

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN
ESTABLECIMIENTO DE CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*)
BAJO MACROTUNELES Y CONTRIBUCIÓN A LA CONSERVACIÓN DE SUELOS.
REALIZADO EN BARRIO CHO-SAQABAJ, SAN ANTONIO PALOPO, SOLOLÁ,
GUATEMALA, C. A.

ANDRÉS ESTUARDO LETONA DIEMECKE

GUATEMALA, AGOSTO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN
ESTABLECIMIENTO DE CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*)
BAJO MACROTUNELES Y CONTRIBUCIÓN A LA CONSERVACIÓN DE SUELOS.
REALIZADO EN BARRIO CHO-SAQABAJ, SAN ANTONIO PALOPÓ, SOLOLÁ,
GUATEMALA, C. A.

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

POR

ANDRÉS ESTUARDO LETONA DIEMECKE

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, agosto de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL I	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL IV	Br. Ana Isabel Fión Ruíz
VOCAL V	Br. Luis Roberto Orellana López
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, agosto de 2012

Guatemala, agosto 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:

ESTABLECIMIENTO DE CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*)
BAJO MACROTUNELES Y CONTRIBUCIÓN A LA CONSERVACIÓN DE SUELOS
REALIZADO EN BARRIO CHO-SAQABAJ, SAN ANTONIO PALOPÓ, SOLOLÁ,
GUATEMALA, C. A.

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Andrés Estuardo Letona Diemecke.

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Buen señor, dame fé, esperanza y caridad, dame una profunda humildad, pero antes, concédeme que cumpla en todo tu santa voluntad; Gracias por darme la oportunidad, fuerza y sabiduría de culminar éste logro y compartirlo al lado de mis seres queridos.
- A MIS PADRES:** Miguel Ángel y Dora Herlinda. Por su apoyo, amor y cariño incondicional en el transcurso de mi vida, por sus sabios consejos y guiar mis pasos por el buen camino, éste logro es de ustedes, los amo.
- A MIS HERMANOS:** Carlos Joshua, Silvana, Miguel Ángel, José Ernesto y Cecilia, por estar a mi lado siempre, brindándome la fortaleza necesaria para alcanzar mis metas.
- A MIS SOBRINOS:** Con mucho cariño.
- A MI NOVIA:** Claudia Cristina Gordillo, por tu amor, apoyo incondicional, y por inspirarme a ser una mejor persona cada día, eres fundamental en mi vida, deseándote lo mejor siempre, gracias por estar a mi lado compartiendo éste triunfo. Te Amo.
- A MIS TÍOS Y TÍAS:** Por sus muestras de afecto, en especial a mis tías: Neca, Rosy y Doris (Q.E.P.D.), y mis tíos: Carlos Orencio y Juan Francisco por su apoyo incondicional.
- A MIS PRIMOS Y PRIMAS:** Para todos en general mi afecto y gratitud sincera, en especial a Julio Antonio Méndez Letona, Quique, Marta María y Ana Iris Muñoz Velásquez, Raúl y Jaime Cabrera Letona.
- A MIS AMIGOS:** Mauricio Paredes, Efraín Calderón, Nery y Katty, Jorge Cabrera, Ronald Mérida, Luis Baten, Eder Rivera, Gabriela Gordillo, Elvin Molina, Génar Sánchez, Valesska Pérez, Sandra Santos, Rubén Granados, Oscar Rosales, Abner Medina, Napoleón Pérez, Javier Díaz, Francisco Domingo, Jorge Mario Velásquez, Eleodoro Kilcán gracias por pasar tan gratos momentos, y darme palabras de aliento cuando más lo necesité. Dedicándole éste triunfo a mi amigo que seguro está orgulloso donde quiera que esté: Ing. Agr. Carlos José Morán Ucelo (Q.E.P.D.) Gracias por darme la oportunidad de conocerte y brindarme tu amistad en el corto tiempo que estuviste en éste mundo.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

GUATEMALA, rodeado de volcanes, lagos y montañas, lugar que me vio nacer, y tengo la esperanza que puede ser un país libre y próspero.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, la tricentenaria casa de estudios que me hizo crecer como persona y profesional.

FACULTAD DE AGRONOMÍA, lugar que me formó profesionalmente.

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO PALOPÓ, SOLOLÁ, por brindarme su apoyo y amistad durante mi Ejercicio Profesional Supervisado –EPSA- y permitirme concluir ésta fase de mi carrera.

PROGRAMA EPSUM USAC, por darme la oportunidad de formar parte del equipo profesional multidisciplinario y pasar buenos momentos en los que pude aportar mis conocimientos para el desarrollo de los que habitan los alrededores de la cuenca de Atitlán, sin dañarla.

AGRADECIMIENTOS

A:

MI ASESOR, Dr. Iván Dimitri Santos, por su invaluable ayuda, alentarme siempre a guiarme en el proceso, y motivarme a terminar con éxito éste trabajo de graduación.

MI SUPERVISORA EPSA, Inga. Agr. Lily Gutiérrez, por dedicar su tiempo apoyándome, aconsejándome y por motivarme a culminar esta fase.

A personas que marcaron mi vida y que les agradezco por el tiempo que dedicaron en mi formación, en especial a: Gloria Esquivel, familias Letona Urbizo, Muñoz Velásquez, Solares Flores, Gordillo Arriola, por abrirme las puertas de su hogar y su apoyo incondicional.

A los que conformaron la Dirección Municipal de Planificación –DMP- 2011, Victoriano Coché, Débora Gómez, Adelaida, Samuel, Ángel, Raúl, Doña Chucita y al alcalde de San Antonio Palopó: Andrés Cúmez, por asistirme en la realización de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I	
DIAGNÓSTICO SOBRE LAS ESTRUCTURAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS, TRAS EL PASO DE LAS TORMENTAS AGATHA Y EARL E-11 EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN ANTONIO PALOPO, SOLOLÁ.	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	3
1.2.1 CABECERA MUNICIPAL SAN ANTONIO PALOPÓ:	3
1.2.2 RECURSOS NATURALES	4
1.2.3 ALTITUD Y CLIMA	4
1.2.4 OROGRAFÍA	4
1.2.5 OCUPACIÓN TERRITORIAL	5
1.2.6 SUELOS	5
1.2.7 HIDROGRAFÍA.....	5
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.4 METODOLOGÍA	7
1.4.1 Recopilación de información primaria.....	7
1.4.2 Entrevistas	10
1.4.3 Recopilación de información secundaria	10
1.4.4 Análisis de la información	11
1.4.5 Cronograma de Actividades	11
1.5 RESULTADOS.....	12
1.5.1 Información primaria	12
1.5.2 Información secundaria	12
1.5.2.A Características de la zona	12
1.5.2.B Características geológicas del área.....	13
1.5.3 Afecciones provocadas por la tormenta Agatha y Earl	14

CONTENIDO	PÁGINA
1.5.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACION.....	21
1.5.4.A Árbol de problemas	21
1.5.4.B Matriz de Priorización de Problemas	22
1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
1.7 BIBLIOGRAFÍA	26
 CAPÍTULO II	
EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO, EN EL CULTIVO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>), BAJO MACROTÚNEL, SAN ANTONIO PALOPÓ, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.	
	27
2.1 PRESENTACIÓN.....	28
2.2 MARCO CONCEPTUAL	29
2.2.1 Origen del tomate	29
2.2.2 Taxonomía de la planta de tomate	29
2.2.3 Descripción botánica del tomate.....	29
2.2.3.A Planta	29
2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos	34
2.2.4.A Temperatura	34
2.2.4.B Humedad	34
2.2.4.C Luminosidad	34
2.2.4.D Suelo	35
2.2.5 Clasificación del tomate.....	35
2.2.5.A Tipo según época de maduración	35
2.2.5. B Tipo según su crecimiento.....	36
2.2.6 Ambiente protegido tipo macro túnel	36
2.2.6.A Ventajas	36
2.2.6.B Desventajas (Szczesny, 2000)	37
2.2.7 Cultivo de tomate bajo ambiente protegido tipo macro túnel en Guatemala.....	38
2.2.8 Encamado plástico de suelos	38
2.2.9 Uso de plásticos en encamado de suelos en tomate.....	39
2.2.9.A Preparación del terreno	39
2.2.9.B Colocación del plástico.....	40
2.2.10 Fertirrigación.....	40

CONTENIDO	PÁGINA
2.2.10.A Ventajas del fertirriego.....	41
2.2.10.B Fertilizantes para fertirriego	41
2.2.10.C El crecimiento de la planta de tomate y el fertirriego	42
2.2.11 Materiales de cubierta para ambientes protegidos tipo macro túnel.....	42
2.2.11.A Polietileno normal de larga duración	43
2.2.12 Requerimientos nutricionales	43
2.2.12.A Absorción de macro nutrientes	43
2.2.12.B Nitrógeno.....	43
2.2.12.C Fósforo	44
2.2.12.D Potasio	44
2.2.12.E Calcio	45
2.2.12.F Magnesio	45
2.2.12.G Azufre.....	45
2.3 OBJETIVOS.....	46
2.3.1 Objetivo General.....	46
2.3.2 Objetivos Específicos	46
2.4 METODOLOGÍA	47
2.4.1 Muestreo de suelos	47
2.4.2 Fase de campo.....	47
2.4.3 Manejo agronómico del experimento.....	48
2.4.3.A Preparación del terreno	48
2.4.3.B Elaboración de los macrotúneles.....	48
2.4.3.C Plantado de los pilones	50
2.4.3.D Aplicación de riego y fertirriego	50
2.4.3.E Trasplante	50
2.4.3.F Control de malezas.....	50
2.4.3.G Aplicación de enraizador a los pilones	51
2.4.3.H Control fitosanitario	51
2.4.3.I Tutorado	51
2.4.3.J Deshojado.....	51
2.4.3.K Cosecha	52
2.4.4 Manejo del Experimento	52

CONTENIDO	PÁGINA
2.4.4.A Material Experimental.....	52
2.4.4.B Tratamientos.....	52
Dosis baja (tratamiento 1).....	52
Dosis recomendada (tratamiento 2).....	53
Dosis alta (tratamiento 3).....	53
2.4.5 Diseño Experimental.....	55
2.4.5.A Diseño experimental y distribución de las unidades experimentales	55
Dimensiones del área experimental	56
2.4.6 Variables de respuesta	56
2.4.6.A Rendimiento de fruto de tomate	57
2.4.6.B Tamaño de fruto	57
2.4.6.C Diámetro de fruto.....	57
2.4.6.D Análisis económico.....	57
2.5 RESULTADOS.....	59
2.5.1 Rendimiento de fruto de tomate.....	59
2.5.2 Tamaño de Fruto	60
2.5.2.A Peso de Fruto Pequeño.....	60
2.5.2.B Peso de fruto mediano	62
2.5.2.C Peso de fruto grande.....	63
2.5.3 Diámetro de fruto	64
2.5.3.A Diámetro de fruto pequeño	65
2.5.3.B Diámetro de fruto mediano	66
2.5.3.C Diámetro de fruto grande	67
2.5.4 Análisis económico	69
2.5.5 Análisis agronómico.....	70
2.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
2.7 BIBLIOGRAFÍA	73
CAPÍTULO III	75
SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO PALOPÓ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ, GUATEMALA.	75
3.1 PRESENTACIÓN.....	76
3.2 ASESORÍA TÉCNICA EN MACROTUNELES DE TOMATE.	77
3.2.1 OBJETIVOS.....	77

CONTENIDO	PÁGINA
EL PROBLEMA.....	77
APOYO INSTITUCIONAL.....	77
RECURSOS UTILIZADOS.....	78
3.2.2 METODOLOGÍA.....	78
3.2.3 RESULTADOS.....	79
3.2.3.A SITUACIÓN INICIAL.....	79
3.2.3.B USO ACTUAL DE TECNOLOGÍA.....	80
3.2.4 EVALUACIÓN.....	85
3.3 MANEJO DE ESTRUCTURAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS, EN CASERÍOS EL PORVENIR CHIPOP Y XIQUINABAJ.....	86
3.3.1 OBJETIVOS.....	86
EL PROBLEMA.....	86
APOYO INSTITUCIONAL.....	86
RECURSOS UTILIZADOS.....	87
3.3.2 METODOLOGÍA.....	87
3.3.3 RESULTADOS.....	88
3.3.4 EVALUACIÓN.....	90
3.4 REFORESTACIÓN EN ÁREAS DE CABECERA MUNICIPAL DE SAN ANTONIO PALOPÓ Y PRODUCCIÓN DE ESPECIES FORESTALES PARA REFORESTACIÓN AÑO 2012.....	91
3.4.1 OBJETIVOS.....	91
EL PROBLEMA.....	91
APOYO INSTITUCIONAL.....	91
RECURSOS UTILIZADOS.....	92
3.4.2 METODOLOGÍA.....	92
3.4.3 RESULTADOS.....	93
3.4.4 EVALUACIÓN.....	94
3.5 APOYO TÉCNICO EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE HONGO OSTRA (<i>Pleurotus ostreatus</i>), EN BARRIO CHO-CRUZ, CABECERA MUNICIPAL DE SAN ANTONIO PALOPÓ.....	96
3.5.1 OBJETIVOS.....	96
EL PROBLEMA.....	96

