión

A continuación se presentan los resultados de la evaluación del complejo de plantas encontrado en la bahía El Relleno, en donde se encontraron tres plantas consideradas como malezas acuáticas (*Hydrilla verticillata*, *Egeria densa* y *Ceratophyllum demersum*), como sustrato alternativo para la producción de pilones de lechuga (*Lactuca sativa*) realizadas en sus diferentes etapas, desde su caracterización en el laboratorio hasta el análisis económico realizado.

2.8.1 Caracterización de las principales propiedades físicas de los sustratos evaluados, pulpa de café e *Hydrilla v.* en combinaciones

La caracterización física y química se realizó en el laboratorio de suelo y agua de la Facultad de Agronomía.

Tabla 2-3 Propiedades físicas de los sustratos evaluados.

Tratamiento	Ms (%)	Cah (%)	Hvol (%)	Da (g/cc)	EPT (% vol.)	AFD (% vol.)	CDA (% vol)	M (Minutos)
Valores óptimos	20 – 30	55 - 65	24 - 40	0.15 - 0.5	> 85	20 - 30	20 - 30	< 5
PC	24.709	75.29	44.02	0.7943	53.33	22.36	39.92	>5
CP + csc	24.48	75.52	89.27	0.3636	85.71	31.56	56.65	0.55.86
CP+ Su	24.99	75.01	82.18	0.4762	84.00	30.76	55.90	0.55.86
CP+ arena	24.16	75.84	90.77	0.4651	67.86	28.31	43.36	0.55.86
Turba <i>Sphagnum</i>	30.1	69.9	67.2	0.2	90.00	67.2	22.8	4.51

Los valores de materia seca de los tratamientos evaluados, se encuentran dentro del rango óptimo recomendado para un sustrato. En el caso de la humedad volumétrica, solamente en el tratamiento PC se observa una aproximación al rango óptimo.

En cuanto a los resultados obtenidos de densidad aparente (D_a) de los tratamientos, se observaron valores adecuados para los tratamientos en combinación (85%) complejo de plantas y (15%) de otros materiales (cascabillo de café, tierra y arena), mientras que en el caso de la pulpa de café, la densidad aparente sobrepasa el nivel máximo del rango recomendado.

En la variable espacio poroso total, se observaron valores muy cercanos al rango óptimo en los tratamientos Cp + csc y CP + Su, los tratamientos de PC y de CP + arena, se encuentran por debajo de los valores considerados como óptimos. El Agua fácilmente disponible en los tratamientos de CP + otros materiales, se encuentra dentro del rango de los valores considerados como óptimos, la pulpa de café por otro lado, se encuentra por debajo de éstos valores.

La Capacidad de Aireación, de los tratamientos CP + otros materiales, no se encuentra, dentro del rango óptimo, a diferencia del tratamiento PC que se encuentra ligeramente por encima del máximo del rango considerado como óptimo.

La Mojabilidad, de los tratamientos CP (85%) + otros materiales (15%), presentaron valores óptimos, por debajo de un minuto, en el caso de la pulpa de café se encuentra fuera del rango óptimo.

2.8.2 Caracterización química de los sustratos evaluados.

Tabla 2-4 Valores de pH y conductividad eléctrica de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Descripción	pH	CE dS/m	Na (ppm)
Valores óptimos		5.2 – 6.3 ¹	< 4,7 ²	
T1	PC	8.6	6.63	950
T2	CP 100 %	10.5	29.5	10,000
T3	CP 85% + Arena 15 %	10.2	32.35	7500
T4	CP 85% + Csc15 %	10.3	32.7	8750
T5	CP 85% + Su15 %	10.5	33.8	8125
Turba Sphagnum		5.9	0.3	

pH

Los tratamientos evaluados, registraron valores de pH ligeramente alcalino en el tratamiento 1, pulpa de café, le cual según los valores óptimos para el desarrollo de las plántulas es aceptable.

En cambio los valores reportados en las combinaciones del complejo de plantas + otros elementos, registraron pH de entre 10.2- 10.5, el valor más bajo correspondiente a la combinación de 85 % de complejo de plantas + 15 % de arena, y el más alto por los tratamientos 100% complejo de plantas y 85 % de complejo de plantas + 15 % de tierra, los cuales se clasifican como fuertemente alcalino este pH se puede adjudicar al alto contenido de sales presentes en el sustrato. en términos generales los valores de pH arriba de 10.00 considerados como fuertemente alcalinos para el desarrollo adecuado de las plántulas en general ya que puede inhibir la absorción de ciertos elementos.

Conductividad eléctrica

El valor de conductividad eléctrica se refiere a la concentración de sales en el sustrato, idealmente debe estar por debajo de 5 dS/m o mS/cm, como se observa en la tabla 4, los tratamientos evaluados exceden el rango óptimo, especialmente los tratamientos correspondientes a: 85 % combinaciones de complejo de plantas + 15 % otros materiales, presentan valores de conductividad eléctrica por encima del rango óptimo, que puede incidir en la fase de germinación y emergencia que es la más sensible al exceso de sales, conllevando a condiciones adversas que puede resultar en la inhibición de la germinación, pobre desarrollo radicular, muerte del embrión e incluso en un mal desarrollo de las plantas, el reflejo de ésta característica se observa de mejor manera en el ensayo biológico.

Tabla 2-5, Concentración de nutrientes mayores disponibles expresados en ppm de los sustratos evaluados

Tratamiento	P (ppm)	K (ppm)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100 g)
Rango medio1	6 – 10	150 – 249	> 200	> 70
T1	194	3,800	11.86	6.68
T2	412	4,450	12.17	3.55
T3	361	13,500	12.79	3.75
T4	356	14,500	11.86	3.55
T5	383	12,750	12.79	3.6
Turba	117.65	144.0	14192.15	1909.98

Los valores de fósforo disponible reportados por los tratamientos evaluados, sobre pasan los rangos óptimos para un sustrato hortícola, siendo mayor la concentración en el tratamiento en donde se evaluó solamente el complejo de plantas acuáticas, en combinaciones, se reportan valores menores aunque siempre por encima del rango óptimo.

Potasio,

En el caso del potasio, se registraron valores por encima de los valores óptimos permitidos para un sustrato

En el caso del Calcio, el elemento con menor concentración de los elementos evaluados, incluso por debajo de los valores aceptados, se puede observar que en el caso del magnesio (Mg) los valores registrados en todas las pruebas son menores a los rangos permitidos

Tabla 2-6 concentraciones de nutrientes menores disponibles expresadas en ppm de los sustratos evaluados

Tratamiento	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
Niveles óptimos	0.001-0.5	0.3-3.0	0.3-3.0	0.02- 3.0
T1	0.10	3.50	18.00	34.00
T2	0.50	2.50	9.00	4.00
T3	0.50	2.00	7.00	4.00
T4	0.50	1.50	10.00	3.00
T5	0.50	2.00	7.00	3.50
Turba Sphagnum	1.50	24.00	115.50	58.50

Todos los tratamientos muestran valores de cobre dentro de los rangos óptimos, siendo el más bajo presentado por el tratamiento 1, pulpa de café, por lo que no se presentan posibles problemas de intoxicación por los mimos.

Para los valores reportados de Zinc, se reporta el valor más alto por el tratamiento 1, pulpa de café, sobrepasando ligeramente el valor máximo del rango de los valores óptimos, para los demás tratamientos, complejo de plantas + otros componentes, se pueden observar los valores registrados dentro del rango de los óptimos, siendo el más bajo el tratamiento 4, complejo de plantas + cascabillo de café.

En cuanto al Hierro, todos los tratamientos presentan valores por encima del rango óptimo, aunque se encuentran por debajo de los valores reportados en la turba Sphagnum, por lo que no se considera como un elemento tóxico para las plántulas siendo el más alto el tratamiento 1, pulpa de café.

Los valores reportados de manganeso en los tratamientos, el más alto fue el tratamiento 1, pulpa de café, los valores obtenidos en los tratamientos donde se evaluó el complejo de plantas, se encuentra dentro del rango de los valores óptimos o en el caso del tratamiento 2 y 3, muy cercanos al valor superior del rango óptimo.

Tabla 2-7 Porcentaje de Materia orgánica (MO, %), Nitrógeno total (N, %), y relación C/N de los sustratos evaluados

Tratamiento		M.O (%)	N (%)	C/N
	Rango medio*	50-60	1-2	20-40
T1	Pulpa de café	8.13	0.89	9.1 : 1
T2	CP 100 %	14.38	0.99	14.5 :1
T3	CP 85% + Arena 15 %	19.1	1.14	16.8 :1
T4	CP 85% + Cascabillo 15 %	8.29	0.93	8.9 :1
T5	CP 85% + Tierra 15 %	10.21	1.12	9.1 :1
T0	Turba Sphagnum	63.92	0.73	68:1

El porcentaje de materia orgánica de los materiales, se encuentra por debajo de los rangos medios óptimos para un sustrato, siendo el más bajo el tratamiento 1, pulpa de café, ya que tiene una composición casi arenosa, seguido por el tratamiento 4, CP + cascabillo, el mayor porcentaje lo presenta el tratamiento 3,

El porcentaje de nitrógeno, para todos los tratamientos evaluados, se encuentra dentro de los rangos óptimos o muy cercanos a éste. La relación carbono- nitrógeno se encuentra por debajo del rango óptimo lo cual es indicativo de estabilidad del material, ya que debido a su origen de carbono está presente en formas no resistentes a la degradación.

En la caracterización física y química de los sustratos evaluados, se observó que físicamente, los sustratos elaborados partir de los restos de plantas acuáticas, se encuentran dentro de los rangos óptimos para las propiedades evaluadas, inclusive en casos como, mojabilidad, agua fácilmente disponible y densidad aparente los resultados son cercanos a los de la turba.

Químicamente, los sustratos evaluados a partir de restos de plantas acuáticas, se observó con los resultados que los nutrientes mayores que aportan los sustratos evaluados, los valores permitidos de fósforo y potasio están por encima del óptimo para la producción de plántulas, se observó también que en éste caso incluso la turba sobre pasa éstos niveles; Los elementos menores, se encuentran dentro o por debajo del nivel óptimo, situándose incluso muy por debajo de los nutrientes reportados para la turba, aunque el pH y conductividad eléctrica sobrepasaron los niveles óptimos, lo que hace que los sustratos evaluados a partir de los restos de plantas acuáticas no reemplace a la turba como sustrato alternativo para la producción de pilones lo cual se refleja en la caracterización biológica a continuación.

2.8.3 Evaluación de los efectos fitotóxicos de los sustratos evaluados, bioensayo.

Los bioensayos, principalmente se utilizan para establecer el efecto de sustancias fitotóxicas o salinidad en los sustratos que puedan inhibir la germinación y /o desarrollo adecuado en las semillas de lechuga.

Los valores del índice de germinación (IG) inferiores a 50 % indican una alta Fitotoxicidad del material, IG entre 50 % y 80 % indican Fitotoxicidad moderada y valores superiores al 80 % el material no presenta Fitotoxicidad(Eminio & Warman, 2004).

En la figura 6 se observa la gráfica del porcentaje de germinación de cada uno de los tratamientos evaluados, el tratamiento con el mayor porcentaje de germinación corresponde al tratamiento 1, pulpa de café, superando incluso al tratamiento testigo, en el caso de los tratamientos evaluados en base al complejo de plantas, se observan porcentajes de germinación por debajo del 50 % en su mayoría, a pesar de esto es importante hacer notar que el tratamiento 2 en donde se evaluó solamente el complejo de plantas, se observa el porcentaje de germinación más bajo comparado con los tratamientos en donde se evaluó el complejo de plantas en combinación con otros materiales, suelo y cascabillo de café, siendo el que presenta un porcentaje más alto de germinación el tratamiento 4, complejo de plantas combinadas con suelo.

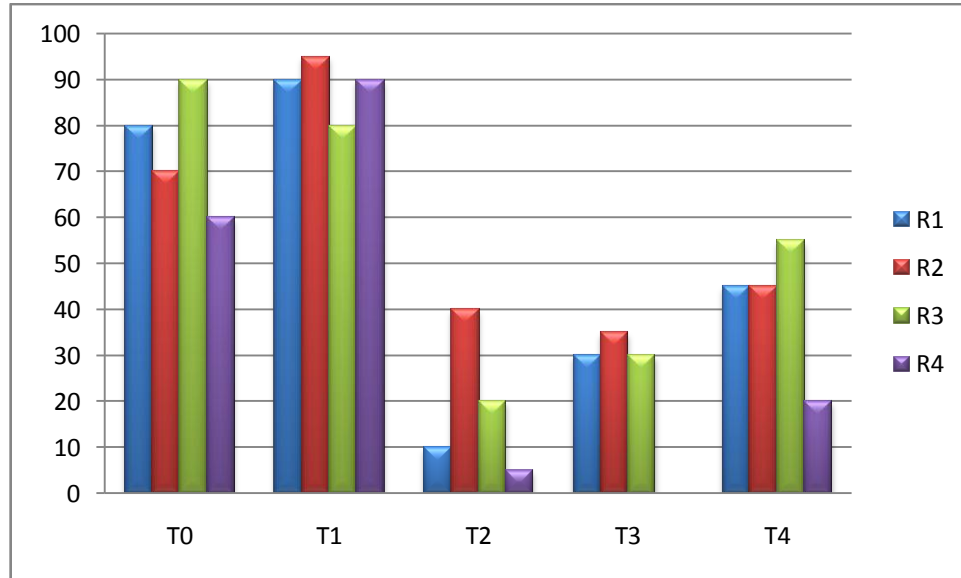


Figura 2-6 Porcentaje de germinación en cada repetición de los tratamientos evaluados

En el porcentaje de elongación radicular de las semillas germinadas se observa una diferencia marcada en comparada con los resultados obtenidos en el porcentaje de germinación (se tomó como germinación a la aparición de la radícula o cotiledones), se observa una diferencia entre los tratamientos: testigo, agua, y el tratamiento con pulpa de café, en los tratamientos del complejo de plantas se observó baja elongación radicular.

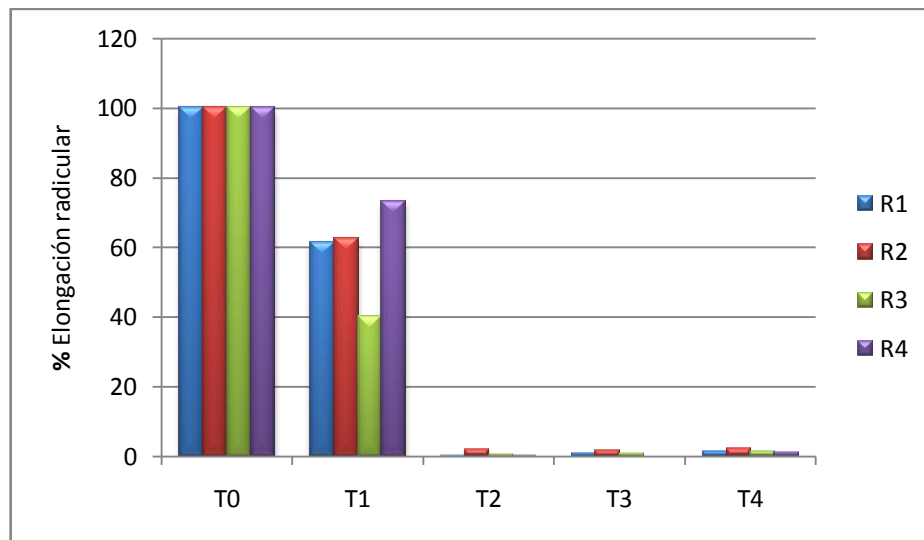


Figura 2-7 Porcentaje de elongación radicular observados en el bioensayo de los tratamientos evaluados

El porcentaje de germinación y la elongación radicular (%), son la base para calcular el Índice de Germinación.

2.8.3.A Resultados del análisis estadístico del índice de germinación de los tratamientos evaluados

Con los resultados obtenidos del índice de germinación, se realizó un análisis de varianza, ANDEVA, en donde se obtuvo diferencia significativa entre los sustratos evaluados, por lo que se realizó una prueba de medias, tukey, en donde se concluye que con un nivel de significancia del 5 % los sustratos analizados, se dividen en tres grupos, el primero con el mayor porcentaje de germinación correspondiente al testigo, un segundo grupo con un índice de germinación de 53.27 %, pulpa de café, y donde se incluyen los tres tratamientos evaluados de restos de plantas con un índice de germinación de 0.23 a 0.80 %. En la figura 8 se observan los promedios de las repeticiones de cada tratamiento del índice de germinación de las repeticiones de cada tratamiento.

Tabla 2-8 Análisis de varianza, índice de germinación

Cuadro de Análisis de la Varianza (F tipo III)					
FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19743.93	4	4935.98	60.05	<0.0001
Tratamiento	19743.93	4	4935.98	60.05	<0.0001
Error	1150.78	14	82.20		
Total	20894.71	14			

En la figura 8, se observan los promedios del índice de germinación de los tratamientos evaluados, y cómo se agrupan según la prueba de medias de tukey realizada luego de observar una diferencia significativa en el análisis de ANDEVA entre los tratamientos,

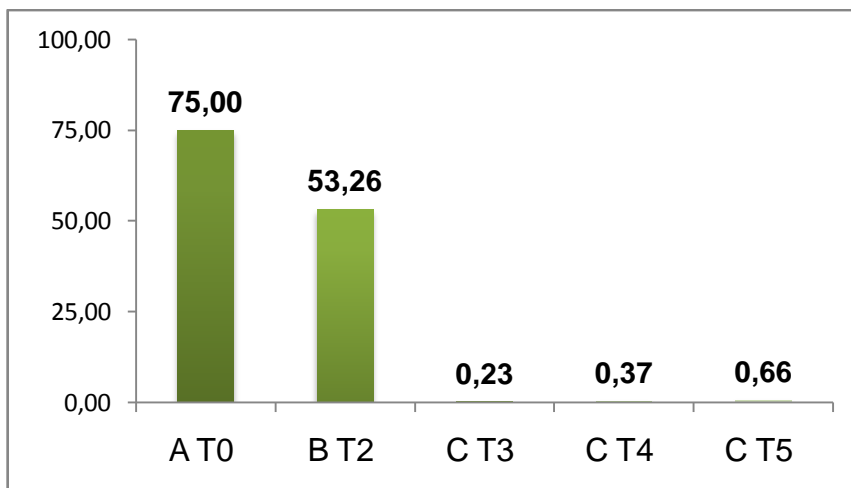


Figura 2-8. Promedio del Índice de germinación de los tratamientos evaluados

Con los promedios obtenidos, los sustratos se consideran como:

Tabla 2-9 clasificación de los sustratos de acuerdo a su toxicidad

Tratamiento	Toxicidad
Testigo (agua destilada)	no tóxico
Pulpa de café	Ligeramente tóxico
Sustrato elaborado con el resto de plantas acuáticas	Altamente tóxico

En éstos resultados, se refleja la incidencia de los elevados valores observados en la caracterización físico química de conductividad la eléctrica (6 a 33 dS/m) y pH (10), los cuales interfieren no solamente con la germinación de la semilla sino también con el posterior desarrollo de la radícula, ya que en observaciones realizadas en el bioensayo, luego de la toma de datos, en los tratamientos: T0 y T1, el desarrollo de la plántula continuaba mientras que en los tratamientos: T2, T3 y T4, el desarrollo de las plántulas fue pobre.

2.8.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico de los sustratos se estimó mediante un cuadro de costos de producción para la cantidad de sustrato utilizada en la realización de la investigación, para calcular los indicadores de rentabilidad y la relación beneficio/costo, se estimaron los ingresos asumiendo la venta de los sustratos elaborados del ensayo, el cuadro 11-1 se detalla los costos efectuados para la elaboración del sustrato.

Cuadro 2-5 costos de la elaboración del sustrato

Concepto	unidad de medida	Cantidad	Precio	Sub-totales	TOTAL
Costos directos					
1. Combustible					138
a. Extracción de complejo de plantas	Galón	1	30	30	
b. Picadora	galón diesel	1	28	28	
2. Mano de obra					
a. Extracción de complejo de plantas	Jornal	1	40	40	
b. Secado	Jornal				
c. picado	Jornal	1	40	40	
d. Compostaje	jornal				
COSTO TOTAL					138

Cuadro 2-6 libras totales producidas del sustrato

libras de sustrato húmedo extraído	Libras de sustrato seco con 30 días de degradación	Libras producidas
1100	110	110

Cuadro 2-7 Costos de sustrato por kilogramo

Costo de elaboración del sustrato	
Costo total de elaboración	138
Cantidad de sustrato en Kg	50
Costo por kg (Q)	2.76

Debido a que las mezclas se realizaron en base a una relación volumen / volumen se estimó que un kilogramo de sustrato equivale a 2.70 litros, por lo tanto el costo estimado por litro de sustrato es de Q1.02,

Para estimar los ingresos por el sustrato, se asumió un precio de venta igual al correspondiente a un litro de turba, asignando el valor de Q1.20 por litro de sustrato elaborado

Cuadro 2-8 Ingresos brutos estimados por la venta de los sustratos elaborados a base de residuos del complejo de plantas

Descripción del producto	Cantidad (litros)	Precio unitario de venta/litro (Q)	Ingreso Total (Q)
Sustrato a base de complejo de plantas	135	1.20	162

Cuadro 2-9 Estimación de los indicadores de rentabilidad y relación beneficio costo para los sustratos elaborados a base del complejo de plantas

Indicadores de rentabilidad y relación beneficio costo	
Ingreso bruto	162
Costos totales	138
Ingreso neto	Q 24

RENTABILIDAD	RELACIÓN BENEFICIO COSTO
17.39 %	1.17

El valor de rentabilidad calculada, se encuentra por debajo del porcentaje mínimo 30 %, considerado como valor adecuado para que un proyecto sea factible, la relación beneficio costo, supera la unidad, lo cual indica que a pesar de que la rentabilidad no llena el mínimo, sí se obtienen beneficios con la elaboración y utilización del materia, siendo 0.17 centavos los que se obtienen de utilidad por cada quetzal invertido en la elaboración del sustrato a base del complejo de plantas.

Más allá de la utilidad que puede obtenerse con la utilización de los residuos de plantas acuáticas, como sustrato, los beneficios sociales y ambientales que se obtienen son mucho más importantes y de impacto, por lo que utilizar materiales locales alternativos y que puedan sustituir gradualmente a la turba es posible.

2.9 CONCLUSIONES

1. Las características físicas de los sustratos evaluados, se encuentran dentro de los rangos establecidos como óptimos, al igual que las características químicas, exceptuando la conductividad eléctrica (6 a 33 dS/m) y pH (10), que exceden los rangos óptimos para el adecuado desarrollo de plántulas en pilón.
2. La fitotoxicidad del sustrato elaborado a base del residuo de plantas acuáticas se reflejó a través del índice de germinación, menor a 10 %, por lo que se clasifica como altamente tóxico.
3. El sustrato elaborado a partir del complejo de plantas con 30 días de degradación, es 18 centavos más baratos por litro, que la turba.
4. Los sustratos evaluados a base de plantas acuáticas no es recomendable para la elaboración de plántulas en pilón debido la alta toxicidad que presentada.