CONTENIDO	PÁGINA
APOYO INSTITUCIONAL.....	96
RECURSOS UTILIZADOS.....	97
3.5.2 METODOLOGÍA.....	97
3.5.3 RESULTADOS.....	97
3.5.4 EVALUACIÓN.....	100
3.6 BIBLIOGRAFÍA.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Mapa de la cabecera Municipal.....	3
Figura 2. Fórmula para calcular porcentaje de pendiente.	8
Figura 3. Mapa zonas de riesgo en San Antonio Palopó, Sololá.....	9
Figura 4. Ubicación de las áreas afectadas por la tormenta Agatha.	13
Figura 5. Mapa de pendientes.....	14
Figura 6. Deslizamientos observados en los alrededores de la cabecera Municipal.	15
Figura 7. Deslizamientos observados en la zona Norte de la cabecera municipal donde dañó áreas de cultivos de cebolla y maíz.	15
Figura 8. Deslizamiento de la zona Sur de la cabecera municipal.	16
Figura 9. Ortofoto (2006) donde se observa el área afectada por el deslizamiento.....	16
Figura 10. Ortofoto (2006) donde se observa el área afectada por el deslizamiento.....	17
Figura 11. Vista de la parte inferior del deslizamiento.	18
Figura 12. Vista de un área de deslave con una pendiente de 56%.	18
Figura 13. Áreas forestadas y deforestadas atrás.....	19
Figura 14. Residenciales, razón por la cual deforestaron las partes altas.	19
Figura 15. Área donde antes era cultivable, sufrió erosiones.....	20
Figura 16. Árbol de Problemas que existe en el municipio de San Antonio Palopó, Sololá.	21
Figura 17. Prueba de medias para la variable rendimiento de fruto (kg/ha).....	60
Figura 18. Prueba de medias para la variable peso de fruto pequeño (g).....	61
Figura 19. Prueba de medias para la variable peso de fruto mediano (g).....	63
Figura 20. Prueba de medias para la variable peso de fruto grande (g).	64
Figura 21. Prueba de medias para la variable diámetro de fruto pequeño (cm).....	65
Figura 22. Prueba de medias para la variable diámetro de fruto mediano (cm).....	67
Figura 23. Prueba de medias para la variable diámetro de fruto grande (cm).....	68
Figura 24. Relación Beneficio-Costo proyectado en cinco años de cultivo continuo para los tres tratamientos evaluados.....	70
Figura 25. Terrazas con cultivo de cebolla.	80
Figura 26. Preparación de camellones.	81
Figura 27. Instalación de Mulch y arcos.	81
Figura 28. Agryl instalado.....	81
Figura 29. Asesorías a pobladores.....	81
Figura 30. Día de campo.	82
Figura 31. Plantación de Tomate var. Tolimán.....	82
Figura 32. Fertirrigacion mediante inyector Ventury.	82
Figura 33. Tutorado de Plantas y Rotulación de Surcos.	82
Figura 34. Presentación de cultivo bajo macro túneles a entidades y pobladores.	82

FIGURA	PÁGINA
Figura 35. Reparación de Agryl debido a factores climáticos.....	82
Figura 36. Cosecha de frutos maduros.	83
Figura 37. Pesado de cosecha por surco.....	83
Figura 38. Proceso de recolección de fruto.....	83
Figura 39. Clasificación de cosecha.....	83
Figura 40. Trifoliar que se les entregó a los interesados en el cultivo de tomate bajo macro túneles.....	84
Figura 41. Siembra acostumbrada por los agricultores.	88
Figura 42. Fabricación de nivel tipo "A".....	88
Figura 43. Cálculo para determinar el porcentaje de pendiente.....	88
Figura 44. Utilización de plantas ornamentales como barrera viva.	89
Figura 45. Trazado de las curvas a nivel.....	89
Figura 46. Calibración del nivel tipo "A".....	89
Figura 47. Areas donde se han practicado acequias de ladera.....	89
Figura 48. Recorrido con las plantas hacia el área de reforestación.....	93
Figura 49. Platicas de cómo se deben plantar los arbolitos.	93
Figura 50. Con técnico de DMP Raúl Ramírez repartiendo plantas.....	94
Figura 51. Capacitación a docentes de escuela Xequistel.	94
Figura 52. Uso de BPH y BPM, en la producción de sustrato.	98
Figura 53. Estado de módulos de hongos.....	98
Figura 54. Supervisión en pasteles (Sustrato + Semilla).....	98
Figura 55. Trifoliar que se hizo para entregar a los interesados en la producción y comercialización del Hongo Ostra (Pleurotus ostreatus).	99
Figura 56A. Mapa de daños ocasionados por La Tormenta Agatha	105
Figura 57A. Mapa de daños ocasionados por La Tormenta Earl E-11	106
Figura 58A. Preparación del terreno.	107
Figura 59A. Aporcado de la tela de Agryl.	
Figura 60A. Vista de los macrotúneles.....	108
Figura 61A. Ahoyado en Mulch.	
Figura 62A. Sistema Ventury en funcionamiento.	108
Figura 63A. Trasplante de pilones.	
Figura 64A. Control Fitosanitario	108
Figura 65A. Frutos maduros.....	109
Figura 66A. Cosecha de frutos de tomate.....	109
Figura 67A. Cosecha de primer corte de frutos de tomate.....	109
Figura 68A. Clasificación de fruto en peso (g).....	110
Figura 69A. Medición de fruto para variable de diámetro (cm).....	110
Figura 70A. Resultados de análisis de suelos de área cultivada con tomate en Barrio Cho-saqabaj, San Antonio Palopó, Sololá.	114
Figura 71A. Distribución de la precipitación mensual del año 2011.	136
Figura 72A. Distribución de la Temperatura media mensual del año 2011.	136
Figura 73A. Distribución aleatoria de los tratamientos y unidades experimentales en los macrotúneles.	137

FIGURA	PÁGINA
Figura 74A. Área de trabajo en servicio de asesoría técnica en macro túneles de tomate.	138
Figura 75A. Área de trabajo en servicio de Manejo de estructuras de conservación de suelos.	138
Figura 76A. Área de trabajo en servicio de Reforestación de partes altas en cabecera municipal, San Antonio Palopó, Sololá.....	138
Figura 77A. Area de trabajo en servicio de Apoyo Técnico en Producción y Comercialización de Hongo Ostra.	138

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Datos para estimar el número de encuestas.	10
Cuadro 2. Matriz de Priorización de Problemas para el municipio de San Antonio Palopó, Sololá.	22
Cuadro 3. Composición química del fruto fresco maduro.....	32
Cuadro 4. Valor nutricional del fruto de tomate.	33
Cuadro 5. Requerimientos nutricionales de cultivo de tomate bajo invernadero.....	35
Cuadro 6. Aplicación de cada elemento en kg/ha para cada tratamiento.	52
Cuadro 7. Niveles de elementos nutricionales en gramos por planta.....	52
Cuadro 8. Niveles de elementos nutricionales en gramos por tratamiento*.....	52
Cuadro 9. Niveles de elementos nutricionales en kilogramos por hectárea.....	53
Cuadro 10. Niveles de elementos nutricionales en gramos por planta.....	53
Cuadro 11. Niveles de elementos nutricionales en gramos por tratamiento*.....	53
Cuadro 12. Niveles de elementos nutricionales en kilogramos por hectárea.....	53
Cuadro 13. Niveles de elementos nutricionales en gramos por planta.....	53
Cuadro 14. Niveles de elementos nutricionales en gramos por tratamiento*.....	53
Cuadro 15. Niveles de elementos nutricionales en kilogramos por hectárea.....	54
Cuadro 16. Dosis de Fertilizante aplicado al fertirriego en gramos por planta.	54
Cuadro 17. Dosis de Fertilizante aplicado al fertirriego en gramos por tratamiento.....	54
Cuadro 18. Composición de las fórmulas de los fertilizantes evaluados.....	55
Cuadro 19. Criterios de clasificación del tamaño de los frutos en base a su peso y diámetro.	57
Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto (kg/ha).....	59
Cuadro 21. Prueba de Medias para la variable rendimiento de fruto (kg/ha).	59
Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable peso de fruto pequeño (g).	61
Cuadro 23. Prueba de Medias para la variable peso de fruto pequeño (g).	61
Cuadro 24. Análisis de varianza para la variable peso de fruto mediano (g).	62

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 25. Prueba de Medias para la variable peso de fruto mediano (g).	62
Cuadro 26. Análisis de varianza para la variable peso de fruto grande (g).	63
Cuadro 27. Prueba de Medias para la variable peso de fruto grande (g).	64
Cuadro 28. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto pequeño (cm).	65
Cuadro 29. Prueba de Medias para la variable diámetro de fruto pequeño (cm).	65
Cuadro 30. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto mediano (cm).	66
Cuadro 31. Prueba de Medias para la variable de diámetro de fruto mediano (cm).	66
Cuadro 32. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto grande (cm).	67
Cuadro 33. Prueba de Medias para la variable de diámetro de fruto grande (cm).	68
Cuadro 34. Consolidado de las variables: Tamaño y diámetro de fruto de tomate.	69
Cuadro 35. Beneficiarios Servicio de asesoría técnica en cultivo de tomate bajo macrotunel.	85
Cuadro 36. Beneficiarios Servicio de prácticas de conservación de suelos.	90
Cuadro 37. Listado de especies forestales para la reforestación.	93
Cuadro 38. Beneficiarios de reforestación.	95
Cuadro 39. Beneficiarios de la propagación de especies forestales para año 2012.	95
Cuadro 40. Beneficiarios de la producción y comercialización de Hongos Ostra.	100
Cuadro 41A. Cronograma de actividades para la realización del diagnóstico sobre estructuras de conservación de suelos en el municipio de San Antonio Palopó, Sololá, tras el paso de las tormentas “Agatha” y “Earl E-11”.	104
Cuadro 42A. Promedio de puntos de cálculos de pendientes.	107
Cuadro 43A. Rendimiento en Kg/Ha, de los tratamientos evaluados en cada unidad experimental y resultados del análisis de la varianza (SC tipo III) del programa Infostat.	110
Cuadro 44A. Promedios de Peso de fruto pequeño de tomate en gramos.	111
Cuadro 45A. Resultados del análisis de la varianza (SC tipo III) para la variable peso de fruto pequeño (g) del programa Infostat.	111
Cuadro 46A. Promedios de peso de fruto mediano de tomate en gramos.	111
Cuadro 47A. Resultados del análisis de la varianza (SC tipo III) para la variable de peso de fruto mediano (g) del programa Infostat.	111
Cuadro 48A. Promedios de peso de fruto grande de tomate en gramos.	111
Cuadro 49A. Resultados del análisis de la varianza (SC tipo III) para la variable peso de fruto grande (g) del programa Infostat.	112

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 50A. Diámetro promedio en centímetros de frutos pequeños de los tres tratamientos de tomate evaluados en cada unidad experimental.....	112
Cuadro 51A. Resultados del análisis de la varianza (SC tipo III) para la variable diámetro de fruto pequeño (cm) del programa Infostat.	112
Cuadro 52A. Diámetro promedio en centímetros de frutos medianos de los tres tratamientos de tomate evaluados en cada unidad experimental.	112
Cuadro 53A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III) para la variable diámetro de fruto mediano (cm) el programa Infostat.	112
Cuadro 54A. Diámetro promedio en centímetros de frutos grandes de los tres tratamientos de tomate evaluados en cada unidad experimental.....	113
Cuadro 55A. Resultados del análisis de la varianza (SC tipo III) para la variable de diámetro de fruto grande (cm) del programa Infostat.	113
Cuadro 56A. Tratamiento uno, promedios de peso en fruto pequeño en gramos.....	115
Cuadro 57A. Tratamiento uno, promedios de diámetro en fruto pequeño en cm.	115
Cuadro 58A. Tratamiento uno, promedios de peso en fruto mediano en gramos.....	115
Cuadro 59A. Tratamiento uno, promedios de diámetro en fruto mediano en cm.	115
Cuadro 60A. Tratamiento uno, promedios de peso en fruto grande en gramos.....	115
Cuadro 61A. Tratamiento uno, promedios de diámetro en fruto grande en cm.	116
Cuadro 62A. Tratamiento dos, promedios de peso en fruto pequeño en gramos.....	116
Cuadro 63A. Tratamiento dos, promedios de diámetro en fruto pequeño en cm.	116
Cuadro 64A. Tratamiento dos, promedios de peso en fruto mediano en gramos.....	116
Cuadro 65A. Tratamiento dos, promedios de diámetro en fruto mediano en cm.	116
Cuadro 66A. Tratamiento dos, promedios de peso en fruto grande en gramos.....	117
Cuadro 67A. Tratamiento dos, promedios de diámetro en fruto grande en cm.	117
Cuadro 68A. Tratamiento tres, promedios de peso en fruto pequeño en gramos.....	117

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 69A. Tratamiento tres, promedios de diámetro en fruto pequeño en cm.	117
Cuadro 70A. Tratamiento tres, promedios de peso en fruto mediano en gramos.	117
Cuadro 71A. Tratamiento tres, promedios de diámetro en fruto mediano en cm.	118
Cuadro 72A. Tratamiento tres, promedios de peso en fruto grande en gramos.	118
Cuadro 73A. Tratamiento tres, promedios de diámetro en fruto grande en cm.	118
Cuadro 74A. Promedios en libras de fruto de tomate en los 13 cortes.	119
Cuadro 75A. Cálculo y estimación de los costos de producción para tratamiento uno (dosis baja).	120
Cuadro 76A. Cálculo y estimación de los costos de producción para tratamiento dos (dosis recomendada).	122
Cuadro 77A. Cálculo y estimación de los costos de producción para tratamiento tres (dosis alta).	124
Cuadro 78A. Hoja de cálculo de la relación beneficio-costos para el tratamiento uno (dosis baja).	126
Cuadro 79A. Hoja de cálculo de la relación beneficio-costos para el tratamiento dos (dosis recomendada).	129
Cuadro 80A. Hoja de cálculo de la relación beneficio-costos para el tratamiento tres (dosis alta).	132
Cuadro 81A. Datos mensuales del año 2008 al 2011 de precipitación pluvial en mm y temperatura media en grados Celsius. Datos proporcionados por INSIVUMEH.	135

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
ESTABLECIMIENTO DE CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*)
BAJO MACROTUNELES Y CONTRIBUCIÓN A LA CONSERVACIÓN DE SUELOS
REALIZADO EN BARRIO CHO-SAQABAJ, SAN ANTONIO PALOPÓ, SOLOLÁ,
GUATEMALA, C. A.**

**GRADUATION WORK
ESTABLISHMENT OF TOMATO (*Solanum lycopersicum*) UNDER
MACROTUNEL CONDITIONS AND CONTRIBUTION TO SOILS CONSERVATION
CONDUCTED AT BARRIO CHO-SAQABAJ, SAN ANTONIO PALOPÓ, SOLOLÁ,
GUATEMALA, C. A.**

RESUMEN

La presente investigación fue realizada a través de la ayuda de la Municipalidad de San Antonio Palopó, Sololá, financiado por la Mancomunidad de Municipios Kakchiquel Chichoy Atitlán (MANKATITLAN), por medio del convenio de FAUSAC y programa de Ejercicio Profesional Supervisado Multiprofesional (EPSUM).

El diagnóstico realizado fue dirigido a pobladores del área urbana del municipio de San Antonio Palopó, determinando la situación actual de las estructuras de conservación de suelos en la cabecera municipal luego de las Tormentas Agatha y Earl E-11. Obteniendo información por medio de entrevistas, observación y la revisión de documentos relacionados con las estructuras del suelo.

El objetivo principal de esta investigación consistió en evaluar el efecto de diferentes niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), variedad Tolimán bajo macrotúnel, que es donde se ve afectada la rentabilidad del proyecto.