2.10 RECOMENDACIONES

1. Analizar el material evaluado como abono orgánico, debido a los nutrientes que puede aportar (Ver anexo I), de ésta manera se optimiza la utilización del material extraído por los vecinos.
2. Para mejorar las características del material evaluado, se recomienda realizar mezclas con otros materiales y evaluar porcentajes de los mismos.
3. Realizar un lavado del material para disminuir el exceso de sales, con esto también se puede bajar el pH al mismo tiempo.
4. Los sustratos evaluados, son materiales locales, por lo que se recomienda analizar los medios y métodos para optimizar su extracción y manejo con el propósito de disminuir los costos.

2.11 Bibliografía

1. Abad, M. 1993. Sustratos para el cultivo sin suelo: inventario y características. Almería, España, IEA / FIAPA. 47-62 p.
2. Álvarez, M. 2007. Aquatic ponds and water gardens. Argentina, Albatros. 107 p.
3. Amazon Discovery LLC, US. 2011. Polvo de *Hydrilla* (en línea). US, Alibaba.com. Consultado 20 julio 2011. Disponible en <http://spanish.alibaba.com/product-tp/hydrilla-powder-236304296.html>
4. Ansonera, J. 1995. Propiedades físicas de los sustratos. Chile Agrícola 20(208):217-218.
5. Arguello G, JD; Arias E, D; Calderón R, L; Cuevas S, E; Pat C, R; Pérez A, J; Uso de la Macrofito Sumergida *Egeria densa* para el Tratamiento de Aguas Residuales. Mérida, Yucatán, México. Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de ingeniería. 29 p.
6. Becker R, R; Aline D, G; Montanher, DR. 2007. Anatomía de especies dos géneros *Egeria planch e Hydrilla rich* (Hydrocharitaceae)(en línea). Porto Alegre, Brazil, Revista Brasileira de Biociencias, supl 1, p 360 -362, Juiode 2007. Consultado 10 jun 2011. Disponible en <http://www6.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/376/313>
7. Boccardi, E; Brugnoli, L. 2005. Especies acuáticas invasoras en Latinoamérica: ¿nuevos indicadores de viejos problemas?. Ed. por E. Mora. Ambientales, Revista Semestral de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional. vol(29): 44-52.
8. Bunt, A. 1998. Media and mixes for container-grown plans. 2 ed. Londres, Unwin Hyman. 309 p.
9. Cadahía L, C. 2000. Fertirrigación; cultivos hortícolas y ornamentales. España, Mundi-Prensa. 167-168 p.
10. Cadahía L, C. 2005. Fertirrigación, cultivos hortícolas, frutales y hornamentales. 3 ed. Madrid, España, Mundi-Prensa. 682 p.
11. Calderón O, A. s.f. Propiedades físicas de los sustratos (en línea). Chile, Biosustratos. 4 p. Consultado 7 ago 2010. Disponible en http://www.biosustratos.cl/pdf/Propiedades_fisicas_Sustratos.pdf

12. Cancinos, E. 2007. CMS Sistema de gestión de contenidos de fuentes abiertos (en línea). Guatemala, CHM-Guatemala. Consultado 25 jun 2011. <http://www.chmguatemala.gob.gt/informacion/monitoreo-debiodiversidad/automatizado/especies-piloto-a-monitorear>
13. Dix, M; Ríos G, LE; Castellanos, E; Girón, N. 2003. Sistemas acuáticos. Ed. por M. Dix; O. Medinilla y L. Ríos. Guatemala, Centro de Estudios Ambientales UVG. 139 p.
14. Hamel, K. 2010. Non-native, invasive, freshwater plants, *Egeria densa* (en línea). Ecology vol.(no.)pí-pf. Consultado 7 ago 2010. Disponible en <http://www.ecy.wa.gov/programs/wq/plants/weeds/aqua002.html>
15. Emtno, E; Warman, P. 2004. Biological assay for compost quality. Compost Science & Utilization 12(4):342-348.
16. FAO, IT. 2002. El cultivo protegido en clima mediterráneo. Roma, Itali, FAO. 318 p. (Estudio FAO: Producción y protección vegetal v. 90).
17. FIPA (Proyecto de Fortalecimiento en Políticas Ambientales, GT). 2003. Estudio de impacto ambiental para la aplicación de medidas de control y mitigación de la especie invasora *Hydrilla verticillata* en Izabal. Guatemala. 113 p.
18. Future, PF. 2010. Plants for a future (en línea). US, PFAF. Consultado 10 jun 2010. Disponible en <http://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Ceratophyllum+demersum>
19. Hillel, D. 1982. Introduction to soil physics. San Diego, US, Academic Press. 364 p.
20. Hofstra, D; Champion, P. 2006. Organism Consequence Assessment *Hydrilla verticillata* (en línea). Nueva Zelada, Biosecurity. Consultado 1 jun 2011. Disponible en <http://www.biosecurity.govt.nz/files/pests/hydrilla/niwa-hydrilla-consequence.pdf>
21. IFAS US, 1990. Center of Aquatic and Invasive Plants Gainesville (en línea). US, Universidad de Florida. Consultado el 10 de julio de 2011. Disponible en <http://plants.ifas.ufl.edu>
22. ITIS Data Acces, US. 2010. Integrated Taxonomic Information System (en línea). US. Consultado 2010 8 ago 2010. Disponible en <http://www.itis.gov/download/download2.doc>

23. Itis Report, US. 2011. *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle (en línea). Consultado 31 oct 2011. Disponible en http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=38974&print_version=PRT&source=to_print
24. Koranski, D. s.f. Recomendaciones generales para la producción de plántulas (en línea). México. Consultado 20 de julio de 2011. Disponible en <http://www.faxsa.com.mx/submen01.htm>
25. Labrada, R; Caseley, J; Parker, C. 1996. Manejo de Malezas para Países en Desarrollo (Estudio FAO Producción y Protección vegetal-120) (en línea). Roma, Italia, FAO. Consultado 8 mayo 2011. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s00.htm#Contents>
26. Lemaire, F. 2005. Cultivos en macetas y contenedores: principios agronómicos y aplicaciones (en línea). 2 ed. Barcelona, España, Mundi-Prensa. 210 p.
27. López Bautista, E. 2008. Diseño y análisis de experimentos: fundamentos y aplicaciones en agronomía. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, XX p.
28. Martínez Torres, CA. 2008. Evaluación agronómica de *Hydrilla verticillata* (L.F.) Royle como sustrato alternativo a la turba de *Sphagnum* para la producción de plántulas en pilón de chile pimiento (*Capsicum annum* L.). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 167 p.
29. Masaguer, A; López, M; Ruiz, J. 2006. Producción de planta ornamental en contenedor con sustratos alternativos a la turba. Madrid, España, Consejería de Economía e Innovación Tecnológica. 169 p.
30. Miller, R; Donahue, R. 1995. Soil in your environment. New Jersey, Prentice Hall. 649 p.
31. Moral, R; Moreno, J. 2008. *google books*. (M. Ediciones, Ed.) Consultado 8 de mayo de 2011, de http://books.google.com.gt/books?id=V2x2hEfBbboC&pg=PA402&dq=propiedades+f%C3%ADsicas+de+un+sustrato&hl=es&ei=ELsITpveFsfq0gGgpZTLCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CCsQ6AEwATgK#v=onepage&q=propiedades%20f%C3%ADsicas%20de%20un%20sustrato&f=fal

32. Novelo, H., & Lot, A. (1994). *FLORA MESOAMERICANA*. (S. K. Fernando Chiang, Ed.) MÉXICO: Universidad Nacional Autónoma de México.
33. Nuez, F. (2001). *El cultivo del tomate* (1° edición ed.). MADRID: EDICIONES MUNDI-PRENSA.
34. Nuez, F., & Abad. (1999). *El cultivo de tomate*. Mundi- Prensa.
35. Porta Casanellas, J., & Lopez Acevedo, M. (2003). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente* (3, ilustrada ed.). Mundi-Prensa.
36. Rahamen. (6 de JUNIO de 2007). *EL PORTAL DE LA FAUNA Y FLORA*. Consultado 7 de AGOSTO de 2010, de http://atlas.todofauna.com/index.php?option=com_content&task=view&id=172&Itemid=152
37. Ramey, V. (2009). *Center for aquatic and invasive plants*. Consultado julio de 2010, de Center for aquatic and invasive plants: <http://plants.ifas.ufl.edu/node/183>
38. Raviv, M., & Inbar, T. (1986). *Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plantas In the role of organic matter in modern agriculture*. Países bajos: Martinus Nijhoff.
39. Rodríguez Delfín, A., Chang La Rosa, M., Hpyos Rojas, M., & Falcon Gutierrez, F. (2001). *Manual práctico de Hidroponia*. (G. H. Valdivia, Ed.) Lima, Perú: Centro de Investigaciones de Hidroponía y Nutrición Vegetal.
40. Rojas, A., Orellana, R., Sotomayor, F., & Varnero, M. *Fitotoxicidad de extractos de residuos orgánicos y su efecto sobre el índice de germinación de rabanito y pepino*. Revista de ciencias del suelo y nutrición vegetal.
41. Ronen, E. (s.f.). (I. Haifa Chemicals, Productor) Consultado julio de 2011, de Fertilizando.com: <http://www.fertilizando.com/articulos/Nitrato%20de%20Potasio%20Multik.asp>
42. Rook, E. (14 de APRIL de 2004). *CERATOPHYLLM DEMERSUM, COMMON HORNWOR*. Consultado 7 de AGOSTO de 2010, de <http://www.rook.org/earl/bwca/nature/aquatics/ceratophyllum.html>
43. S. E. (1999). *Diccionario de ciencias hortícolas* (ilustrada ed.). España: Mundi-Prensa Libros.

44. Sobrero, M. C., & Ronco, A. (23 de 07 de 2011). *Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo*. Consultado 25 de 07 de 2011, de Ciencia para la Humanidad: http://web.idrc.ca/es/ev-84466-201-1-DO_TOPIC.html
45. Sosa, C. (1991). *Levantamiento detallado de suelos del Centro Experimental docente de la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Guatemala.
46. Sosa, C. (1991). *Levatamiento detallado de suelos del Centro Experimental Docente de la Facutlad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Guatemala: USAC.
47. T. C. (2004). INFESTACIÓN DE LA PLANTA HERBÁCEA H. verticillata EN EL LAGO DE IZABAL. 6.
48. Tiquia, S., Tylor, P., & Tylor, B. (2000). *Evaluating phytotoxicity of pig manuer from the pig on litter system In proceedings of teh internacional composting symposium*. Suiza: Secretaria de la Conversion Ramsar.
49. Tolimán, M. d. (2002). *PLAN DE DESARROLLO INTEGRAL con énfasis en la reducción de la pobreza*. plan de desarrollo, Municipalidad, San Lucas Tolimán.
50. Urrestarazu, M., & Urrestarazu G, M. (2004). *TRATADO DE CULTIVO SIN SUELO* (Tercera edición ed.). España: Edicioens Mundi-prensa.
51. VIFINEX. (2002). *Producción de sustratos para viveros*. Costa Rica.



Rolando Barrios

2.12 ANEXO I, Análisis químico de los tratamientos

Resultados del análisis químico realizado en el laboratorio de suelo y agua de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala

Nutrientes disponibles para las plantas.



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



INTERESADO: AURA CRISTINA SON
PROCEDENCIA: LAGO DE ATITLAN, SOLOLA
FECHA DE INGRESO: 22/6/2011

ANALISIS QUIMICO

IDENTIFICACION	pH	mS/cm C.E	ppm		Meq/100 gr			Ppm					Meq/100 gr			%		
			P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	CIC	Ca	Mg	Na	K	SB.	M.O.	
RANGO MEDIO			12-16	120-150	6-8	1.5-2.5	2-4	4-6	10-15	10-15								
Pulpa de café	8.6	6.63	194	3,800	11.86	6.68	0.10	3.50	18.00	34.00	31.82	13.22	9.66	0.52	6.15	92.91	14.02	
Hidrilla 100%	10.5	29.50	412	4,450	12.17	3.55	0.50	2.50	9.00	4.00	35.45	23.70	5.14	23.48	75.38	>100	24.79	
Hidrilla 85% Arena 15%	10.2	32.35	361	13,500	12.79	3.75	0.50	2.00	7.00	4.00	40.00	23.70	4.52	9.57	55.38	>100	17.61	
Hidrilla 85% Cascabillo 15%	10.3	32.70	356	14,500	11.86	3.55	0.50	1.50	10.00	3.00	40.91	31.19	5.76	20.00	70.77	>100	32.94	
Hidrilla 85% Tierra 15%	10.5	33.80	383	12,750	12.79	3.60	0.50	2.00	7.00	3.50	33.18	24.95	5.35	20.87	64.10	>100	15.33	



2.13 Anexo II ANDEVA

Análisis estadístico

Numero de observaciones por repetición: 20

Distribución de los tratamientos:

R1	T4	T3	T2	T1	T0
R2	T3	T2	T1	T0	T4
R3	T1	T0	T4	T3	T2
R4	T0	T4	T3	T2	T1

Diseño experimental:**DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR****HIPOTESIS**

Ho: $t = t$ (todos los tratamientos producen el mismo efecto).

Ha: $t \neq t$ al menos uno de los tratamientos produce efectos distintos.

MODELO ESTADÍSTICO

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, r \end{array} \right.$$

En donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta de la ij-ésima unidad experimental

μ = Media general de la variable de respuesta

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (nivel del factor) en la variable dependiente

□ ϵ_{ij} = error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental

Resultados de análisis estadístico proporcionado por el software InfoStat, versión libre, actualizada el 19 de agosto de 2011

Índice de germinación

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IG	15	0.96	0.95	30.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (F tipo III)

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19743.93	4	4935.98	60.05	<0.0001
Tratamiento	19743.93	4	4935.98	60.05	<0.0001
Error	1150.78	14	82.20		
Total	20894.71	14			

Test: Tukey Alfa = 0.05 DMS= 20.55890

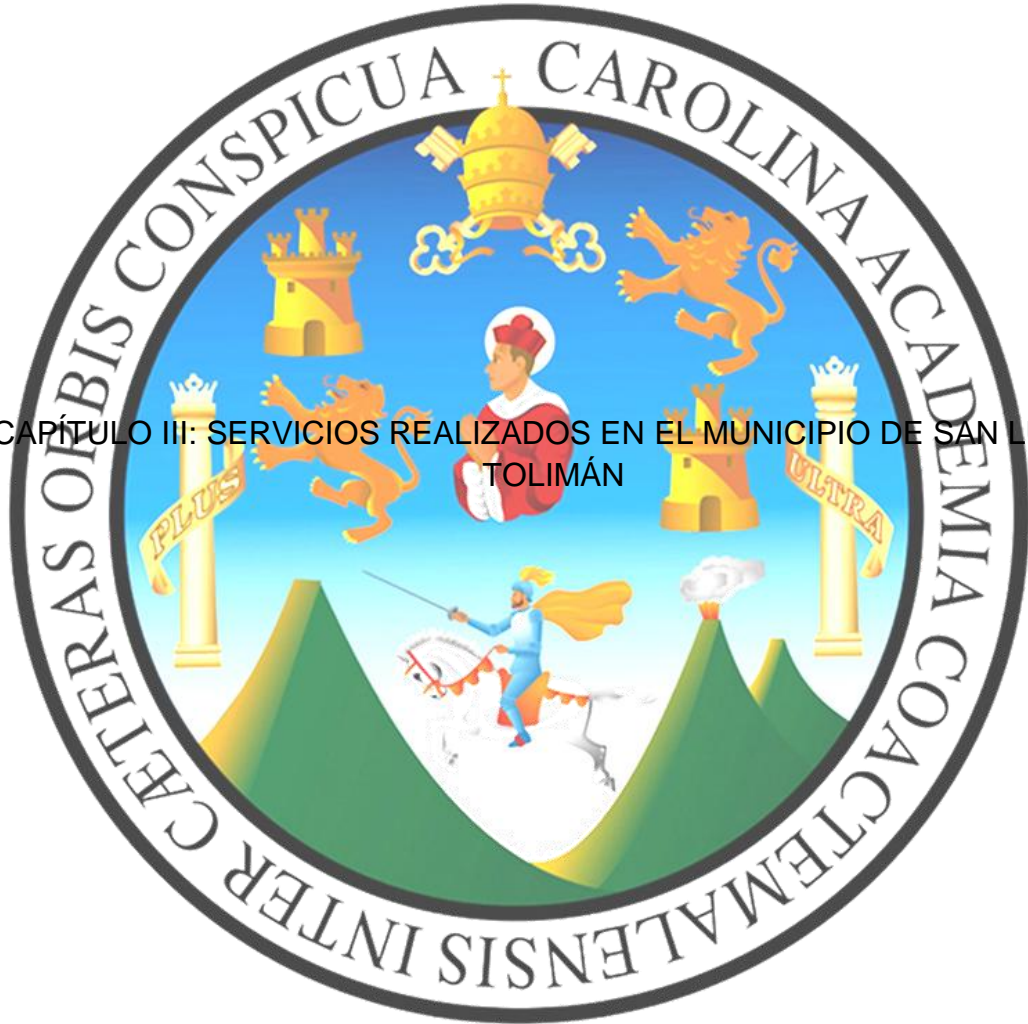
Error: 82,1983 gi: 14

Tratamiento Medias n E.E.

T2		4	4.53	C
	0.23			
		3	4.53	
T3	0.37			C
		4	4.53	
T4	0.80			C
		4	4.53	
Ti	53.27			B
		4	4.53	A
TO	75.00			

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

3 CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN



3.1 PRESENTACIÓN

Los servicios con los cuales se contribuyó a mejorar la asistencia técnica dentro del municipio, se desarrollaron en base los problemas o necesidades planteados y analizados en el capítulo I, de diagnóstico.

El primer servicio “establecimiento de huertos familiares” se enfocó en la tecnificación, con el apoyo de programas gubernamentales (PRONAGRO) de huertos familiares, especialmente a grupos de mujeres, con el fin de aprovechar el espacio de traspatio, en donde se tomaron en cuenta técnicas como el cultivo biointensivo y prácticas de manejo de desechos orgánicos (de casa).

El segundo servicio “planificación del establecimiento del vivero municipal” consistió en la planificación de la implementación de un vivero municipal ya que se contó con el apoyo de la Fundación Guillermo Toriello, a través de éste se realizó de forma detallada los materiales y las fases de la implementación del mismo, con el objetivo de promover la reproducción tanto de especies forestales locales como de frutales y café.

El tercer servicio, “apoyo técnico a las actividades agrícolas de la comunidad” a través de éste servicio se brindaron capacitaciones la primera consistió dar a conocer la utilidad y nociones básicas del uso de los Sistemas de ubicación geográfica a través del programa GvSig debido a los problemas causados por deslaves y derrumbes luego de la tormenta Agatha; la segunda consistió en exponer a grupos de agricultores la elaboración de abono orgánico tipo Bokashi, esto con la finalidad de optimizar las técnicas de elaboración de abono orgánico con materiales locales.

En el cuarto servicio se realizó la colecta e identificación de tres de las plantas acuáticas que proliferan en la bahía El Relleno del municipio de San Lucas Tolimán, ya que dentro del diagnóstico tanto autoridades municipales como personas de la comunidad manifestaron su preocupación tanto por la proliferación en la bahía como en los residuos vegetales depositados en las orillas luego su extracción.

3.2 Establecimiento de huertos familiares, con el apoyo del programa PRONAGRO del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-

3.2.1 Introducción

Se establecieron los huertos familiares con la ayuda del programa nacional de agricultura orgánica, PRONAGRO, específicamente con grupos de mujeres de las comunidades del área urbana del municipio de San Lucas Tolimán, con el objetivo de incentivar en ellas el aprovechamiento del espacio de traspatio al mismo tiempo beneficiar a las familias, tanto en una dieta más saludable como en el ahorro de la economía familiar produciendo sus propios alimentos, en San Lucas Tolimán, se logró establecer la base teórica de ésta modalidad debido a las necesidades emergentes luego del paso de tormenta Agatha, aunque no se lograron obtener resultados cuantificables de los huertos en los grupos.

3.2.2 Objetivos

3.2.2.A General

Vincular a los grupos de mujeres organizados con el programa PRONAGRO para la elaboración de huertos familiares en terrenos comunitarios de San Lucas Tolimán, cabecera.

3.2.2.B Específicos

- Dar a conocer el programa PRONAGRO a los grupos de mujeres organizados.
- Proporcionar asistencia técnica necesaria para la elaboración de huertos orgánicos.
- Elaborar huertos orgánicos demostrativos con los grupos de mujeres organizados.

3.2.3 Metodología

Coordinación de actividades:

Para la elaboración de los huertos familiares, se realizó una reunión con los grupos de mujeres con el extensionista del programa nacional de agricultura orgánica – PRONAGRO, para dar a conocer el programa y las obligaciones y beneficios del mismo para los grupos de mujeres, dentro de los que se encontraban los siguientes, el grupo se comprometió:

- a. Tener un terreno de por lo menos una cuerda para elaborar los huertos.

- b. En el mismo terreno ubicar un área para la elaboración de una lombricompostera.
- c. Realizar las tareas necesarias durante la elaboración de los huertos, y cuidar de los mismos.
- d. Colaborar con el riego tanto de los huertos como de la lombricompostera.

Mientras que el programa PRONAGRO, se comprometió a lo siguiente:

- a. Entregar por lo menos 5 libras de lombrices, coqueta roja, por grupo de mujeres que tuviese ya instalada la caja.
- b. Entregar las semillas necesarias para la elaboración de 15 huertos dentro del terreno de una cuerda.
- c. Realizar visitas periódicas para la asistencia técnica necesaria dada por parte del extensionista encargado.

Se visitaron los terrenos ya asignados, uno se encontraba detrás del Rastro Municipal, y otro en las cercanías del mercado, ambos de menor tamaño de lo solicitado.

Para la implementación de los huertos, se realizó una actividad previa que consistía en la explicación de los siguientes temas:

Explicación sobre la importancia del cultivo de traspatio, en donde los grupos se mostraron muy interesados, especialmente por los beneficios, como la obtención de alimentos y el aprovechamiento de los desechos orgánicos, que obtienen con ésta práctica.

Doble excavación, se realizó una presentación práctica de cómo elaborarla, en la que también se dieron a conocer sus beneficios para el cultivo de traspatio. Cultivo biointensivo, se elaboró un plan junto con los grupos en base a los recursos que el programa proporciona, los cuales consisten en las siguientes especies:

Obtención de semillas, las semillas y pilones que se utilizaron fueron proporcionados por el programa PRONAGRO aunque también se contó con la ayuda del Instituto Mesoamericano de Permacultura, que mostró su apoyo a las actividades.