El ensayo consistió en la siembra de 18 surcos con tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo nueve macrotuneles, donde cada surco fue un tratamiento, cada tratamiento se repitió en seis bloques o repeticiones, siendo analizadas las variables de rendimiento de fruto, tamaño de fruto (peso y diámetro) y relación beneficio-costos.

Al final de la cosecha de los 13 cortes de fruto, se demostró que los tratamientos tres (N: 328.11 kg/ha, P2O5: 283.89 kg/ha y K2O: 1,072.78 kg/ha) y dos (N: 300.80 kg/ha, P2O5: 238.80 kg/ha y K2O: 977.20 kg/ha), fueron los que mayor rendimiento de fruto de tomate presentaron, con medias de 11,285.78 kg/ha y 9,406.99; respectivamente.

El tratamiento tres obtuvo mayor tamaño y diámetro de fruto, con peso promedio de 86.27 g y 4.36 cm de diámetro.

Sobre la base del análisis económico, se determinó que el tratamiento tres presentó la mayor rentabilidad con una relación Beneficio-Costo de 1.70.

Los servicios prestados a los pobladores del municipio de San Antonio Palopó, consistieron en: Asesoría técnica en macrotuneles de tomate, dirigido a agricultores con instalación de mini-riego en sus terrazas; Manejo de estructuras de conservación de suelos en los caseríos El Porvenir Chipop y Xiquinabaj, dirigido a propietarios de terrenos con peligro de erosión de suelos; Reforestación en áreas de cabecera municipal de San Antonio Palopó y producción de especies forestales para reforestación durante el año 2012, dirigido a personas en riesgo de deslaves a causa de la erosión de los suelos; Apoyo técnico en producción y comercialización del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), en el barrio Cho-Cruz, cabecera municipal de San Antonio Palopó, dirigido a personas de la tercera edad.

Estas actividades se desarrollaron durante un periodo de diez meses, las cuales forman parte del ejercicio profesional supervisado, el cual se realizó en los meses de febrero a noviembre del 2011.

CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO SOBRE LAS ESTRUCTURAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS,
TRAS EL PASO DE LAS TORMENTAS AGATHA Y EARL E-11 EN LA CABECERA
MUNICIPAL DE SAN ANTONIO PALOPÓ, SOLOLÁ.**

1.1 PRESENTACIÓN

En el municipio de San Antonio Palopó, del departamento de Sololá, el uso de la tierra está distribuido de la siguiente forma: 10% cobertura forestal, 50% para actividades agrícolas, 38% vivienda, 1% para pasto y 1% lo constituye territorio baldío.

Pertenece a las tierras altas de la cadena volcánica, con montañas, colinas moderadas y picos. La geografía es quebrada en un 45% del territorio, con terrenos inclinados hasta un 80%, por lo que se considera un lugar con inclinaciones riesgosas en las partes montañosas, que se pueden observar a orillas del Lago Atitlán, que dividen a la Cabecera Municipal del área rural.

San Antonio Palopó es considerado área protegida o reserva natural, por ubicarse en la cuenca del Lago Atitlán. El suelo se considera de vocación forestal para cultivos permanentes, sin embargo sólo 10% es bosque puro.

A continuación se presentan los resultados del diagnóstico sobre las estructuras de conservación de suelos en la cabecera municipal de San Antonio Palopó, ya que con el paso de las Tormentas Agatha y Earl E-11, hubieron deslaves que provocaron pérdidas humanas y materiales, entre ellas pérdidas de terrazas agrícolas.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 CABECERA MUNICIPAL SAN ANTONIO PALOPÓ:

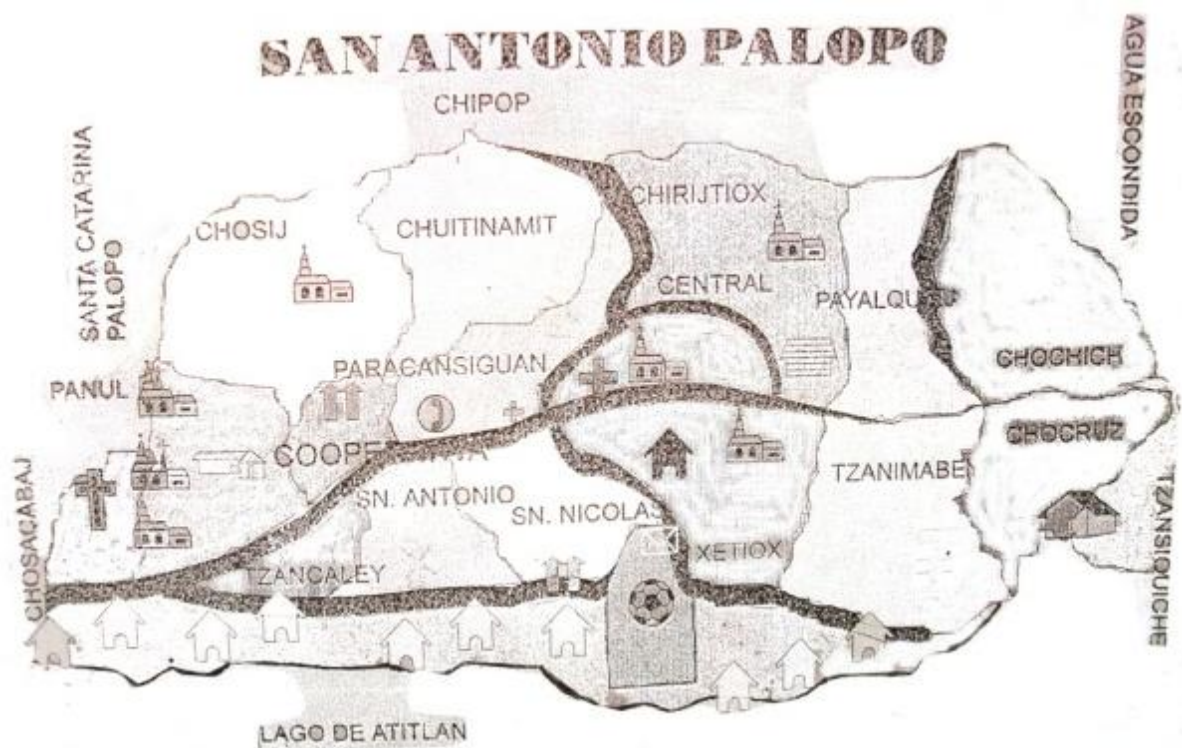


Figura 1. Mapa de la cabecera Municipal (fuente: Plan de desarrollo Municipal San Antonio Palopó, Sololá, 2007)

La cabecera Municipal de San Antonio Palopó, se encuentra en el área Sur-Este del departamento de Sololá, a una distancia de 20 kilómetros, de éste, por carretera asfaltada. Situada a 1,570 metros sobre el nivel del mar, en las coordenadas latitudinales $14^{\circ} 41' 25''$ y longitudinales $91^{\circ} 07' 00''$.

La Cabecera Municipal de San Antonio Palopó colinda al Norte, con el Municipio de San Andrés Semetabaj y Pacamán de Santa Catarina Palopó, al Oeste, con Santa Catarina Palopó y el Lago Atitlán, al Sur con San Lucas Tolimán y el Lago Atitlán, al Este, con los caseríos: el Porvenir Chipop, San José Xiquinabaj y la aldea Agua Escondida.

El Municipio cuenta con 17 barrios dentro de la cabecera municipal los cuales son:

Cho-saq'abaj, Cho-si'j, Panul, Cooperativa, Tzancalëy, San Antonio, Paracan-Suaw, San Nicolás, Central, Chirij-tiox, Xe-Tiox, Tzan- Nimabey, Cho- Cruz, Payalqueij, Cho-Ch'ich, Tzan.siquichey y uno más que surgió el año 2009 pero no se conoce el nombre.

1.2.2 RECURSOS NATURALES

Según la Clasificación de Zonas de Vida en Guatemala, basado en el Sistema Holdridge, la unidad bioclimática y los suelos del municipio, pertenecen a la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (BHMBBS). Estos departamentos fueron poblados de bosques deciduos a alturas menores a los 1800 m.s.n.m y a mayor altura bosques de coníferas, aunque también hay algunas especies de abetos.

Estas tierras son comunidades absolutamente agrícolas, en las zonas del declive pacífico y de la altiplanicie central es donde hay mayor concentración de la agricultura. Los métodos utilizados datan del tiempo de la conquista, sus productos principales son, el maíz, abarcando más del 85% de la producción y café, en menor medida.

1.2.3 ALTITUD Y CLIMA

San Antonio Palopó está situado a una altura que oscila entre 1,590 a 2,228 metros sobre el nivel del mar, las partes más altas se encuentran ubicadas al Nor-Oeste del Municipio, correspondientes al caserío Chuiquistel con 2,228 metros sobre el nivel del mar en el cerro llamado La Montaña, y la parte más baja corresponde a la Cabecera Municipal, situada a orillas del Lago Atitlán a 1,570 metros sobre el nivel del mar, sus coordenadas son: latitud 14° 41' 26" y longitud 91° 07' 00".

El clima que predomina es templado y tiene características de verano seco y caluroso e invierno húmedo y suave, la temperatura media anual oscila entre los 13 a 20 grados Celsius y una precipitación pluvial promedio anual que varía entre los 1,500 a 1,600 milímetros al año, los meses más lluviosos son julio, agosto y septiembre. En época de verano se alcanzan las temperaturas más altas con 20 grados centígrados en los meses de abril y marzo, las más bajas en noviembre y diciembre con 13 grados centígrados.

1.2.4 OROGRAFÍA

Pertenece a las tierras altas de la cadena volcánica, con montañas, colinas moderadas y conos. La geografía es quebrada en un 45% del territorio, con terrenos inclinados hasta un

80%, por lo que se considera un lugar con inclinaciones riesgosas en las partes montañosas, que se pueden observar a orillas del Lago Atitlán, que dividen a la Cabecera Municipal del área rural.

1.2.5 OCUPACIÓN TERRITORIAL

El 10% del territorio tiene cobertura forestal, cuando en el pasado ocupaba 40% del Municipio, 50% es utilizada para actividades agrícolas, 38% para vivienda, para pasto 1% y baldío el 1%. San Antonio Palopó es considerado área protegida o reserva natural, por ubicarse en la cuenca del Lago Atitlán. El suelo se considera de vocación forestal para cultivos permanentes, sin embargo sólo 10% es bosque puro.

1.2.6 SUELOS

Los suelos van de superficiales a moderadamente profundos, de textura liviana, bien drenados, la pendiente varía de 0 a 5% en las riberas del Lago de Atitlán y alcanza rangos de 32 a 45 %, estas características permiten cultivos como Maíz (*Zea mays*), Frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), Cebolla (*Allium cepa L.*), Café (*Coffea arabica L.*), Anís (*Pimpinella anisum L.*), Cilantro (*Coriandrum sativum L.*), Tomate (*Solanum lycopersicum L.*), Brócoli (*Brassica oleracea L.*), Frutales, Flores, Bosques de Pino (*Pinus spp.*), Aliso (*Alnus spp.*), Ciprés (*Cupressus sempervirens*) y Gravilea (*Grevillea robusta*).

Por las características del suelo, los pobladores han recurrido a la conservación de suelos, en este caso la implementación de terrazas con base de roca para evitar la erosión de las mismas.

1.2.7 HIDROGRAFÍA

En cuanto a recursos hídricos, el Lago de Atitlán, es el más importante del municipio, especialmente de la cabecera. Además, el Río Madre Vieja pasa por las comunidades de Chuisajcap, Ojo de Agua, Tzancorral, Chitulul, El Naranjo y San Gabriel, sirviendo de límite entre el departamento de Sololá y Chimaltenango, al Este del municipio. En la cabecera se cuenta con dos nacimientos de agua, los cuales son utilizados para regar las terrazas sembradas con cebolla en la parte alta de la cabecera municipal. También existe un nacimiento que abastece al caserío Patzaj, el cual nace en el propio lugar. El resto del municipio se abastece de agua por medio de nacimientos de otros municipios.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la situación actual de las estructuras de conservación de suelos en la cabecera municipal luego de las Tormentas Agatha y Earl E-11.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer la magnitud del daño en los suelos agrícolas, provocado por los desastres naturales ocurridos en el año 2010.

Establecer las causas y los efectos de los problemas identificados, relacionados con las estructuras de conservación de suelos.

Priorizar los problemas encontrados y de esta manera, establecer las posibles soluciones a los mismos.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Recopilación de información primaria

Se realizó un reconocimiento del área del casco urbano del municipio de San Antonio Palopó del departamento de Sololá. Dentro de este reconocimiento, se tomaron datos de cada área y fotografías que permitieron tener un registro para su posterior análisis.

También se estuvo presente en las reuniones de los Consejos Municipales de Desarrollo (COMUDE), donde el personal técnico de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) informa e interactúa con los representantes de cada Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) y participantes ciudadanos que se interesan por la planificación de los proyectos de cada aldea, barrio, cantón o caserío que se realizan, a fin de conocer la metodología que se utiliza, y aprovechar para conocer los problemas y lugares donde se necesitan las estructuras de conservación de suelos.

Se llegó a los lugares que se vieron afectados por los desastres naturales ocurridos en el año 2010, y se calculó por medio de la observación, los factores que determinaron los procesos de erosión del suelo, que fueron:

- Características del suelo.
- Factores topográficos.
- Factores de manejo del sitio.

Por encima del material que conforma la Toba María Tecún (Tmt5), se encuentran depositados materiales pomáceos procedentes de la erupción de Los Chocoyos. Se trata de materiales de tamaño areno-arcilloso, poco consolidados, con una alta porosidad, alta erosionabilidad y baja capacidad portante.

Los factores topográficos que influyen en la erosión son:

- El ángulo de la pendiente (mientras más pronunciada, mayor severidad de erosión).
- El largo de la ladera (a mayor largo de la ladera, se incrementa la severidad de la erosión).

- La forma de la ladera (según la magnitud, puede ser una erosión laminar, canalizada o en cárcavas).

También se observó el entorno donde se vieron afectadas áreas cultivables, donde practican la conservación de suelos, y se identificó el porqué de los deslaves en esas áreas. (Si existe deforestación, contaminación, malas prácticas agrícolas, etc.).

Se tomaron datos de pendiente, colocando las estacas en puntos verticales de la ladera, y luego se unieron las puntas de las estacas con el hilo de pescar, y con ayuda del nivel de albañil se puso el hilo a nivel.

Luego se midieron las estacas, y la más grande fue “y1” y la pequeña “y2”, midiendo desde el suelo hasta donde se encuentra el hilo, y por último se midió la longitud del hilo “x”.

Luego con la fórmula que se muestra en la figura 2, se calculó la pendiente en porcentaje.

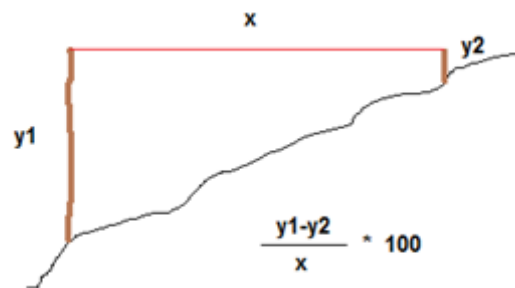


Figura 2. Fórmula para calcular porcentaje de pendiente.

MUNICIPIO SAN ANTONIO PALOPO MAPA DE RIESGO

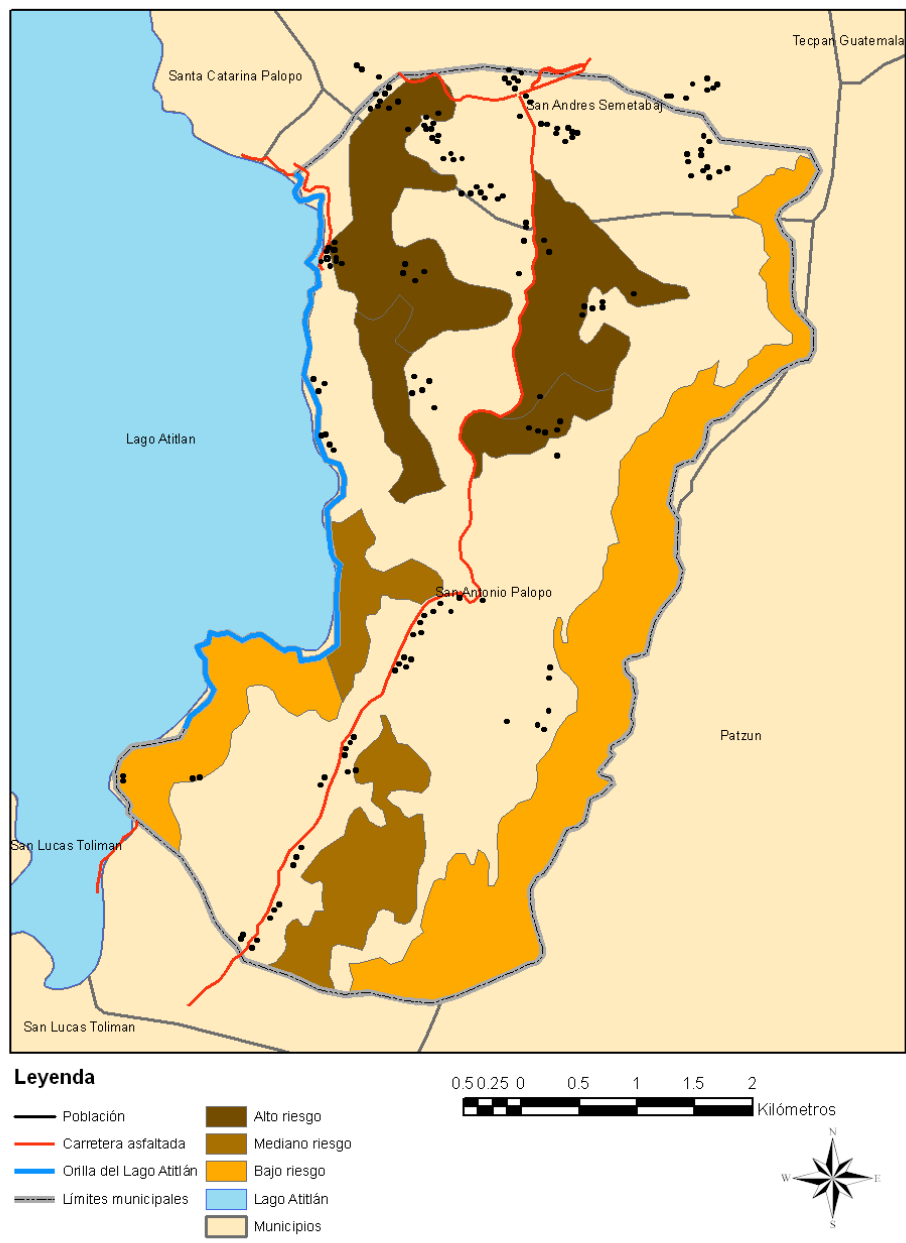


Figura 3. Mapa zonas de riesgo en San Antonio Palopó, Sololá (Fuente: Geólogos del mundo)

1.4.2 Entrevistas

Se efectuaron entrevistas con pobladores de los barrios que se ubican en la cabecera municipal, para conocer cuál es el estado y el riesgo de cada una de las áreas en mención. Y sobre todo, se entrevistaron a los pobladores afectados de los desastres naturales ocurridos en 2010. (Ver apéndice)

Cuadro 1. Datos para estimar el número de encuestas.

Datos para estimar el numero de encuestas	
Población total en la cabecera municipal	8,140 habitantes
Población afectada en los desastres ocurridos en 2010 (según datos de CONAP)	500 personas afectadas

Con un 95% de confianza y 15% de precisión, se hicieron cálculos estadísticos para estimar un número de 328 encuestas a realizar. (Ver Apéndice)

En el caso de los pobladores, se procedió a hacer entrevistas informales, esto quiere decir, hacer preguntas ya formuladas pero planteándolas en forma de plática. En este proceso se hizo uso de una grabadora digital oculta, con el propósito de que los pobladores no se sintieran incómodos con la entrevista.

1.4.3 Recopilación de información secundaria

En esta fase, se realizó la revisión de documentos relacionados con las estructuras del suelo de la cabecera municipal de San Antonio Palopó, para conocer el tipo de suelo, así como sus características físicas y químicas. Esta información se obtuvo en la oficina de la asociación “Vivamos Mejor”, ubicada en el municipio de Panajachel, Sololá, así como informes y reportes de daños causados por las tormentas “Agatha” y “Earl E-11” en el año 2010.

1.4.4 Análisis de la información

Con la información recopilada en las fases anteriores, se realizaron dos técnicas de análisis. Se elaboró un árbol de problemas, que es una ayuda importante para entender la problemática a resolver. En él se expresaron, en encadenamiento tipo causa/efecto, las condiciones negativas percibidas en relación con el problema en cuestión.

Confirmado el mencionado encadenamiento causa/efecto, se ordenaron los problemas principales permitiendo identificar el conjunto de problemas sobre el cual se concentraron los objetivos del proyecto. Para ello, se realizó una Matriz de Priorización de Problemas, en donde los encargados de las capacitaciones (extensionista agrícola: Samuel Yaxón, Técnico municipal de Fomento Económico: Ángel Sical y Epesista de Facultad de Agronomía: Andrés Letona) tuvimos una participación activa.

1.4.5 Cronograma de Actividades

El cronograma de actividades para realizar el diagnóstico en el área de la cabecera municipal de San Antonio Palopó, se muestra en el cuadro 41A.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Información primaria

Se hizo un estimado a través de la medición, que el porcentaje de pendiente en las áreas afectadas por los desastres naturales rebasan el 50%. (Ver Cuadro 42A)

También se pudo observar que en las partes altas, hay áreas deforestadas, que han servido para la construcción de residenciales, y otros proyectos, que han dejado los suelos susceptibles a la erosión. Estimándose un total de tres hectáreas deforestadas.

Al igual que en las partes altas de la cabecera municipal de San Antonio Palopó, los pobladores de las partes medias, también han deforestado y eliminado terrazas de cultivos anuales, para la construcción de viviendas. Con un estimado de 1.5 hectáreas para uso habitacional.

1.5.2 Información secundaria

1.5.2.A Características de la zona

En las inspecciones realizadas los días 14, 15 y 16 del mes de marzo de 2011, se realizaron visitas a las zonas afectadas por los deslizamientos, desprendimientos, inundaciones y escorrentías.

Según información aportada en las entrevistas realizadas a los habitantes del lugar, el municipio de San Antonio, ya había sufrido con anterioridad sucesos de deslizamientos e inundaciones en las viviendas cercanas a los cauces.

Aunque durante la Tormenta Stan la zona no sufrió graves daños, en la tormenta que ocurrió en el 2008, la zona fue bastante afectada con deslizamientos y coladas de derrubios que afectaron principalmente a zonas agrícolas y a varias viviendas.

Las zonas que frecuentemente son afectadas por inundaciones, deslizamientos y desprendimientos, son las zonas cercanas a las quebradas, donde existen numerosas viviendas tanto en las zonas limítrofes, como dentro de las mismas quebradas.



Figura 4. Ubicación de las áreas afectadas por la tormenta Agatha. Las áreas en azul, indican, aproximadamente, las áreas inundadas. Las áreas en rojo, son las áreas donde se ha producido deslizamientos y el área en naranja indica un desprendimiento (Fuente: Geólogos del mundo)

1.5.2.B Características geológicas del área

Según el mapa geológico 1:50,000 de Sololá (S. Bonis, 1984) la zona occidental del municipio de San Antonio Palopó, donde se encuentra ubicada la cabecera municipal, se sitúa sobre la denominada toba María Tecún (Tmt5). Se trata de un material masivo, formado por cenizas volcánicas consolidadas, que dan lugar a capas de tobas con un grosor de más de 1000 m. La toba de María Tecún es probablemente la más voluminosa y extensa de todas las tobas existentes en el altiplano guatemalteco. Se trata de un material de alta dureza con tonalidades pálidas rojizas a marrones, de baja permeabilidad (solo asociada a fracturas), de muy alta cohesión, dureza y alta capacidad portante.

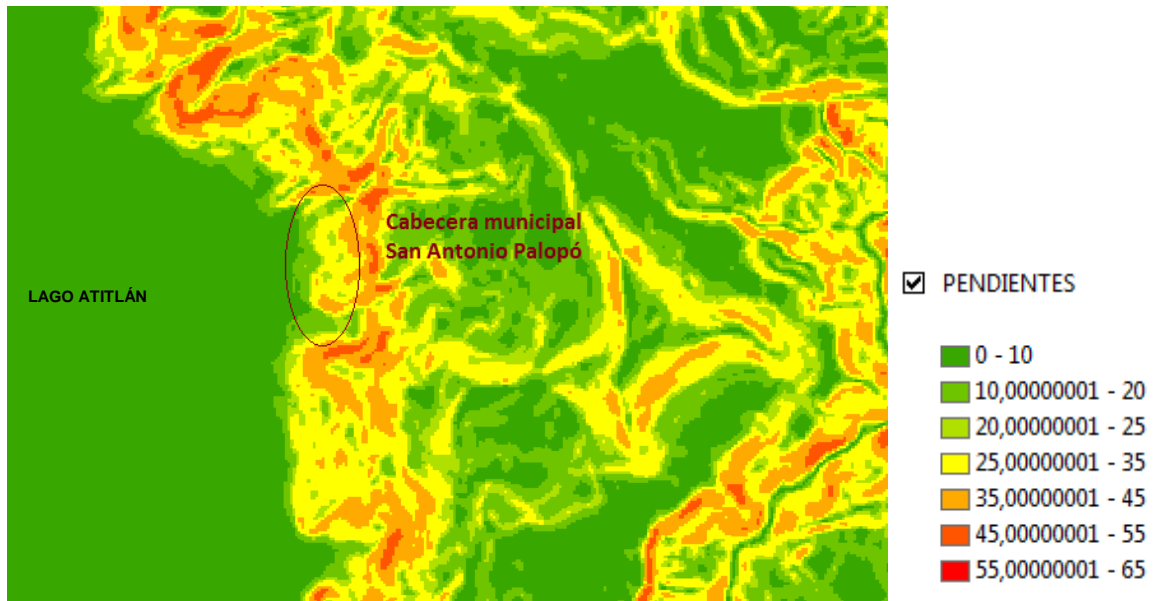


Figura 5. Mapa de pendientes, donde se observa la ubicación de la cabecera municipal, sobre pendientes de más de 25° (Fuente: Geólogos del mundo)

1.5.3 Afecciones provocadas por la tormenta Agatha y Earl

1.5.3.A Afecciones provocadas por deslizamientos

Las características geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y climáticas del área de estudio, condicionan la ocurrencia de movimientos de ladera. El tipo de material pomáceo poco consistente (por encima de un material de mayor cohesión), junto con las elevadas pendientes del lugar, constituyen los factores condicionantes de deslizamientos que, con el paso del tiempo, han conducido a la inestabilidad de las laderas que conforman la cabecera municipal.

Las elevadas precipitaciones ocurridas durante el paso de las Tormentas Agatha y Earl han acelerado los deslizamientos en la zona, ya que al saturarse de agua el terreno, aumenta de manera considerable su peso y, a la vez, disminuye la fricción interna de los materiales y su capacidad portante.

La superficie de ruptura se originaría a favor del contacto entre la formación pomácea y la toba. Estas formaciones poseen diferentes propiedades mecánicas e hidrogeológicas, ya que la formación subyacente (toba) es más consistente y menos permeable, lo que origina una superficie de discontinuidad a favor de la cual se produce la superficie de ruptura.

Por lo tanto, en los alrededores de la cabecera municipal, en la zona alta (parte oriental), se observaron varios deslizamientos, que no llegaron a afectar a viviendas, por encontrarse a una determinada altura con respecto a las mismas, aunque si afectaron a numerosas áreas de cultivos.



Figura 6. Deslizamientos observados en los alrededores de la cabecera Municipal.

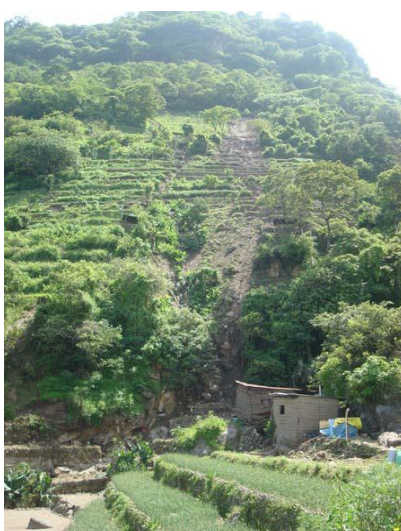


Figura 7. Deslizamientos observados en la zona Norte de la cabecera municipal donde dañó áreas de cultivos de cebolla y maíz.