3.2.4 Resultados

Se trabajó con 4 grupos de mujeres de entre quince y veinte integrantes cada uno:

- Sector Spencer
- El relleno
- Nueva Esperanza
- Escuela
- Pachabaj

A pesar de los compromisos que se plantearon por ambas partes, no se logró completar las actividades planteadas debido a las siguientes causas:

Problemática del terreno

El grupo de la comunidad Spencer, tenía contemplado realizar los huertos en un terreno vecino al Rastro Municipal, el cual ya estaba designado por las autoridades municipales, al guardián quien disponía del mismo, y no permitió que se realizaran los huertos ya que sin previo aviso realizó siembras en el terreno, por lo que éste grupo no logró elaborar sus huertos por problemas legales del terreno conjuntamente como consecuencia de la tormenta Agatha, se inundó y los escombros del paredón vecino que cayó por el socavamiento de sus bases ocuparon la mayor parte del espacio.

En el caso de los demás grupos, el problema se enfocó en la falta del terreno solicitado en tal caso se veían obligadas a buscar terrenos ajenos, los cuales solamente estaban disponibles en alquiler, que consideraron un costo muy alto para mantener.

Condiciones climáticas

El programa inició en abril, desde la primera reunión, cuando ya se había realizado trabajos de laboreo en los terrenos (previo a los problemas legales) el 29 de mayo, se registró la tormenta Agatha, la cual afectó a la mayor parte del territorio guatemalteco, San Lucas Tolimán, fue una de las comunidades en donde se observaron consecuencias graves, por la ubicación geográfica las familias de las comunidades Nueva Esperanza y Spencer, fueron evacuadas, ya que se encuentran en una hondonada por lo que se inundaron, El Relleno también fue evacuado por los deslizamientos de tierra registrados en el área, en donde se resalta que en una de las comunidades cercanas una familia fue soterrada por uno de éstos deslizamientos.

Luego del paso de la tormenta, la mayoría de las familias se encontraban en los refugios, escuelas y el salón municipal, por lo que dificultó el seguimiento a los grupos de mujeres.

Los huertos familiares no pudieron concluir debido a los inconvenientes anteriormente planteados.

3.2.5 Evaluación

La elaboración de los huertos familiares no logró concluirse por los acontecimientos ya mencionados, pero sí se logró vincular a los grupos de mujeres junto con la escuela con las que se trabajó con esto se asegura que el municipio sea incluido en el área de incidencia del Programa Nacional De Agricultura Orgánica, PRONAGRO, y que se logren alcanzar objetivos de éste como el de favorecer a la agricultura ecológica y desarrollar la organización empresarial entre las mujeres para fortalecer los sistemas productivos y de vinculación.

3.3 Planificación del establecimiento del vivero municipal agroforestal

3.3.1 Introducción

La importancia en la elaboración de un vivero municipal agroforestal, radica en que la propagación de las especies nativas del municipio especialmente en las reforestaciones ya que la mayoría de los programas de reforestación manejan solamente pino y ciprés, cuando en los bosques nativos del lugar no se presentan éstas especies, sumado a esto, los terrenos en donde se realizan las actividades agrícolas presentan una pendiente pronunciada en su mayoría que podría aprovecharse en cultivos como café o aguacate Hass, especies que podrían ser proporcionadas a menor costo a los agricultores del municipio a través del vivero municipal, a pesar de su importancia la Municipalidad no cuenta con fondos suficientes para la ejecución y mantenimiento del mismo, por lo que se hace necesario recurrir a organizaciones no gubernamentales, presentando una planificación y más importante una cotización de los costos del vivero para obtener los recursos necesarios.

3.3.2 Objetivos

General

Elaborar una planificación para el vivero municipal agroforestal para el aprovechamiento del espacio y los recursos disponibles.

Específicos

- a. Planificar las actividades a realizar para la construcción del vivero
- b. Cuantificar los materiales necesarios para la elaboración del vivero.
- c. Determinar las plantas a propagar en el vivero.
- d. Estimar los costos de establecimiento del vivero.
- e. Elaborar un cronograma de actividades para la elaboración del vivero.

3.3.3 Metodología

Obtención de la información

Se consultó con los patrocinadores del proyecto, Fundación Guillermo Toriello, sobre aspectos como: medidas del terreno, especies de especial interés en propagar, recolección de semillas, etc.

Se realizó una consulta en viveros cercados para determinar el sustrato a utilizar, bolsas.

Cotización y planificación

Se realizó la planificación (planos) del vivero se contabilizaron los materiales (de construcción, jornales y del vivero) en base a los datos recolectados previamente

Con los materiales ya establecidos, se procedió a cotizar en ferreterías de la comunidad los materiales y el costo total de los materiales a utilizar

Se planificaron las actividades para la elaboración del vivero a través de jornales, con tareas específicas.

Por último se realizó una programación de actividades a través de un cronograma.

3.3.4 Resultados

Para la presentación de la planificación y cotización del vivero municipal agroforestal, se elaboró un documento (anexo) dirigido a los financistas del proyecto, Fundación Guillermo Toriello, a través de la Oficina Municipal de Planificación.

3.3.5 Evaluación

La planificación y cotización del vivero agroforestal municipal, dio las herramientas a la Oficina Municipal de Planificación para gestionar la ejecución del proyecto, que se realizó en un terreno privado ubicado en el casco urbano, arrendado a la Municipalidad con el valor simbólico de Q1.00 por año.

3.4 Apoyo técnico a las actividades agrícolas de las comunidades de San Lucas Tolimán, Sololá

3.4.1 Introducción

El apoyo técnico en las labores agrícolas del municipio es importante ya que con esto se favorece a obtener mejores resultados.

Se realizaron capacitaciones en las siguientes líneas, una de ellas fue la capacitación en Sistemas de Ubicación Geográfica con la ayuda del Software GV Sig., con el propósito de que los grupos que apoyan a la seguridad ante los desastres naturales, como la quema de la vegetación del volcán Tolimán en 2009 o los deslizamientos con el paso de la tormenta Agatha, tuviesen ésta herramienta a la mano y no dependieran de organizaciones ajenas al municipio para actuar de acuerdo a la emergencia que se presente.

El siguiente tema que se abordó con las capacitaciones fue el del fomento de la agricultura orgánica dentro de las actividades tanto en mujeres como en hombres de la comunidad, especialmente para aprovechar lo que suelen llamar “desechos” de cosecha, como la pulpa de café, y utilizarlas como materia prima para elaborar abono orgánico tipo Bokashi o bien como alimento para lombrices, coqueta roja, que beneficia tanto al medio ambiente con el manejo adecuado de ellos como a los agricultores que pueden procesarlos y obtener mejores resultados con la incorporación de los abonos elaborados. Más allá de la importancia de las capacitaciones, fue la vinculación directa de la comunidad con programas como PRONAGRO y UEEDICH, con lo que se logra que la ayuda sea directa a los ejecutores de las actividades con las que se cuenta apoyo tanto financiero como técnico.

3.4.2 CAPACITACIÓN: MANEJO DE INFORMACIÓN DIGITAL GEOREFERENCIADA Y USO DE ORTOFOTO PARA EL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLÁ.

3.4.2.A Objetivos

General:

- Desarrollar Capacidades Locales en el Manejo de Información Digital Georeferenciada, de apoyo a los Procesos de Planificación y Gestión Municipal e institucional del país.

Específicos:

- Dar a conocer la utilidad e importancia del uso de ésta herramienta en el municipio.
- Capacitar personal técnico municipal e institucional en el uso de información Geográfica del Municipio de San Lucas Tolimán.

3.4.2.B Metodología

Luego del paso de la tormenta Agatha, luego de observar la vulnerabilidad de las comunidades del municipio de San Lucas Tolimán y el peligro que representan los deslizamientos de material desde el volcán Tolimán, Se gestionó por medio de la municipalidad de San Lucas Tolimán la solicitud de capacitación tanto a técnicos municipales como a técnicos de las instituciones involucradas en el municipio. Para lo cual se procedió de la siguiente manera: se elaboró una carta de solicitud dirigida al director del área MAGA-SIG, José Miguel Duro, con el visto bueno del alcalde municipal, Oscar Pic Solis, en la que se detallaban las razones por las que la capacitación en éste aspecto es indispensable en un municipio altamente vulnerable.

Con la alerta luego de la tormenta, Sololá, se encontraba en una región prioritaria por la magnitud del desastre por lo que la capacitación en San Lucas Tolimán fue priorizada y programada para los días 31 de agosto y 1 de septiembre del año 2010.

Para la capacitación se solicitó cierto requerimiento Logístico para Personal Técnico de la Unidad De Planificación Geográfica Y Gestión De Riesgos, UPGGR, que consistía en hospedaje y Alimentación por los días de duración del taller para dos técnicos. Se limitó el

número de participantes a un mínimo 10 y máximo 15 personas, esto debido a las limitaciones del material. Se enfatizó en el perfil de los participantes los cuales debían llenar los siguientes requisitos: conocimientos básicos de paquetes de computación Excel y Word, de preferencia con noción de los Sistemas de Información Geográfica.

Equipo necesario: Computadora personal o de escritorio (una por cada participante o en efecto una por pareja); con mouse para que facilitara el proceso de aprendizaje

3.4.2.C Resultados:

Los participantes fueron convocados de acuerdo a la relación o interés con el tema, tomando en cuenta el perfil solicitado por el programa programado, los cuales se enlistan a continuación.

LISTADO DE PARTICIPANTES capacitación SIG San Lucas Tolimán	
Nombre de la Institución	Número de participantes
Oficina municipal de planificación, OMP	2
Fundación Guillermo Toriello, FGT	1
Comité de reconstrucción	1
Misión San Lucas	2
Instituto Mesoamericano de Permacultura, IMAP	3
Vivamos mejor	2
René	1
Guarda recursos, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, CONAP	1
Epesistas de la Facultad de Agronomía de los municipios de San Lucas Tolimán, Santiago Atitlán y San Antonio Palopó	2

Tabla 3-1 participantes de la capacitación SIG, San Lucas Tolimán

Como introducción a la capacitación, se realizó una presentación a los participantes, en la que se expuso la importancia de la utilización de éste programa en la identificación y monitoreo de áreas de riesgo que podrían ayudar a prevenir desastres, que como la

tormenta Agatha, en que se observaron grandes deslizamientos de suelo y rocas, tanto en el área rural como en el área urbana del municipio, en donde se lamentó la pérdida por el soterramiento de 16 personas.



Figura 3-1 participantes del taller SIG

La agenda del taller fue la siguiente:

Tabla 3-2 cronograma capacitación SIG

Cronograma de capacitación SIG Agosto-Septiembre 2010					
Participantes	Días		lugar	SOFTWARE	RESPONSABLES
	Técnicos de Municipalidades (OMP's, IUSI, Catastro, OFM) e Instituciones de desarrollo Local	31 agosto			

Se utilizó el Software Gv- SIG (Gratuito), proporcionado por el equipo de la Unidad De Planificación Geográfica Y Gestión De Riesgos,

Los participantes fueron capacitados en los siguientes aspectos:

- Conceptos básicos
- Consulta y visualización de capas temáticas
- Extracción de información por área geográfica
- Visualización de ortofotos
- Generación de capas de puntos, líneas y polígonos en base a la ortofotos y GPS.
- Configuración y Manejo de GPS.



Figura 3-2

Capacitación SIG

Los asistentes recibieron de parte de los capacitadores de la UPGGR la siguiente información:

DVD´s cuyo contenido es el siguiente: copia del Software gv_SIG, con las siguientes carpetas *DATOS*: integra la información temática básica de cuencas, cobertura forestal, intensidad de uso del suelo, capacidad de uso de la tierra metodología USDA, información fisiográfica, información geológica, información de series de suelos y zona de vida escala 1:250,000, información del Censo Agropecuario 2003 y poblacional

Carpeta de IMÁGENES que contiene información relacionada a mosaico de Hojas Cartográficas a Escala 1:50,000 referido al año 1990 y ortofotos que cubren el departamento de Sololá , *JPGS* catorce en total relacionados a: Mapa base, Forestal, Cuencas Hidrográfica, fisiografía, Intensidad de Uso, Mapa de Precipitación Anual, Serie de Suelos, Temperatura Anual, Uso de la Tierra, Mapa Geológico, uno de cada uno a escala 1:50,000, *Shapes* relacionadas a Recursos Naturales, Productivos e información general social (lugares poblados, carreteras, infraestructura, límites municipales, otros).