Figura 8. Deslizamiento de la zona Sur de la cabecera municipal.

Además, se observaron otros dos deslizamientos ubicados en la parte Sur de la cabecera, a menor altitud que los anteriores, los cuales produjeron pérdidas humanas así como graves daños materiales:

El primer deslizamiento se sitúa sobre las coordenadas GTM, 433761, 1624521. Dicho deslizamiento arrasó con más de 20 casas y provocó la muerte de 19 personas.

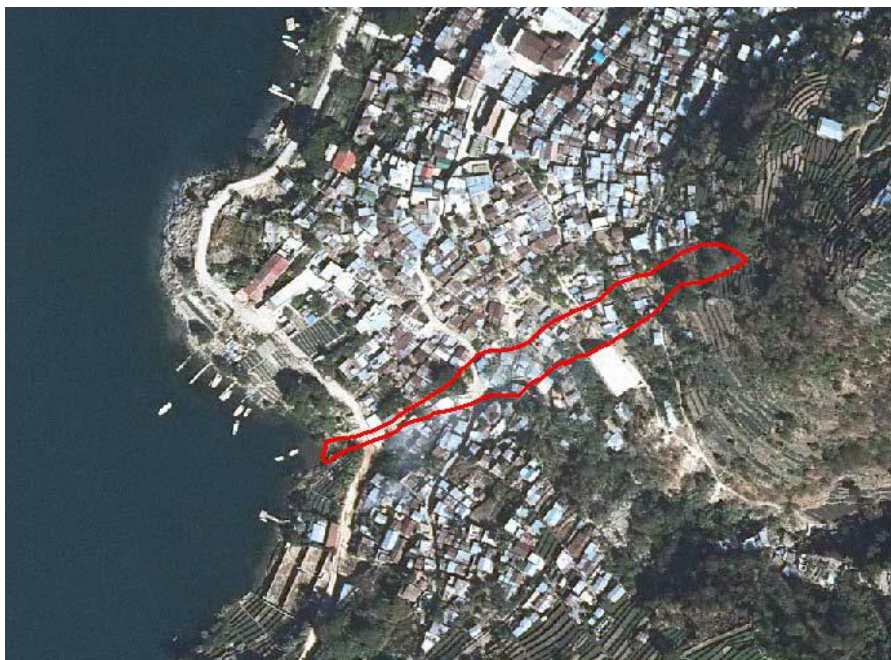


Figura 9. Ortofoto (2006) donde se observa el área afectada por el deslizamiento (Fuente: Geólogos del mundo)

El segundo deslizamiento se encuentra a 150 metros al Sur-Este del anterior. Con unas coordenadas 433737, 1624359. Dicho deslizamiento, se produjo a partir de una quebrada, y arrasó con varias viviendas situadas en las cercanías de la misma, murieron dos personas.



Figura 10. Ortofoto (2006) donde se observa el área afectada por el deslizamiento. (Fuente: Geólogos del mundo)



Figura 11. Vista de la parte inferior del deslizamiento.



Figura 12. Vista de un área de deslave con una pendiente de 56%.



Figura 13. Áreas forestadas y deforestadas atrás (Fuente propia)



Figura 14. Residenciales, razón por la cual deforestaron las partes altas.



Figura 15. Área donde antes era cultivable, sufrió erosiones.

1.5.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACION

1.5.4.A Árbol de problemas

El Árbol de Problemas puede observarse en la Figura 16, donde se analizó que existe un problema central del cual se derivan todos los demás. Éste consiste en la falta de financiamiento a diversos proyectos productivos, que puedan generar ingresos para crear la auto sostenibilidad del Municipio. Como no existe financiamiento para proyectos productivos ni para la contratación de personal permanente, no se pueden llevar las asesorías técnicas a las comunidades aledañas, ya que no se cuenta con los fondos económicos para ello.

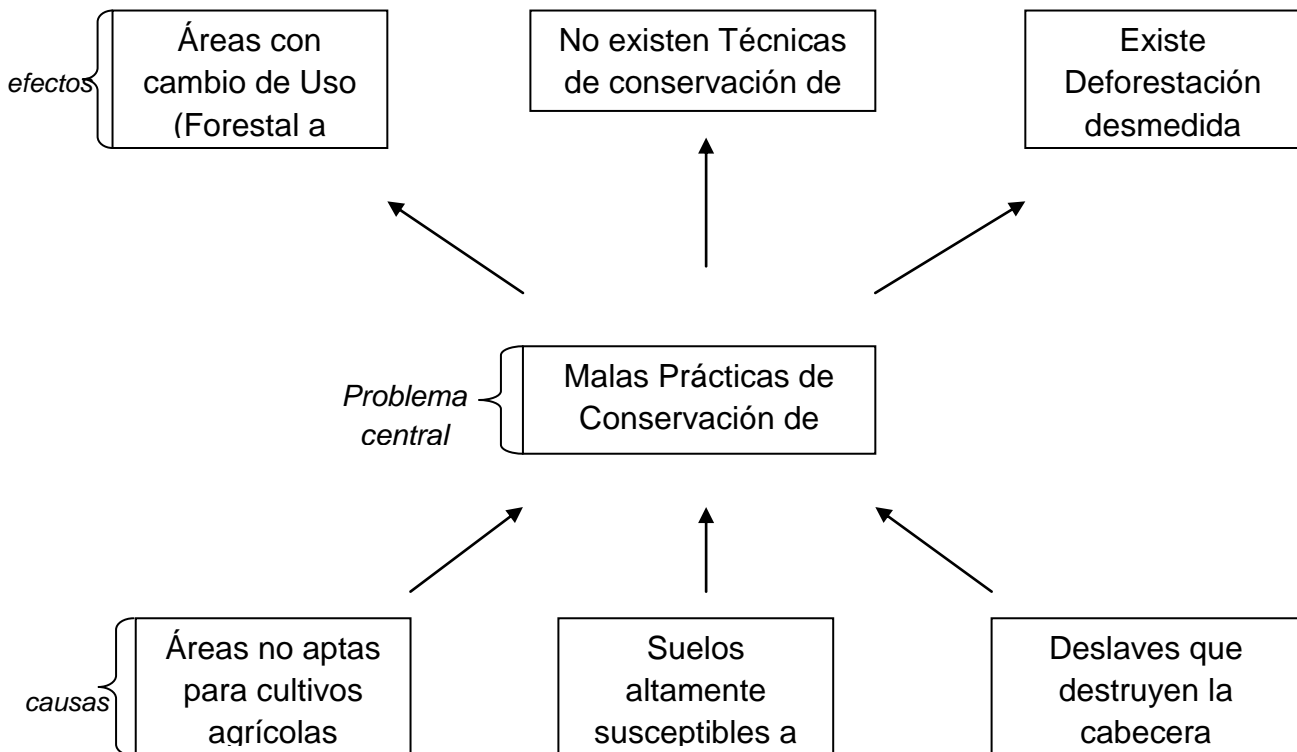


Figura 16. Árbol de Problemas que existe en el municipio de San Antonio Palopó, Sololá.

1.5.4.B Matriz de Priorización de Problemas

En el Cuadro 2 se observa el ejercicio de priorización llevado a cabo para los problemas detectados.

Cuadro 2. Matriz de Priorización de Problemas para el municipio de San Antonio Palopó, Sololá.

PROBLEMA	Áreas con cambio de uso (Forestal a Agrícola)	Deslaves destruyen la cabecera y pueden ocasionar muertes	No existen asesorías técnicas en conservación de suelos	Áreas deforestadas en partes altas.	Falta de auto sostenibilidad
Áreas con cambio de uso (Forestal a Agrícola)		Cambio de Uso	Cambio de Uso	Cambio de Uso	Auto sostenibilidad
Deslaves destruyen la cabecera y pueden ocasionar muertes			Asesoría	Áreas deforestadas	Auto sostenibilidad
No existen asesorías técnicas en conservación de suelos				Áreas deforestadas	Auto sostenibilidad
Áreas deforestadas en partes altas.					Áreas deforestadas
Falta de auto sostenibilidad					

Del análisis anterior, se determinó la frecuencia de aparición en la matriz y el rango correspondiente a cada problema.

PROBLEMAS	FRECUENCIA	RANGO
Áreas con cambio de uso	3	1
Deslaves destruyen	0	0
No existe asesoría técnica	1	0
Áreas deforestadas	3	2
Auto sostenibilidad	3	1

1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La cabecera municipal de San Antonio Palopó, se encuentra ubicada sobre laderas de altas pendientes (más de 20°). Esto, confieren al área una alta susceptibilidad a deslizamientos dada la naturaleza geológica, geomorfológica e hidrológica del área.
- Se identificaron las causas y efectos de los problemas. En primer lugar, el problema central tiene que ver con las malas prácticas de conservación de suelos que existe en el municipio de San Antonio Palopó. Este problema da origen directamente a cuatro problemas más: A) Áreas deforestadas; B) La falta de auto sostenibilidad, problema que a su vez origina el poco interés entre los pobladores. C) Áreas con cambio de uso (Forestal a Agrícola); D) No existe asesoría técnica; E) Deslaves destruyen la cabecera y pueden ocasionar muertes.
- La cabecera municipal se encuentra atravesada por numerosos cauces o quebradas, de cursos fluviales estacionales, pero al mismo tiempo torrenciales. Lo que supone que en determinadas épocas del año (época de lluvias), la velocidad de flujo es muy elevada y, por lo tanto, dicho flujo arrastra abundante material y fragmentos de roca, que afectan de manera grave a las viviendas que se encuentran en las cercanías o en los mismos cauces.
- Por otro lado, los factores desencadenantes de movimientos de ladera y avenidas, lo constituirían las elevadas precipitaciones ocurridas durante el paso de la tormenta tropical Agatha y Earl E-11, lo que han acelerado los procesos de deslizamientos y producido fuertes avenidas. Por estos condicionantes, se considera que la cabecera municipal de San Antonio Palopó es un lugar de alto riesgo y que se deben tomar medidas de carácter urgente, bien sean de reubicación de toda la cabecera o, al menos, implantar medidas estructurales y no estructurales de mitigación, y principalmente medidas de planificación y legislación en ordenación del territorio.

- Se debe informar a la población, por parte de las instituciones correspondientes, del alto riesgo existente en el área, tanto por nuevos deslizamientos, desprendimientos, inundaciones. Y sobre todo, prohibir, con carácter permanente, la construcción de viviendas en las quebradas, así como un reordenamiento territorial, donde se definan áreas cultivables (agrícolas, forestales), y áreas habitables.
- Es necesario concientizar a los pobladores de la importancia de la reforestación de áreas altas, para la sostenibilidad de los suelos, para evitar deslaves y llevar a cabo asesorías técnicas, donde se les deje claro a los pobladores las ventajas que tienen las prácticas de conservación de suelos.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. BONIS, ES. 1984. Sololá, mapa geológico. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Es. 1:50,000.
2. Garzona Estrada, E. 2010. Diagnostico de la degradación del suelo en San Antonio Palopó, Sololá, Guatemala, septiembre 2010 (en línea). Consultado 6 mar 2011. Disponible en http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:7Cfr1LGaksYJ:www.sphereproject.org/component/option,com_docman/task,doc_view/gid,421/Itemid,203/lang,english/+diagnostico+de+degradacion+de+suelo+san+antonio+palopo&hl=es&pid=bl&srcid=ADGEESgjCwVHmcNsgGzklrE-0LkdqbuNXFeDAmaqWISptf3D3RMJcl_fo-nmNvV9Pr0lsyOzKYUU_kgE1dttzYDm9xQwVwdqDUUh7kDKCNWglt_ChutBu0gtEeRfocKTCxyU5Pqnk38p&sig=AHIEtbRO3LuVURuch_3pO_FZvMlpKC5uRA
3. InforPressCA.com. 2010. Municipalidad de San Antonio Palopó (en línea). Guatemala. Consultado 7 mar 2011. Disponible en http://www.inforpressca.com/sanantoniopalopo/medio_ambiente.php
4. López Guerrero, VG; Grande, J; González, B. 2006. Guía para la elaboración de Plan de Diagnóstico en el Ejercicio Profesional Supervisado. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Centro de Telemática. 15 p.
5. Simmons, CS; Tárano T, JM; Pinto Zúñiga, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO, EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*), BAJO MACROTÚNEL, SAN ANTONIO PALOPÓ, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

EVALUATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT LEVELS OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM IN TOMATO (*Solanum lycopersicum*), UNDER MACROTUNEL, SAN ANTONIO PALOPÓ, SOLOLÁ, GUATEMALA, CA

2.1 PRESENTACIÓN

El cultivo de tomate en Guatemala, es una de las principales hortalizas. Según el censo agrícola 2006-2007, realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2007), éste cultivo ocupa una superficie aproximada de 2,895 ha, distribuidas en un total de 4,769 fincas, las cuales producen un volumen total de 76,805,561.1 kg.

Debido a las condiciones climáticas del barrio Cho-saqabaj, ubicado en la cabecera municipal de San Antonio Palopó, Sololá, los productores siembran únicamente un cultivo, la cebolla, que es la forma de subsistencia de los pobladores (Lagun-Artean, 2005).

Con el uso de ambientes protegidos, se producen frutos de mejor calidad libre de plagas y enfermedades, que son los responsables del bajo rendimiento de las plántulas, también se aprovecha el micro clima que se maneja dentro del macro túnel para el desarrollo de los frutos durante su desarrollo, además que se evita el uso excesivo de productos químicos que contaminan los frutos, logrando una producción con los estándares de calidad definido por los mercados locales (Donis, 2007).

Con el propósito de encontrar nuevas alternativas de producción que permitan alcanzar mayores rendimientos y consecuentemente mayor rentabilidad, se presentó el siguiente trabajo de evaluación de efecto de niveles Nitrógeno, Fósforo y Potasio en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y observación del rendimiento comercial, bajo condiciones de ambiente protegido y uso de paquetes tecnológicos como encamado de suelos y fertirrigación.

La presente investigación se desarrolló en el barrio Cho-saqabaj, ubicado en la cabecera municipal de San Antonio Palopó, Sololá en los meses de febrero a noviembre del año 2011, tiempo que duró el Ejercicio Profesional Supervisado EPSA.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Origen del tomate

El tomate es una planta originaria de los trópicos americanos, que ha alcanzado su mayor importancia y desarrollo fuera de su área de origen. En las últimas décadas la introducción a América Tropical de los cultivares mejorados provenientes de los Estados Unidos y Europa, en particular de los tipos híbridos, ha ido eliminando los cultivares nativos, de productividad y calidad inferior (Donis, 2007).

2.2.2 Taxonomía de la planta de tomate

Reino: Plantae

Sub-reino: Embryobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub-clase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Especie: *Solanum lycopersicum* (Natural History Museum, 2011).

2.2.3 Descripción botánica del tomate

2.2.3.A Planta

Perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas) (Fasagua, 2006).

2.2.3.B Sistema radicular

Consiste en una raíz principal de la que salen raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 metros. En el cultivo, sin embargo, las labores de trasplante destruyen la raíz principal y lo más común es que presente una masa irregular de raíces fibrosas. Es muy frecuente la formación de raíces adventicias en los nudos inferiores de las ramas principales (Infoagro, 2003a).

2.2.3.C Tallo principal

El tallo de tomate es herbáceo, aunque tiende a lignificarse en las plantas viejas. Visto en sección transversal parece más o menos circular, con ángulos o esquinas; en las ramas jóvenes es triangular. La epidermis se forma en una capa de células, las que a menudo tienen pelos largos. Debajo hay una zona de colénquima, que es más gruesa en las esquinas y que constituye el mayor sostén del tallo. Sigue luego la región cortical, con cinco a diez capas de parénquima, de células grandes con muchos espacios intercelulares. Finalmente, el cilindro vascular se compone, de afuera hacia adentro, de floema, en bandas aisladas o unidas por conexiones delgadas de xilema que forman un tejido continuo. La medula, que ocupa gran parte del tallo, tiene hacia la parte externa cordones de fibra del periciclo interior (Donis, 2007).

2.2.3.D Hoja

Compuesta e imparipinada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (Fasagua, 2006).

2.2.3.E Flor

Es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135° , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La

primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Fasagua, 2006).

2.2.3.F Polinización

Las flores se desarrollan en racimos y se abren simultáneamente. En una misma ramilla hay siempre botones, flores y frutos. La antesis ocurre por lo común en las mañanas y 24 horas después se inicia la salida del polen. Este aparece en el lado interno de las anteras y, por la posición pendiente de la flor, cae directamente sobre la superficie de los estigmas. La auto polinización es lo más frecuente en los tomates cultivados. La polinización cruzada debido a insectos ocurre en un cinco por ciento (Infoagro, 2003a).

2.2.3.G Fruto

Es una baya bi o plurilocular de forma muy variada. En los principales cultivos comerciales es de forma ovalada (aplanada) con rebordes longitudinales o lisa; hay también elipsoides y periformes. En los tomates silvestres predominan los frutos esféricos. El número de lóculos en los frutos de tomates silvestres es de dos. En los cultivares comerciales, seleccionados por el mayor número de tabiques y su grosor, es corriente encontrar de cinco a diez celdas. La epidermis es una capa de células de paredes externas engrosadas por la cutícula. Es frecuente la presencia de pelos o glándulas que desaparecen conforme madura el fruto. Debajo del pericarpio hay tres o cuatro estratos de colénquima que junto con la epidermis forma una cáscara fina y resistente. En ella hay pigmentos amarillos y rojos, según la variedad. El resto del fruto se forma de parénquima cargado de pigmentos rojos y amarillos que aparecen como cristales suspendidos en el líquido que rellena las células. Las paredes de las células son también de parénquima, interrumpido por cordones aislados de haces vasculares. Los tejidos de la placenta, sobre los que están las semillas, contienen una mayor cantidad de haces, lo que les da un color más claro. Las capas de células que rodean las semillas se disuelven en la madurez, formando una masa gelatinosa rica en gramos de almidón. Las semillas, planas y ovaladas, miden de dos a

cinco milímetros de largo y están cubiertas de pelos finos, el embrión que ocupa la mayor parte se encuentra arrollado cerca de la superficie (Fasagua, 2006).

2.2.3.H Disposición de carbohidratos

La vida de la planta de tomate puede dividirse en etapas más o menos distintas pero parcialmente coincidentes. La utilización de los carbohidratos es dominante durante la etapa de plántula, haciendo muy poca dominancia de los carbohidratos en la utilización y acumulación durante la etapa fructífera (Donis, 2007).

El tomate es un cultivo sensible al ambiente en el cual se desarrolla, por ejemplo: cantidades grandes de nitrógeno, alto porcentaje de humedad y temperaturas muy elevadas favorecen la elaboración de carbohidratos, y consecuentemente mayor crecimiento vegetativo y escasa fructificación, es decir el crecimiento vegetativo es dominante sobre la fase de reproducción. Por otra parte, la moderada cantidad de nitrógeno, moderado suministro de agua, más una máxima oportunidad para la elaboración de carbohidratos, aseguran un crecimiento vegetativo moderado y abundante fructificación (Donis, 2007). En el cuadro 1, se presenta la composición química del fruto.

Cuadro 3. Composición química del fruto fresco maduro.

Agua	87 – 96%
Compuestos nitrogenados	0.8 – 2.0%
Substancias grasas	0.2 – 0.6%
Hidrato de carbono	2.5 – 5.0%
Substancias no nitrogenadas	1.0%
Celulosa	0.8 – 1.5%
Cenizas	0.6 – 1.2%
Ácido orgánico (cítrico)	0.5%
Valor energético (calorías por gramo)	0.23

Fuente: (Fasagua, 2006).

Al igual que la mayoría de los cultivos de hortalizas, el cultivo de tomate puede proporcionar al agricultor algunos ingresos por hectárea, ya que su rentabilidad es superior

al 100%, especialmente si las cosechas son producidas y comercializadas eficientemente. El tomate puede contribuir a una mejor nutrición. La liga de Educación Internacional de la Alimentación estima que el tomate suple casi tantas calorías por hectárea como el arroz y una cantidad mayor de proteínas.

Los tomates que tienen una concentración alta de beta caroteno son anaranjados a rojos en lugar del rojo familiar; con menor aceptabilidad comercial. El contenido de vitamina C puede incrementarse por lo menos cinco veces, pero un alto contenido de vitamina C en el tomate ha estado asociado con bajo rendimiento y frutos pequeños o de forma deficiente (Infoagro, 2003a). En el Cuadro 4, se presenta el valor nutricional del fruto.

Cuadro 4. Valor nutricional del fruto de tomate.

VALOR NUTRICIONAL DEL TOMATE POR 100 g DE SUSTANCIA COMESTIBLE	
Residuos (%)	6.00
Materia seca (g)	6.20
Energía (Kcal.)	20.0
Proteínas (g)	1.20
Fibra (g)	0.70
Calcio (mg)	7.00
Hierro (mg)	0.60
Caroteno (mg)	0.50
Tiamina (mg)	0.06
Riboflavina (mg)	0.04
Niacina (mg)	0.60
Vitamina C (mg)	23.0
Valor nutritivo medio (VNM)	2.39
VNM por 100 g de materia seca	38.5

Fuente: (Fasagua, 2006).

2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto (Fasagua, 2006).

2.2.4.A Temperatura

Es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30 °C durante el día y entre 1 y 17 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35 °C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta (Infoagro, 2003a).

A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10 °C así como superiores a los 30 °C originan tonalidades amarillentas. No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los factores climáticos (Infoagro, 2003a).

2.2.4.B Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre un 60 % y un 80 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Fasagua, 2006).

2.2.4.C Luminosidad

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos

críticos durante el periodo vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad (Infoagro, 2003a).

2.2.4.D Suelo

El tomate se desarrolla bien en diferentes tipos de suelo prefiriendo los franco-arcillosos y francos ricos en materia orgánica, bien drenados y con un pH de seis a siete. Si el pH está debajo de cinco será necesario el encalado y si se encuentra por encima de siete provocará disminución del rendimiento. Cuando lo importante es la precocidad en la maduración del fruto, se prefieren los suelos franco arenosos que sean bien drenados. Al contrario, cuando la precocidad no es importante y se requiere altos rendimientos, son importantes los suelos franco arcillosos y franco limosos. Las lluvias excesivas causan lavado de nutrientes y favorecen la aparición de enfermedades diversas (Donis, 2007).

Cuadro 5. Requerimientos nutricionales de cultivo de tomate bajo invernadero.

Nutriente	kg/ha	lb/ha	lb/m ²	lb/trat	g/trat	g/planta
N	370	814	0.0814	21.978	9978	27.717
P	63	138.6	0.0139	3.7422	1699	4.7193
K	560	1232	0.1232	33.264	15102	41.95

Fuente: (Smart, 2008)

2.2.5 Clasificación del tomate

El tomate es clasificado de acuerdo con lo siguiente:

2.2.5.A Tipo según época de maduración

Esta clasificación depende de la maduración o sea según el número de días que tarda la planta en madurar el fruto después del trasplante; así se conoce los cultivares de los tipos precoz, intermedio y tardío (Donis, 2007).

- El tipo precoz: madura sus frutos entre los 65 y 80 días después del trasplante.
- El tipo intermedio: empieza a madurar sus frutos entre los 75 y 90 días después del trasplante.

- El tipo tardío: necesita de 85 a 100 días para iniciar su cosecha.

2.2.5. B Tipo según su crecimiento

Esta clasificación está basada en el hábito de crecimiento de la planta (Donis, 2007).

- Tipo determinado: son cultivos que sus tallos o guías eventualmente terminan en un racimo floral y su crecimiento se detiene una vez que este empieza a desarrollar sus frutos.
- Tipo indeterminado: los cultivos de este tipo pueden crecer indefinidamente si encuentran condiciones óptimas, se caracterizan por desarrollar bejucos o tallos largos y mucho follaje. Son preferidos para cultivo bajo invernadero y en sistemas de tutores y espalderas.

2.2.6 Ambiente protegido tipo macro túnel

Los ambientes protegidos denominados macro túnel son construcciones agrícolas tipo túnel, provistas de una cubierta transparente (plástico de polietileno) en la parte superior y malla o sarán antiviral en la parte inferior, que protegen a los cultivos de ciertos factores, principalmente atmosféricos, además de incrementar la calidad y los rendimientos, con un mayor margen de seguridad de cosecha (Navas, 2005).

El macro túnel se aproxima al tipo de invernadero semicircular, pero no alcanza un volumen espacial en el interior, lo suficientemente grande como para permitir un control del ambiente con el que pueda otorgársele con propiedad el nombre de invernadero. De todos modos, para niveles de control con estándares de menor exigencia, se ha utilizado en la región como una alternativa practicable, que presenta la enorme ventaja de no tener que clavar el plástico, permitiendo la utilización de cubiertas de mayor vida útil que pueden conservarse en buen estado varias temporadas (Quinto, 1999).

Este tipo de estructura tiene algunas ventajas e inconvenientes (Navas, 2005).

2.2.6.A Ventajas

- Alta resistencia a los vientos y fácil instalación (recomendable para productores que se inician en el cultivo protegido).

- Alta transmisión de la luz solar.
- Apto tanto para materiales de cobertura flexibles como rígidos.

Otras ventajas de los cultivos protegidos por estructuras como los macro túneles respecto a los realizados al aire libre, según Szczesny (2000) son:

- Mayor productividad: los rendimientos por unidad de superficie aumentan considerablemente y con ellos los ingresos para el productor.
- Mejora la calidad comercial: ya que los productos obtenidos son más uniformes, de mayor tamaño, mejor presentación y realza las características organolépticas.
- Mayor control de las condiciones ambientales: evitando grandes variaciones térmicas, daño por viento, lluvias, granizo, heladas ,escaldaduras de sol, etc., logrando con ello además la primicia y prolongar el período de cosecha.
- Permite un mejor manejo, prevención y control de enfermedades y plagas.
- El trabajo se hace más cómodo, placentero y seguro, evitando la pérdida de jornales por condiciones climáticas adversas o ausencias por enfermedad.

2.2.6.B Desventajas (Szczesny, 2000)

- Relativamente pequeño, volumen de aire retenido (escasa inercia térmica) pudiendo ocurrir el fenómeno de inversión térmica.
- Solamente recomendado en cultivos de bajo a mediano porte (lechuga, flores, tomate, chile, pepino, etc.).

También presenta algunas características a tener en cuenta:

- La inversión es mayor ya que desde el punto de vista financiero se debe disponer de un capital inicial importante aunque económicamente se lo amortice en los años de vida útil de cada uno de los materiales.
- El capital arriesgado también es mayor.
- El costo de producción es más alto, exige mayor incorporación de tecnología.
- El productor y los operarios deben tener conocimientos específicos de la actividad (asesoramiento, capacitación).

2.2.7 Cultivo de tomate bajo ambiente protegido tipo macro túnel en Guatemala

Los cultivos bajo carpa plástica en Guatemala, ocupan una superficie estimada entre dos y tres hectáreas, de las cuales un 50% es destinado a la producción de tomates. En importancia le sigue la producción de pimientos y plantas aromáticas (Navas, 2005).

Navas (2005) demostró que la producción de tomate bajo condiciones de macro túnel tiende a aumentar y a fortalecerse. Principalmente porque puede producirse, bajo condiciones de ambiente protegido, en dos o más ciclos durante el año.

La propuesta de producción de hortalizas bajo cubierta plástica para el área sur oriental, se aparta del concepto tradicional de cultivos de invernadero, ya que el control de los factores ambientales es relativo y se realiza en forma natural, aprovechando las características agroclimáticas de la zona, sin adicionar energía extra para calefacción, ventilación o iluminación (Navas, 2005).

2.2.8 Encamado plástico de suelos

El encamado de suelos se refiere a la colocación de una película sobre la superficie del terreno, que actúe como una barrera de separación entre el suelo y el medio ambiente, con la finalidad de defender los cultivos y el suelo de la acción de los agentes atmosféricos, los cuales, entre otros efectos producen la desecación del suelo, deterioro de la calidad del fruto, enfrían la tierra y lavan la misma, arrastrando los elementos fertilizantes, tan necesarios para el desarrollo de las plantas. Puede decirse que a nivel mundial el material plástico más utilizado hoy en día en encamado de suelos es el polietileno. Los tipos de filmes atendiendo a su coloración o pigmentación, que hoy día se utilizan para esta aplicación son: negro opaco, transparente, marrón, gris humo y plateado negro; cada uno de ellos posee unas determinadas características que dan lugar a efectos diferentes sobre los cultivos. Las cubiertas de plástico para la superficie del suelo han tenido en los últimos años gran demanda en varios cultivos, pues prestan ventajas en su utilización pudiendo mencionarse algunas como principales (Quinto, 1999). Evita el exceso

de evaporación del agua de la superficie del suelo, lo que permite un manejo más adecuado de las frecuencias con que se aplique el riego.