3.4.3 CAPACITACIÓN DE ELABORACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE ABONO ORGÁNICO, PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS DENTRO DE LA COMUNIDAD (Estiércol, y derivados del beneficiado de café)

3.4.3.A Objetivos

General

Brindar a poyo técnico y social en las actividades agrícolas mediante la producción de abonos orgánicos en las comunidades del municipio de San Lucas Tolimán, Sololá.

Específico

- a. Capacitar junto con los programas PRONAGRO y UDEICH a los agricultores en el aprovechamiento de los recursos locales, y elaboración de abonos orgánicos.
- b. Promover la agricultura orgánica con la elaboración de plaguicidas a través de extractos naturales.
- c. Facilitar la apropiación de tecnología y difundirla a través de los mismos agricultores de manera que contribuya a la producción agrícola sostenible sin dañar los recursos naturales.

3.4.3.B Metodología

1 Organización y coordinación:

La organización de las capacitaciones se obtuvo el apoyo de la Granja Parroquial, quienes proporcionaron el lugar, los aparatos audiovisuales para proyectar la presentación multimedia y materiales necesarios para la parte práctica de cada una de las capacitaciones, las capacitaciones se realizaron en un solo día en las fechas propuestas, debido a que no se cuenta con un extensionista de PRONAGRO O UEDICH que cubra éstas actividades en el municipio.

Convocatoria para los participantes

Para la convocatoria de los participantes, se elaboraron invitaciones que indicaban la fecha, lugar y horario de la capacitación, ésta fue entregada directamente al coordinador de los grupos invitados. Se convocaron a las siguientes instituciones: Municipalidad,

personal del vivero agroforestal, asociación Ijat'z, Veterinarios & agrónomos sin Fronteras, guarda recursos del CONAP, grupo de mujeres de las comunidades del área urbana del municipio, agricultores asociados del programa de café de la Granja Parroquial y personas independientes con interés en el tema, con el propósito de que ellos divulgaran el conocimiento en los espacios en los que se desenvuelven.

Programa de las capacitaciones

La programación de las capacitaciones fue la siguiente:

Primero se realizó una explicación de los materiales y la función de cada uno de ellos en la preparación del abono, luego se detallaron los pasos a seguir durante la elaboración del abono, explicación teórica que se apoyó una presentación multimedia elaborada por los técnicos de PRONAGRO y UEDICH ,

3.4.3.C Resultados

3.4.3.C.a Elaboración de abono tipo bokashi

Se elaboró la capacitación teórica práctica sobre la elaboración del abono tipo bokashi, dando importancia a los materiales que se utilizaron, haciendo ver que éstos materiales son en algunos casos como el estiércol del “rastro” y el cascabillo de café son tratados como desechos y no se aprovechan, pueden ser utilizados como materias primas para elaborar éste tipo de abono.

Tabla 3-3 materiales para elaborar de 20-25 quintales de abono tipo bokashi

Material solicitado	Material local
1 quintal de afrecho	Medio quintal de cascabillo de café
9 quintales de restos de carbón “xinga”	-----
4 quintales de estiércol (se pueden usar varios estiércoles mezclados)	Gallinaza, estiércol de conejo y ganado.
1 quintal de ceniza	--
2 libras de levadura de pan	--
2 tapas de panela, o 1 galón de melaza	--
Agua, debe hacerse la prueba del puñado, solo se aplica una vez	--
Nylon para cubrir	--
8 quintales de tierra negra	--
12 quintales de broza	--

Con los materiales utilizados se elaboraron 18 quintales de abono tipo bokashi, que fueron repartidos entre los grupos que fueron convocados, y cada uno de ellos, decidió evaluar el abono de diferentes maneras, probándolas en almácigo de café y en huertos orgánicos.

3.4.3.C.b Elaboración de lombricomposteras

Se trabajó el lombricompostaje en cajas de madera, con lombriz “coqueta roja”, que se encarga de degradar los materiales y convertirlos en abono, un subproducto de éste proceso es el humus que es utilizado como fertilizante foliar para planas. Se realizó una caja demostrativa, y se incentivo a los participantes a realizar las propias en cada una de

las instituciones, con el compromiso del programa PRONAGRO de proporcionarles por lo menos 2 kilos de cría para iniciar el lombricompostaje.

3.5 Identificación de las plantas acuáticas encontradas en la bahía El Relleno, San Lucas Tolimán

3.5.1 Introducción

Las especies vegetales que se encuentran en la bahía El Relleno, Lago Atitlán, son altamente proliferantes, representan inconvenientes a la comunidad ya que obstruyen la extracción de agua que se distribuye en el pueblo, disturba el ornato del lago, haciendo que se acumulen desechos que son transportados por los canales de agua pluvial hacia el lago, por ello, los comunitarios las extraen de manera artesanal utilizando garfios y un cayuco, pero no realizan algún proceso posterior, por lo que la municipalidad se mostró muy interesada en conocer características de las especies extraídas para realizar un manejo adecuado.

3.5.2 Objetivos

General

Colectar e identificar las especies vegetales que se encuentran dentro de la Bahía El Relleno, que se extraen de manera artesanal por los comunitarios.

Específicos

- a. Colectar de forma artesanal las especies vegetales acuáticas encontradas en la bahía El Relleno.
- b. Identificar taxonómicamente a las especies vegetales encontradas en la Bahía El Relleno, San Lucas Tolimán.
- c. Realizar una revisión bibliográfica breve de las características de las especies vegetales identificadas.

3.5.3 Metodología

Preparación y colecta del material.

Se realizó la revisión bibliográfica sobre la colecta de especímenes vegetales acuáticos y de los documentos realizados en donde se hace mención de la flora acuática del lago de Atitlán. Luego colectaron los materiales a través de métodos artesanales, con garfios en las partes más densas donde se encontraban las plantas, poniendo especial atención en la colecta de flores.

Con el material, colectado, se procedió a la preservación, una parte en seco, en una prensa y otra en alcohol, para su identificación en el herbario de la facultad de agronomía.

Identificación de las plantas

Luego de la colecta y procesamiento del material, se procedió a su traslado al herbario de la Facultad de Agronomía, y con la flora de Guatemala se procedió a identificar a las especies encontradas en base la clave.

Por último con la identificación de las especies vegetales encontradas en la Bahía El Relleno, San Lucas Tolimán, se realizó una revisión bibliográfica sobre las mismas.

3.5.4 Resultados

De acuerdo a la identificación realizada en el Herbario de la Facultad de Agronomía, la flora de Guatemala, las especies de plantas acuáticas extraídas de la Bahía El Relleno, San Lucas Tolimán, Sololá fueron las siguientes:

Tabla 3-4 Descripción taxonómica de las especies encontradas en Bahía El Relleno

División taxonómica			
Reino	Plantae	Plantae	Plantae
División	<i>Magnoliophyta</i>	<i>Magnoliophyta</i>	Magnoliophyta
Clase	<i>Liliopsida</i>	<i>Magnoliopsida</i>	Liliopsida
Orden	<i>Hydrocharitales</i>	Nymphaeales	Alismatales
Familia	Hydrocharitaceae	<i>Ceratophyllaceae</i>	Hydrocharitaceae
Género	Egeria	<i>Ceratophyllum</i>	Hydrilla

Especie	<i>Egeria densa</i> ¹	<i>Ceratophyllum demersum</i> ²	<i>Hydrilla verticillata</i> (L.f.) Royle) ³
Características principales	Las tres especies vegetales encontradas en la bahía El Relleno, que son extraídas manualmente con garfios que alcanzan hasta 6 metros de profundidad, son consideradas malezas acuáticas, de crecimiento acelerado, que puede desplazar la vegetación acuática nativa y perjudicar incluso a la fauna nativa.		
Problemas identificados por los comunitarios	<ul style="list-style-type: none"> • Obstrucción de vías lacustres por el material vegetal que flota luego de desprenderse del fondo, que hace que en la superficie se acumulen los plásticos y otros desechos que son arrastrados hacia el lago. • Afecta al potencial turístico del lago, ya que daña su ornato, uno de los comunitarios expresó que un visitante extranjero incluso dijo que “la había tenía más parecido a <i>un campo de golf</i> que al <i>lago más lindo del mundo</i>”. • Según los comunitarios e “está perdiendo parte de las orillas de la playa” causado más bien por los sedimentos que se acumulan del material vegetal viejo que luego de flotar en la superficie precipita, esto además acelera el proceso de eutrofización del lago. 		

Fuentes: (ITIS DATA ACCES, 2010)¹ (Rook, 2004)² (Itis Report, 2011)³

3.5.5 Evaluación

Éste servicio dio origen a la investigación del Ejercicio Profesional Supervisado, donde se evaluó el residuo de las plantas para la elaboración de sustrato para plántulas en pilón. Con ésta información se concluye que las plantas acuáticas que se encuentran en la bahía El Relleno, y en orillas de varios pueblos que se encuentran alrededor del lago de Atitlán

que cuentan con una playa no muy profunda, están ubicadas en lugares en donde el alimento (residuos orgánicos o lixiviados de productos químicos) y son capaces de proliferar a un paso acelerado en condiciones ideales, así que a pesar de la masa de material vegetal y de los inconvenientes por la presencia de éstas, se debe considerar el uso moderado de

4 ANEXOS



Figura 4-1 capacitación: elaboración de abono tipo bokashi



Figura 4-2 Capacitación: elaboración de lombricompostaje

Municipalidad de San Lucas Tolimán

**PRESUPUESTO
VIVERO MUNICIPAL AGROFORESTAL,
CERRO IQ'ITIW**

Dirigido a: Fundación Guillermo Torriello

San Lucas Tolimán, Sololá

Guatemala Abril de 2010

INDICE

1	PRESUPUESTO, VIVERO MUNICIPAL AGROFORESTAL	140
2	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES A REALIZAR	140
2.1	Recolección de semillas.....	140
2.2	Preparación y limpieza del terreno.....	140
2.3	Preparación de la tierra.....	140
2.4	Preparación de los semilleros.....	141
3	PLANO DEL VIVERO	142
3.1	PLANTA.....	142
3.2	PERFIL.....	143
3.3	BODEGUITA.....	144
4	MATERIALES PARA LA ELBAORACIÓN DEL VIVERO	146
5	CRONOGRAMA	148
6	DESCRIPCIÓN DEL COSTO DE LOS JORNALES, POR ACTIVIDAD	149

Índice de cuadros

CUADRO 1 DESCRIPCIÓN Y COSTO DE MATERIALES.....	146
CUADRO 2, CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	148
CUADRO 3, JORNALES POR ACTIVIDAD.....	149

Índice de figuras

FIGURA 1, PLANTA DEL VIVERO AGROFORESTAL.....	142
FIGURA 2, PERFIL VIVERO AGROFORESTAL.....	143
FIGURA 3, PLANTA DE BODEGUITA.....	144
FIGURA 4 PLANO, ELEVACIÓN DE LA BODEGUITA.....	145

PRESUPUESTO, VIVERO MUNICIPAL AGROFORESTAL
CERRO IQ'ITIW

El área necesaria para llevar a cabo el vivero en la primera fase con una capacidad de 10,000 plantas será de un terreno de 15m X 15m distribuidas de la siguiente manera

1. 5,000 plantas forestales
2. 3000 plantas de café
3. 2000 plantas de aguacate

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES A REALIZAR

Recolección de semillas

Para llevar a cabo la recolección de semillas, se utilizará el sistema *Recolección en el suelo*, ya que es un sistema práctico y por demás barato, recomendado para aquellas especies cuyos frutos normalmente son de apreciable tamaño y peso. Se necesita conocer con precisión la época de maduración y caída de los frutos, ya que una vez desprendidos duran poco tiempo antes de ser atacados por animales, hongos o bacterias. Este método va asociado con la sacudida del árbol o ramas altas que ayudan a su desprendimiento.