Se puede hacer uso de productos biocidas sobre la mesa o cama que ha sido preparada para la siembra mecanizada en todo el campo, evitando que en su modo de acción este sea emanado al ambiente, ejerciendo una eficiente desinfección del suelo.

Evita el contacto directo de los frutos con la superficie del suelo que afecta la calidad del fruto (Quinto, 1999).

2.2.9 Uso de plásticos en encamado de suelos en tomate

Los rendimientos obtenidos en el cultivo de tomate han aumentado considerablemente, reportándose hasta 55.535 ton/ha en el encamado con plástico en comparación con las 31.070 ton/ha obtenidas sin encamado y una precocidad de 17 días con respecto a la no utilización del mismo. Este incremento en el rendimiento se debe a que al encamar el suelo, este se mantiene mullido por las labores preparatorias del suelo, permitiendo un gran desarrollo de la raíz de la planta en sentido horizontal, ya que esta al encontrar humedad a poca profundidad, se desarrolla más lateralmente que si tiene que buscarla a mayor profundidad. Con el aumento de raíces se asegura una mayor succión de sales minerales, agua y demás fertilizantes disponibles, lo que da origen a plantas más vigorosas; todo esto provoca mayor rendimiento. La precocidad obtenida es debido a que el plástico transmite al suelo las radiaciones solares recibidas durante el día y actúa como barrera al no permitir su reflexión, por lo que durante la noche las plantas pueden continuar con sus tejidos activos debido a que cuentan con temperatura adecuada, lo que ayuda a lograr un adelanto en su desarrollo y en la cosecha (Donis, 2007).

2.2.9.A Preparación del terreno

El suelo debe quedar mullido y bien desmenuzado por medio de labores de cultivador o rototiller, ejecutadas con buen tiempo. De este modo se evita que el plástico pueda dañarse por rozamiento, y se consigue una penetración profunda del agua de riego. La humedad así obtenida facilita el calentamiento del suelo con mayor rapidez y a más profundidad debido al aumento de la capacidad y conductividad térmicas, y hace que la sensibilidad de los organismos del suelo al calor sea mayor (Fasagua, 2006).

2.2.9.B Colocación del plástico

Según Fasagua (2006), la lámina del encamado puede colocarse manual o mecánicamente, según las características de la parcela, pero en todo caso debe garantizarse su tensado y un buen cierre de los bordes enterrados, para evitar renovaciones de aire que reducirían la eficacia por la evaporación, las pérdidas térmicas y cambios en la composición atmosférica del suelo.

2.2.10 Fertirrigación

Es un método de fertirriego que combina la aplicación de agua de riego con los fertilizantes. Esta práctica incrementa notablemente la eficiencia de la aplicación de los nutrientes, obteniéndose mayores rendimientos y mejor calidad, con una mínima polución del medio ambiente. La producción de hortalizas en invernaderos requiere de sistemas de fertirriego sencillos y manuales. Distintos métodos de dosificación, preparación de soluciones fertilizantes, equipos de inyección y monitoreo son utilizados, según los diferentes requisitos que presentan los cultivos. En los cultivos protegidos de tomate el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va ser función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.) (Imas, 1999).

En cultivo en suelo y en sustrato de arena, el establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por las siguientes condiciones:

- Tensión del agua en el suelo (tensión métrica), que se determinará mediante un manejo adecuado de tensiómetros, siendo conveniente regar antes de alcanzar los 20-30 centibares.
- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).
- Evapotranspiración del cultivo.
- Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).
- Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad) (Imas, 1999).

2.2.10.A Ventajas del fertirriego

Con el fertirriego, los nutrientes son aplicados en forma exacta y uniforme solamente al volumen radicular humedecido, donde están concentradas las raíces activas. El control preciso de la tasa de aplicación de los nutrientes optimiza la fertilización, reduciendo el potencial de contaminación del agua subterránea causado por el lixiviado de fertilizantes. El fertirriego permite adecuar la cantidad y concentración de los nutrientes de acuerdo a la demanda de nutrientes durante el ciclo de crecimiento del cultivo. El abastecimiento de nutrientes a los cultivos de acuerdo a la etapa fisiológica, considerando las características climáticas y del suelo, resulta en altos rendimientos y excelente calidad de los cultivos. Cuando se usa métodos de riego a presión (goteo, aspersores, microaspersores), el fertirriego no es opcional, sino absolutamente necesario. Bajo riego por goteo sólo el 20% del suelo es humedecido por los goteros, y si los fertilizantes son aplicados al suelo separadamente del agua, los beneficios del riego no se verán expresados en el cultivo. Esto se debe a que la eficiencia de la fertilización disminuye mucho ya que los nutrientes no se disuelven en las zonas secas donde el suelo no es regado. El fertirriego es el único método correcto de aplicar fertilizantes a los cultivos bajo riego (Imas, 1999).

2.2.10.B Fertilizantes para fertirriego

La entrega directa de fertilizantes a través del sistema de riego exige el uso de fertilizantes solubles y sistemas de bombas e inyectores para introducir la solución nutritiva en el sistema de riego. Un pre-requisito esencial para el uso de fertilizantes sólidos en fertirriego es su completa disolución en agua. Ejemplos de fertilizantes altamente solubles apropiados para su uso en fertirriego son: nitrato de amonio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, urea, monofosfato de amonio, monofosfato de potasio, etc. (Imas, 1999).

Imas (1999) sugiere que en sistemas intensivos como invernaderos y/o sustratos artificiales, la solución nutritiva debe incluir calcio, magnesio y micronutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo). El hierro debe ser suministrado como quelato porque las sales de hierro, como por ejemplo sulfato de hierro, son muy inestables en solución y el hierro precipita

fácilmente. En caso de aguas duras, se debe tomar en cuenta el contenido de Ca y Mg en el agua de riego.

2.2.10.C El crecimiento de la planta de tomate y el fertirriego

Para programar correctamente el fertirriego se deben conocer el consumo de nutrientes a lo largo del ciclo del cultivo que resulta en el máximo rendimiento y calidad. La curva óptima de consumo de nutrientes define la tasa de aplicación de un determinado nutriente, evitando así las posibilidades de deficiencia y de consumo de lujo (Imas, 1999).

En la práctica, se divide el ciclo de crecimiento del cultivo según las etapas fenológicas y se definen las diferentes concentraciones o cantidades de nutrientes a aplicarse, con sus respectivas relaciones. Por ejemplo en tomate se consideran 4 etapas: establecimiento-floración, floración-cuajado de frutos, maduración-primera cosecha y primera cosecha-fin. En cada etapa, las concentraciones de N y K van aumentando, y la relación N:K va disminuyendo, ya que el potasio es absorbido en gran cantidad durante la etapa reproductiva del cultivo (Imas, 1999).

La absorción de nutrientes y por lo tanto las recomendaciones son completamente diferentes según el destino del cultivo (tomate para industria o tomate de mesa) y según el sistema de cultivo (a campo abierto o protegido). Por ejemplo, el tomate cultivado en invernadero alcanza un rendimiento de 200-250 t/ha versus 60-80 t/ha cuando es cultivado a campo abierto; conforme a esto, la absorción de nutrientes en invernadero se duplica o triplica en comparación con el tomate cultivado a campo abierto (Imas, 1999).

2.2.11 Materiales de cubierta para ambientes protegidos tipo macro túnel

Los plásticos han permitido convertir tierras aparentemente improductivas en modernísimas explotaciones agrícolas. El plástico en agricultura se utiliza en invernaderos, macro túneles, micro túneles, encamados, mallas, en el control de plagas (plásticos fotoselectivos), en el control de enfermedades (solarización), en el riego (Infoagro, 2003b).

El Agryl, es una gama completa de cubiertas sin tejido para obtener cosechas tempranas y para la protección de sus cultivos.

Agryl P17, muy ligero y resistente, protege eficazmente contra la intemperie (frío, viento...) y los insectos, mejorando el rendimiento y la calidad de los cultivos de hortalizas. Crea un microclima que favorece el crecimiento de los cultivos siendo al mismo tiempo permeable al agua y al aire. La manta térmica Agryl salva cientos de hectáreas de producciones agrícolas bajo plástico (Viagro, 2006).

Esto se debe al efecto iglú que se produce al tener Agryl sobre el emparrado del cultivo, ya que la humedad sobre el Agryl hace un efecto barrera contra el frío. Las temperaturas extremas de frío gastan la energía en congelar el agua que hay sobre el Agryl y de esta manera la planta queda protegida de temperaturas inferiores a 0 grados, salvando la plantación (Viagro, 2006).

2.2.11.A Polietileno normal de larga duración

Este tipo de polietileno tiene unas características idénticas al polietileno normal, a excepción de su duración, que es bastante mayor, debido a los antioxidantes e inhibidores que lleva en su composición. La duración de este tipo de plástico es de tres a cinco años o más, según la luminosidad y el régimen de viento al que se esté expuesta la lámina (Infoagro, 2003b).

2.2.12 Requerimientos nutricionales

2.2.12.A Absorción de macro nutrientes

La cantidad de un elemento que absorben las plantas en un momento dado es el resultado de la acción y de la interacción de varios factores, tales como: Suelo, clima, edad de la planta, prácticas culturales, sistema de siembra, cultivares, plagas y enfermedades entre otros (Barahona, 2007).

2.2.12.B Nitrógeno.

Nitrógeno favorece el desarrollo, la producción y el tamaño del fruto. Su exceso puede ocasionar problemas de esterilidad de las flores y crecimientos anómalos de los frutos, favoreciendo el ahuecado y agrietado de los mismos, por lo que su dosificación debe estar en consonancia con las aportaciones de fósforo y potasio, pues un equilibrio entre los tres

nutrientes es fundamental para lograr, además de altos rendimientos, buena calidad comercial (Imas, 1999).

Las aportaciones teóricas de nitrógeno, deducidas de las extracciones más el factor de corrección por aprovechamiento, deben incrementarse cuando se riegue con aguas salinas, pues altos contenidos de cloruro sódico reducen el calibre del fruto. Este incremento puede llegar hasta un 30-50%, cuando el contenido total de sales del agua supere los 2,5 gramos por litro.

En las primeras 3 semanas posteriores al trasplante, las necesidades de nitrógeno son muy bajas, absorbiendo sólo un 2%, aproximadamente, de las extracciones. Pero, a partir del incremento del desarrollo vegetativo y el engorde del primer racimo el ritmo de absorción se incrementa, llegando a ser en plena recolección del orden de los 5/7 Kg. de nitrógeno por hectárea y día.

2.2.12.C Fósforo

El Fósforo contribuye al desarrollo de un potente sistema radicular, favorece el grosor y consistencia del tallo y es imprescindible para lograr una buena floración. Su deficiencia al inicio del cultivo puede originar retrasos importantes en la recolección.

El ritmo de absorción del fósforo es similar al del nitrógeno, coincidiendo las mayores necesidades con la floración y engorde de los frutos (Barahona, 2007).

2.2.12.D Potasio

El Potasio tiene una gran influencia sobre la calidad de los frutos. Aumenta la cantidad de sólidos disueltos en el jugo, su peso, consistencia, mejora el sabor y, junto al magnesio, contribuye a la formación y homogénea distribución de los pigmentos colorantes sobre su superficie.

El abonado potásico está muy influenciado por la presencia de cloruros en el agua de riego y por la dosis de nitrógeno. Con aguas de baja conductividad deben incrementarse las aportaciones de potasio, prefijadas de acuerdo con los análisis de suelos y las extracciones; y en los riegos localizados mantener durante todo el cultivo una relación N/K

entre 0,4 y 0,8, especialmente a partir del inicio de la recolección, para conseguir frutos consistentes (Barahona, 2007).

La máxima demanda de este nutriente se inicia a los 60/75 días de trasplante, fecha que coincide, aproximadamente, con el engorde del primer racimo y donde existe una intensa actividad vegetativa.

2.2.12.E Calcio

La deficiencia del calcio se corrige con aportaciones de Nitrato de cal, a dosis que pueden oscilar entre los 400/700 Kg./ha. de un fertilizante que contenga un 8% de Nitrógeno (N) y 16% de Óxido de calcio (CaO) (Barahona, 2007).

2.2.12.F Magnesio

Cuando es necesario aportar magnesio, el Nitrato de magnesio cristalino es el abono más eficaz necesitándose, generalmente, entre 400/600 Kg./ha (Imas, 1999).

2.2.12.G Azufre

Hay que prestar atención a los primeros síntomas carenciales en hojas, sobre todo en riego por goteo, para su tratamiento por vía foliar o con quelatos (Barahona, 2007).

Dado que la tendencia en el cultivo intensivo del tomate, tanto al aire libre como protegido, es al riego por goteo, a la hora de planificar el abonado es importante contar con un análisis de suelos y de aguas. Si los niveles de fertilidad en el suelo son bajos se hará un abonado de fondo con un complejo con poco contenido en nitrógeno y un equilibrio fósforo / potasio en función del contenido del suelo.

Una vez establecido el cultivo, a título orientativo, se aplicará en fertirrigación el siguiente abonado para una producción estimada de 100/120 Tm./ha.y para una conductividad del agua de riego comprendida entre 1,5 y 2,25 dS/m (Barahona, 2007).

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de diferentes niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), variedad Tolimán bajo macrotúnel ubicado en el Barrio Cho-saqabaj, San Antonio Palopó, Sololá.

2.3.2 Objetivos Específicos

Evaluar el efecto de nitrógeno, fosforo y potasio, sobre el rendimiento en kilogramos por hectárea de los frutos de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad Tolimán.

Evaluar el efecto de nitrógeno, fosforo y potasio, sobre el peso y diámetro en frutos: Pequeño, mediano y grande de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad Tolimán.

Determinar la dosis que presente mayor rentabilidad en los tratamientos evaluados en base a la relación beneficio-costos.

2.4 METODOLOGÍA

La evaluación consistió en el establecimiento del cultivo de tomate bajo ambiente protegido tipo macrotúnel, con diferentes niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

En el ensayo se evaluó el peso de los frutos (según tabla de LA FRAGUA, S.A., ver Cuadro 19) clasificándolos en tamaño: Pequeño, Mediano y Grande. Así como también por diámetro, clasificándolos de igual manera. Por último, se evaluó el rendimiento de fruto de tomate, en kilogramos por hectárea, para conocer cuál fue el tratamiento que obtuvo diferencias significativas.

A continuación se describe el procedimiento para el establecimiento del ensayo mencionado anteriormente.