Preparación y limpieza del terreno

El terreno en donde se implementará el vivero agroforestal, debe estar libre de malas hierbas, por lo que deben realizarse actividades de limpieza, en caso de tener una pendiente muy pronunciada, es preferible realizar terrazas.

Preparación de la tierra

La tierra para vivero debe tener una composición de 3 partes de tierra negra y 1 parte de arena blanca, se recomiendan según el vivero de Santiago Atitlán, una

mezcla de 7 carretas de tierra negra o combinada con materia orgánica, y 3 partes de arena blanca, de preferencia de granos pequeños.

Preparación de los semilleros

Los semilleros deben tener por lo menos 20 cm de profundidad, son especialmente para las semillas que son muy pequeñas, y para el aguacate. Sus dimensiones son 1.5 m de ancho por cinco metros de largo.

PLANO DEL VIVERO

PLANTA

Descripción

1. Se usaran postes de pino de 12' de altura a cada 5 m, de sostendrá el material que con el que se delimitará el vivero, donde se tensará el alambre para el sostén del tzarán.
2. El techo del vivero será de tzarán, el cual estará sostenido por alambre galvanizado.
3. El área para la preparación de la tierra y llenado de bolsas, será fuera del vivero.

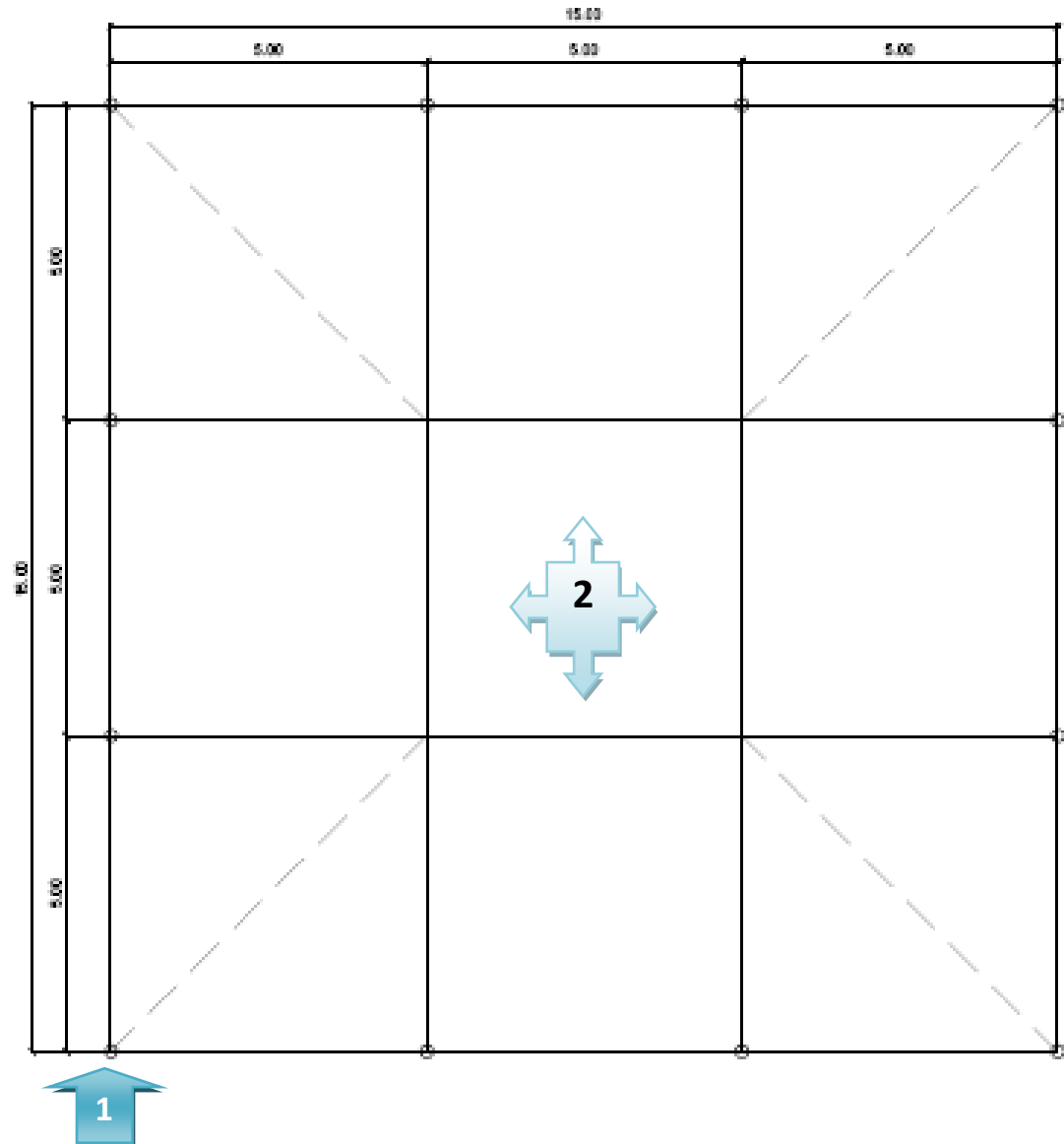


Figura 0-1, Planta del vivero agroforestal

ELEVACIÓN

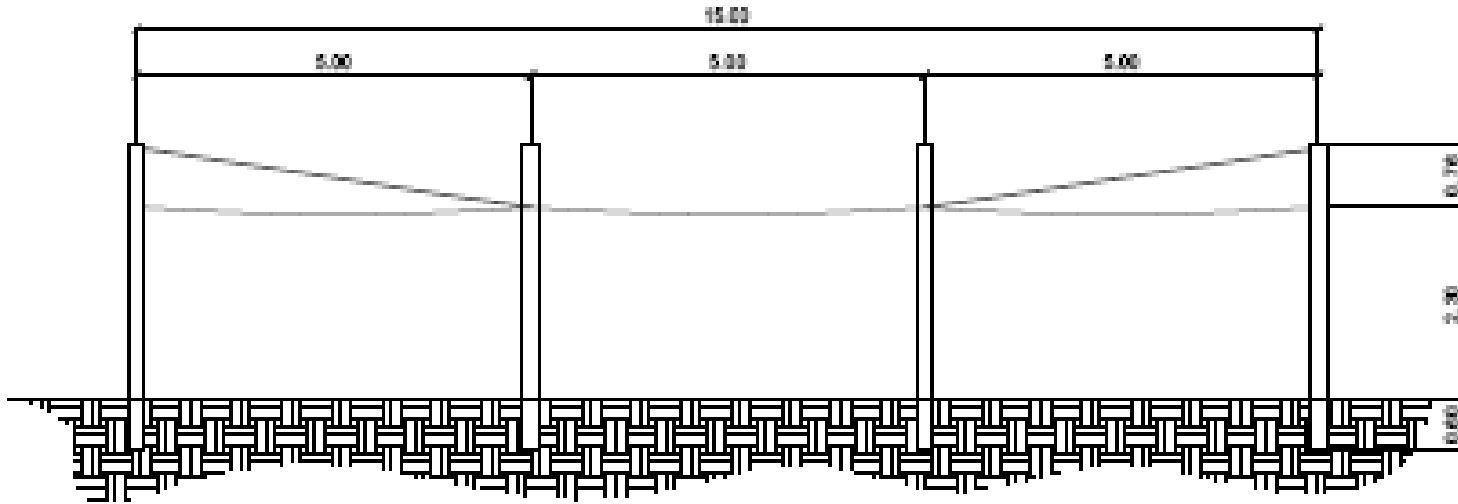


Figura 0-2, perfil vivero agroforestal

BODEGUITA

La bodega está diseñada con espacio suficiente para albergar al encargado del vivero, además de guardar las herramientas utilizadas en el vivero.

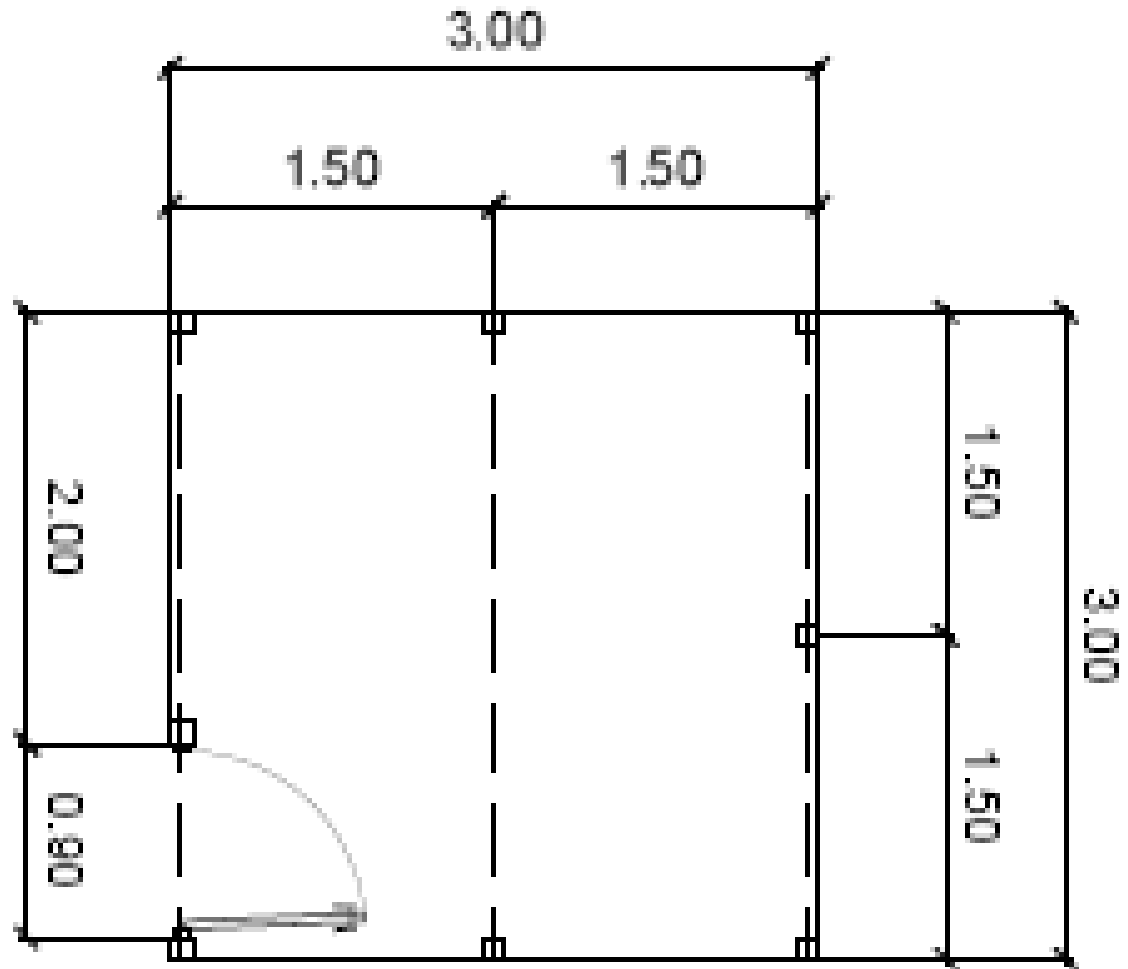


Figura 0-3, Planta de bodeguita

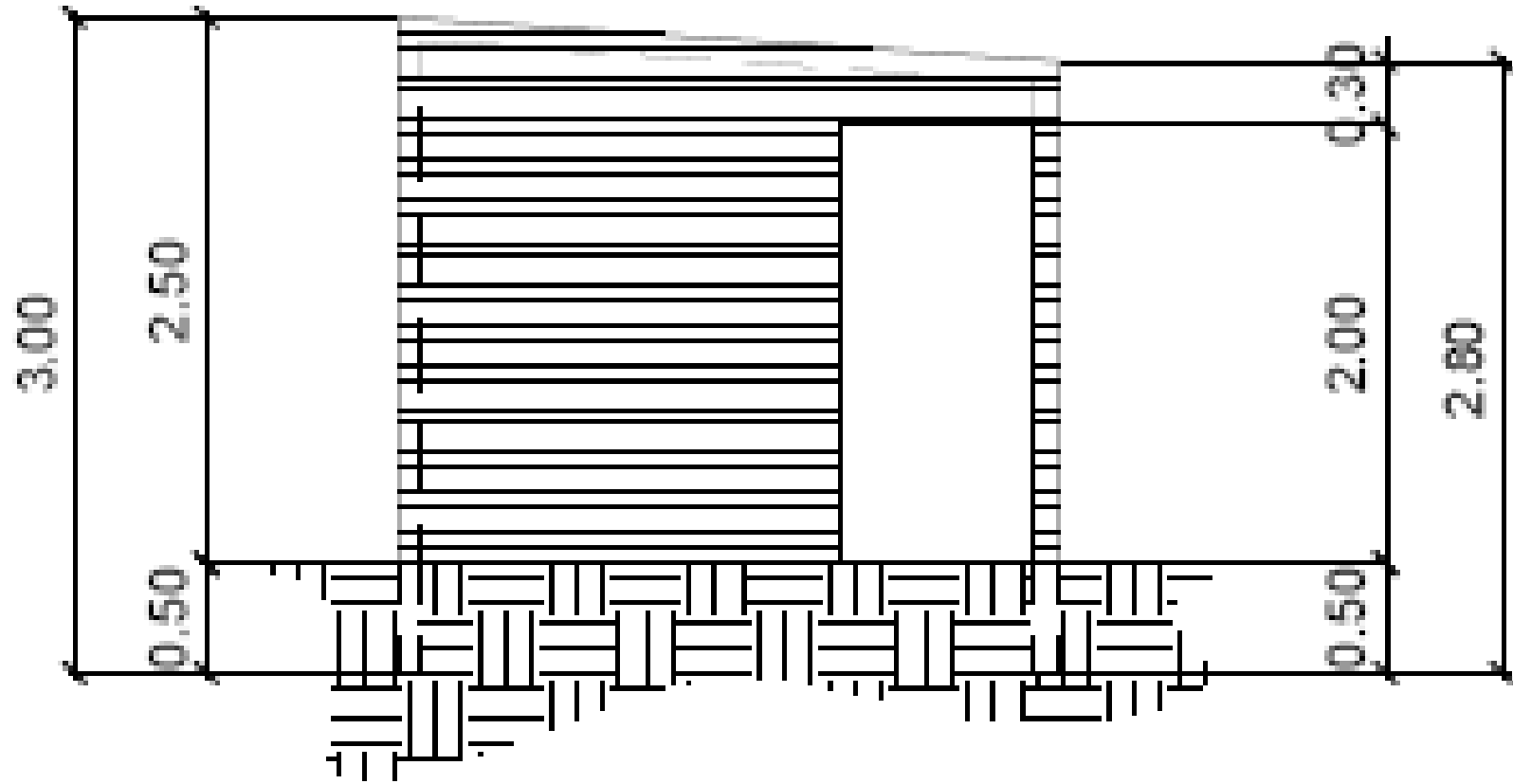


Figura 0-4Plano, Elevación de la bodeguita

MATERIALES PARA LA ELBAORACIÓN DEL VIVERO

Cuadro 10 descripción y costo de materiales

Materiales	Costo unitario Q	Cantidad necesaria	Costo total
Malla	525 el rollo	13 rollos de	6825
Alambre galvanizado	7 el metro	280 m	1960
Grapas para malla	12 libra	6 libras	72
Poste de pino De 8" X 8" X 12'	320 cada poste	12	3840
Tzarán	3,500 50m de largo 4m de ancho	2 rollos	7,000
Bolsas de 3"X6"	Q60.00 Millar	5500	330
Bolsas de 9" X 16"	70 Millar	2500	175
Bolsas de 9 " X 5"	50 Millar	3500	175
Carretillas	230	2	460
Palas	35	3	105
Regaderas De dos galones	55	2	110
Manguera	330	1	330
Azadón	120	1	120
Flete para la cantidad de tierra y arena necesaria para 10,000 plantas	23 metros cúbicos de sustrato 7 de arena 16 de tierra + MO Q100 por metro cúbico	23	2300
	*TOTAL con malla		22542
	*TOTAL con alambre		16977
IMPREVISTOS= 10%			

*Total, según lo más conveniente se puede utilizar malla para la delimitación del terreno, o alambre galvanizado, con tres líneas a 0,5 m cada una, y llevar a cabo el relleno con caña o ramas de palmera.

BODEGUITA

materiales	Cantidad necesaria Q	Costo Unitario Q	Costo total
Madera	11 parales de 4" X 4"X10'	70	770
Lámina	10 láminas De 10	70	700
Clavos	2 libras	6	12
Clavos para lámina	1 libra	25	25
Candado	1	50	50
Argollas	4	1	4
	TOTAL		1561

Cuadro 11, Cronograma de actividades

CRONOGRAMA

Actividad	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Preparación del terreno	█									
Delimitación del terreno con malla	█									
Implementación de la sombra	█									
Elaboración de la bodeguita		█								
Arreglo de la tierra para las bolsas		█								
Llenado de bolsas		█	█							
Recolección de semillas*								█	█	█
Elaboración de semilleros			█							
Siembra de semillas			█							
tiempo de semilleros			█	█						
Trasplante de plántulas				█						
Riego		█	█	█	█	█	█	█	█	█
Desmalezado		█	█	█	█	█	█	█	█	█
Trasplante a campo definitivo										█

* la recolección de semillas en su mayoría se da entre marzo y abril, aunque depende de las especies, por lo que la actividad de recolectar semillas, puede variar en la temporada en que se colecta.

Descripción del costo de los jornales, por actividad

Cuadro 12, Jornales por actividad

Actividad	Descripción de los jornales	Número de jornales necesarios	Costo por jornal Q	Costo total Q
Preparación del terreno + implementación de la malla + implementación de la sombra	-----	10	35	350
Elaboración de la bodeguita	-----	2	35	70
Llenado de bolsas	Por jornal se llenan 500 bolsas de 6 X 3 400 bolsas de 4 X 5 300 bolsas de 9 X 16	24 jornales	35	840
Elaboración de semilleros	Elaboración de los semilleros, arreglo de la tierra y arena, además de la colocación de semillas.	2 jornales	35	70
Trasplante de plántulas	Un jornal encargado del trasplante de plántulas Uno más para el riego mientras se realiza el trasplante Dos jornales diarios por una semana	10 jornales	35	300
Recolección de semillas	Dos jornales por día por 10 días de recolección	20	35	700
Riego	Se recomienda a un encargado del vivero fijo, el cual lleva a cabo la tarea de riego diario ya sea por la mañana o por la tarde, además se debe atender cuidadosamente el riego durante la etapa de trasplante llevando a cabo ésta actividad cada quince minutos durante el trasplante y por lo menos tres veces al día durante una semana luego del trasplante, al finalizar la etapa de trasplante, se recomienda un riego diario, hasta que las plantas ya estén listas para su trasplante a campo definitivo se dejan de regar y se dejan sin la protección del tazarán. Además del riego, también es importante al práctica de desmalezado de las plántulas dentro del vivero	Encargado fijo, con pago mensual	600	600

AGUA EN EL VIVERO

La municipalidad de San Lucas Tolimán, es la encargada de hacer llegar el agua necesaria para el vivero ya que es indispensable para el establecimiento del vivero.

BIBLIOGRAFÍA

- agroservicio, E. d. (23 de Abril de 2010). Precios de materiales. (A. Son, Entrevistador)
- Clara, E. S. (22 de Abril de 2010). Precios de bolsas para vivero. (A. Son, Entrevistador)
- Don juan, v. d. (23 de Abril de 2010). Vivero Santiago Atitlán. (A. Son, Entrevistador)
- Neptallí Ramírez-Marcial, A. C. (2003). *Guía para la propagación de especies leñosas nativas de los Altos y montañas del Norte de Chiapas*. México: Editorial Fray Bartolomé .
- Sosof, O. (Abril de 2010). Precios de jornales . (A. Son, Entrevistador)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 70/2011

LA TESIS TITULADA:

"EVALUACIÓN DE LOS RESTOS DE PLANTAS ACUÁTICAS, EXTRAÍDAS EN LA BAHÍA EL RELLENO, LAGO DE ATITLÁN, COMO SUSTRATO ALTERNATIVO A LA TURBA, PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTULAS DE CULTIVOS HORTÍCULAS; SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:

AURA CRISTINA SON ICÚ


CARNE:


200614200

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Alejandro Gil
Ing. Agr. Iván Dimitri Santos
Ing. Agr. César Linneo García

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Coordinación del Área Integrada para lo procedente.


Ing. Agr. Iván Dimitri Santos
A S E S O R


Ing. Agr. César Linneo García
A S E S O R - S U P E R V I S O R


MSc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
D I R E C C I O N



MM/nm
c.c. Archivo



Guatemala, 08 de febrero 2012

Ref. SAIEPSA: Trabajo de Graduación 123-12

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

EVALUACIÓN DE LOS RESTOS DE PLANTAS ACUÁTICAS, EXTRAÍDAS EN LA BAHÍA EL RELLENO, LAGO DE ATITLÁN, COMO SUSTRATO ALTERNATIVO A LA TURBA, PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS; SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, CA.

ESTUDIANTE:

AURA CRISTINA SON ICÚ

No.CARNÉ

200614200

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

“EVALUACIÓN DE LOS RESTOS DE PLANTAS ACUÁTICAS, EXTRAÍDAS EN LA BAHÍA EL RELLENO, LAGO DE ATITLÁN, COMO SUSTRATO ALTERNATIVO A LA TURBA, PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTULAS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS, SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLÁ GUATEMALA, C.A.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

Ing.Agr. Alejandro Gil
Ing.Agr. Iván Dimitri Santos
Ing.Agr. César Linneo García

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.



Vo.Bo. Ing.Agr. Pedro Peláez Reyes
Coordinador Area Integrada

Coordinador Area Integrada –EPS
c.c. Control Académico, Estudiante, Archivo,
PPR/azu.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing.Agr. César Linneo García
Docente – Asesor de EPS



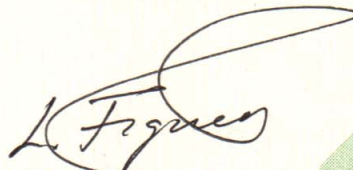
No. 07.2012

Trabajo de Graduación: "EVALUACIÓN DE LOS RESTOS DE PLANTAS ACUÁTICAS, EXTRAÍDAS EN LA BAHÍA EL RELLENO, LAGO DE ATITLÁN, COMO SUSTRATO ALTERNATIVO A LA TURBA, PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS; SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A. "

Estudiante: Aura Cristina Son Icó

Carné: 200614200

"IMPRIMASE"



Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
DECANO