2.4.1 Muestreo de suelos

Con el fin de determinar la disponibilidad de nutrientes del suelo donde se estableció el ensayo, se realizó un muestreo de suelos, el cual consistió en la toma de 10 submuestras al azar, para luego hacer una muestra homogénea, a una profundidad de 0 – 0.2 m, la cual fue secada al aire, en la sombra, previo a su análisis químico.

Según la Figura 70A, los resultados del análisis químico de suelos indican que el suelo es ligeramente ácido, con niveles altos de fósforo y potasio, con respecto a los niveles críticos de P y K, establecidas por la disciplina de manejo de suelos del ICTA para hortalizas los cuales son 20 y 200 respectivamente. La relación Ca/Mg, Mg/K, se encuentran desbalanceadas.

Las dosis no se pudieron cambiar, debido a que la Mancomunidad MANKATITLAN las sugirió desde años anteriores, como parte del seguimiento del proyecto de “cultivos protegidos”. Los técnicos responsables del proyecto, no tomaron en cuenta el análisis químico de suelos, aplicando nutrientes bajo recomendaciones generales sin conocer el aporte que proporciona el suelo.

2.4.2 Fase de campo

Las plántulas utilizadas se obtuvieron de la empresa BEJO, San Lucas Tolimán, Sololá, para la Mancomunidad MANKATITLÁN, Panajachel, Sololá, que es la entidad que apoyó y

decidió las dosis a usar según recomendaciones de diversas empresas (Vista Volcanes, Basf-Tecún, Agropecuaria el Buen Sembrador) y Extensionistas Agrícolas que trabajaron para esta entidad en los años 2009-2010.

Los fertilizantes y materiales para la instalación de los macrotúneles utilizados se obtuvieron de la empresa VISTA VOLCANES, S.A.

2.4.3 Manejo agronómico del experimento

2.4.3.A Preparación del terreno

Se preparó el terreno, apoyándose con las siguientes actividades: Limpia y remoción del suelo.

Los surcos se trazaron con pitas y pines, con un ancho de 0.75 m. entre surco, y un total de dos surcos dentro de cada macro túnel.

La cinta de riego por goteo se instaló después de elaborar los surcos, colocándolo encima de éstos, el cual está conectado a una manguera ciega que proviene de la tubería central.

Después se colocó un material plástico de polietileno (Mulch sintético) de color plateado y negro, el cual tiene la finalidad de evitar el desarrollo de malezas, evita la evapotranspiración, también sirve como un repelente contra las plagas, además de evitar el contacto del fruto al suelo.

2.4.3.B Elaboración de los macrotúneles

a) Formación de los arcos

Se colocó el tubo metálico de 1.27 cm de diámetro, de 6 m de largo sobre un marco donde se le da forma el arco. Se soldaron los pines a cada punta del tubo metálico para poder enterrarlo en el suelo. Luego se pintaron los arcos con anticorrosivo color gris, para evitar la rápida oxidación de los tubos.

b) Trazado del área

Esta actividad consistió en trazar el área donde se construyó el macro túnel; Primero se colocan cuatro pines en cada área del macro túnel, dos en la parte superior y dos pines en la parte inferior, después se colocan pitas de un pin a otro, seguidamente se mide la

distancia en que va ir cada tubo que son 6 metros y se coloca un pin, posteriormente se colocan pitas en estos pines de un lado a otro y por último se siembran los arcos.

e) Construcción y determinación del número de bases para el macro túnel

Se realizó la siembra de los arcos al área neta del suelo a cubrir ya estando colocado todos los arcos se colocaron 13 hilos por macro túnel, seis pines de 0.50 m por cada macro túnel. El alto del macro túnel fue de 2.20 m, el ancho del macro túnel a nivel del suelo es de 3.00 m.

Cada base se colocó a tres metros de distancia entre cada una. Por lo tanto el número de bases varió dependiendo de las condiciones del terreno.

De acuerdo al número de tratamientos (tres) y repeticiones (seis) fue necesario construir un macrotúnel por terraza, totalizando nueve terrazas, cada macrotúnel con dos surcos.

f) Determinación y colocación del agryl

Para este paso se necesitaron cinco personas para poder halar y hacer presión para evitar baches de tela, después de colocar las bases, en cada estructura se procede a colocar el agryl, el cual le brindará la protección necesaria a los cultivos para evitar la transmisión de enfermedades, cada rollo de agryl cuenta con 250 metros de largo y 3.80 metros de ancho. Para tapar los túneles se necesitaron 99 metros de agryl, ya que el largo del túnel era de 90 metros, más 6 metros que se le dieron de caída para tapar los extremos y 3 metros que se le pusieron a la antesala.

1 rollo-----250 metros $X = 0.36$ rollo para los túneles

X ----- 90 metros

g) Aporcado de la tela de agryl

Esta actividad consiste en aplicarle tierra a la tela por medio de azadones en los extremos longitudinales del macro túnel para que se quede fija y no haya ingreso de algún tipo de

insecto vector de enfermedades, además de que el aire pueda levantarla es por ello que se hace necesario realizar esta actividad.

h) Colocación de sensores

Se colocaron después de ya instalado el agril en los macro túneles. Consiste en colocar pedazos de agril de 0.45 m sobre cada arco, se utiliza para presionar el agril en el tubo de manera que el viento no levante el agril, provocando que éste se rompa.

2.4.3.C Plantado de los pilones

Ahoyado y distanciamientos de siembra

El ahoyado se realizó en forma manual, se procedió a realizar los agujeros con el filo de una lata de diez centímetros de diámetro en el centro del agujero del mulch plástico, para evitar que el nylon la quemara, dejando un distanciamiento para el cultivo de tomate de 0.16 m entre plantas.

2.4.3.D Aplicación de riego y fertirriego

Esta actividad se realizó antes y después del trasplante, según las condiciones con que cuenta las parcelas, en este caso el riego que se manejó dentro de cada macro túnel es el riego por goteo el cual solo humedece el área donde se encuentra el pilón. El riego se aplicó cada dos días, para aprovechar la inyección de los macro nutrientes, a pesar que fue un cultivo en época lluviosa. Los nutrientes fueron incorporados al sistema de riego por goteo, mediante la utilización de un inyector tipo Ventury.

2.4.3.E Trasplante

Esta actividad se desarrolló entre las seis y siete de la mañana, cuando las plantitas tuvieron cuatro semanas de germinadas, se seleccionaron las que presentaban mejor aspecto, para el trasplante definitivo, luego de 15 días de preparado el terreno.

2.4.3.F Control de malezas

Por lo general, se realizaron de dos a tres limpiezas durante el ciclo del cultivo. Las mismas se realizaron en forma manual, utilizando para ello: Azadones, rastrillos, etc., la primera se desarrolló a los 20 días del trasplante, luego cada diez días.

2.4.3.G Aplicación de enraizador a los pilones

Esta actividad consistió en aplicarle a los pilones un enraizador, el cual se realiza después del trasplante al campo definitivo con una dosis de 300 cc de Hormovit® enraizador (auxinas enraizadoras, vitaminas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y fósforo) por 50 litros de agua, el cual se aplica al sistema de fertirriego durante unos 15 minutos.

2.4.3.H Control fitosanitario

Se realizó un control de enfermedades fúngicas con CONTODO 72SC (Clorotalonil), es un fungicida que previene enfermedades como antracnosis, tizón, entre otras. A razón de tres copas de 25 cc por bomba de 16 litros, aplicándolo cada seis días.

Se aplicó INICIO 50SC (Carbendazin), que controla Cercospora, Antracnosis, Alternaria, Fusarium y Sclerotium, a razón de 1.5 copas de 25 cc por bomba de 16 litros, aplicándolo cada 15 días.

Se utilizó DOBLEVIA 72SC (Propamocarb), fungicida que controla tizón tardío y Phytium. A razón de 1.5 copas de 25 cc por bomba de 16 litros, aplicándolo cada ocho días.

Se aplicó fungicida SEGURO 50SC (Iprodione), efectivo contra Alternaria para evitar la caída de la flor, a razón de dos copas de 25 cc por bomba de 16 litros, aplicándolo cada ocho días.

2.4.3.I Tutorado

La sujeción se realizó con hilo de polipropileno (rafia) sujeta a ambos extremos, de estacas de bambú de aproximadamente 1.80 m de altura, colocadas a cada 3.00 m, la rafia se tendió en hileras transversales distanciadas a 0.4 m, se colocaron cuatro líneas de rafia.

2.4.3.J Deshojado

Esta práctica se llevó a cabo tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que se sacaron inmediatamente del macro túnel, eliminando así la fuente de inóculo. Para tal caso se utilizaron tijeras podadoras y navajas debidamente desinfectadas.

2.4.3.K Cosecha

La cosecha se efectuó manualmente, de acuerdo con la maduración de los materiales en diferentes cortes, siendo éstos 13 en total.

2.4.4 Manejo del Experimento

2.4.4.A Material Experimental

Tomate (*Solanum lycopersicum*), variedad Tolimán indeterminado.

- Crecimiento indeterminado con excelente vigor.
- Frutos largos tipo Silverado, de 80-100 gramos de peso, muy uniforme y de buen color.
- Fruto brillante, de pulpa gruesa y consistente.
- Fruto resistente al transporte (Cifuentes, 2006).

2.4.4.B Tratamientos

Cuadro 6. Aplicación de cada elemento en kg/ha para cada tratamiento.

Elemento Nutricional	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
N	276.22	300.80	328.11
P2O5	201.67	238.80	283.89
K2O	892.22	977.20	1,072.78

Dosis baja (tratamiento 1)

De acuerdo a las propuestas de la mancomunidad de municipios de Sololá MANKATITLÁN, se probaron tres dosis de nutrientes, a continuación la dosis baja:

Cuadro 7. Niveles de elementos nutricionales en gramos por planta.

N	P2O5	K2O
6.90	5.05	22.33

Cuadro 8. Niveles de elementos nutricionales en gramos por tratamiento*.

N	P2O5	K2O
2,486	1,815	8,030

*cada tratamiento tiene 90 m² y consta de seis repeticiones, con 60 plantas cada repetición.

Cuadro 9. Niveles de elementos nutricionales en kilogramos por hectárea.

N	P2O5	K2O
276.22	201.67	892.22

Dosis recomendada (tratamiento 2)

Según dosis recomendadas de elementos (N-P-K) por la empresa Vista Volcanes, S.A.:

Cuadro 10. Niveles de elementos nutricionales en gramos por planta.

N	P2O5	K2O
7.52	5.97	24.43

Cuadro 11. Niveles de elementos nutricionales en gramos por tratamiento*.

N	P2O5	K2O
2,707.20	2,149.20	8,794.80

*cada tratamiento tiene 90 m² y consta de seis repeticiones, con 60 plantas cada repetición.

Cuadro 12. Niveles de elementos nutricionales en kilogramos por hectárea.

N	P2O5	K2O
300.80	238.80	977.20

Dosis alta (tratamiento 3)

Dosis propuesta por MANKATITLÁN.

Cuadro 13. Niveles de elementos nutricionales en gramos por planta.

N	P2O5	K2O
8.21	7.10	26.80

Cuadro 14. Niveles de elementos nutricionales en gramos por tratamiento*.

N	P2O5	K2O
2,953	2,555	9,655

*cada tratamiento tiene 90 m² y consta de seis repeticiones, con 60 plantas cada repetición.

Cuadro 15. Niveles de elementos nutricionales en kilogramos por hectárea.

N	P2O5	K2O
328.11	283.89	1,072.78

Las dosis de Vista Fértil I se aplicaron entre los primeros 24 días del trasplante.

Las dosis de Vista Fértil II se aplicaron entre los 28 a 100 días después del trasplante.

Las dosis de Vista Fértil III se aplicaron entre los 18 a 54 días después del trasplante.

Para cada aplicación, se pesaron las cantidades en una balanza, y se mezclaron en una cubeta de ocho galones de agua, colocando el succionador del inyector Ventury, mandando los nutrientes por medio del sistema de riego (fertirriego).

Cuadro 16. Dosis de Fertilizante aplicado al fertirriego en gramos por planta.

Nombre Comercial	Dosis baja en g/planta	Dosis recomendada en g/planta	Dosis alta en g/planta
1. Vista Fértil I	9.5	12	15.2
2. Vista Fértil II	44	47	50
3. Vista Fértil III	15.3	19	24

Cuadro 17. Dosis de Fertilizante aplicado al fertirriego en gramos por tratamiento.

Nombre Comercial	Dosis baja en g/tratamiento*	Dosis recomendada en g/tratamiento*	Dosis alta en g/tratamiento*
1. Vista Fértil I	3,420	4,320	5,472
2. Vista Fértil II	15,840	16,920	18,000
3. Vista Fértil III	5,508	6,840	8,640

*cada tratamiento tiene 90 m² y consta de seis repeticiones, con 60 plantas cada repetición.

Cuadro 18. Composición de las fórmulas de los fertilizantes evaluados.

COMPOSICIÓN DE LAS FORMULAS DEL PROGRAMA															
Produ cto	DD T	Formula en %						kg/ ha	kg. producto puro/ha						g/p lan ta
		N	P	K	M g	S	C a		N	P	K	M g	S	Ca	
Vista fértil I	2 a 24	10 .6	30 .4	2 4		2. 1		194	2077	5907	4609	0	389	0	12
Vista fértil II	28 a 10 0	13 .3	4. 94	4 1				779	10,387	3830	32264	0	0	0	47
Vista fértil III	18 a 54	0		1 2			2 8	324	0	0	3895	0	0	9088	19
Total kilogramos de producto puro/hectárea								1,298	12,464	9,737	40,769	0	389	9088	78

*DDT = Días Después del Trasplante

2.4.5 Diseño Experimental

2.4.5.A Diseño experimental y distribución de las unidades experimentales

El diseño experimental fue de diseño en bloques completos al azar (DBA). Se seleccionó este diseño debido a que las condiciones ambientales son heterogéneas.

La unidad experimental consistió de un surco con 60 plantas cada surco, y se repitió cada tratamiento seis veces, para un total de 18 unidades experimentales.

Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \sum_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Rendimiento en kilogramos de producción total de frutos de Tomate (*Solanum lycopersicum*).

μ = Media general del rendimiento en kilogramos de producción total de frutos de Tomate (*Solanum lycopersicum*).

T_i = Efecto de los niveles de N, P y K sobre el rendimiento en kilogramos de producción total de frutos de Tomate (*Solanum lycopersicum*).

B_j = Efecto de cada Macro Túnel.

Σ_{ij} = Error experimental asociado a la unidad experimental.

Dimensiones del área experimental

Área total del experimento:	270 m ²
Número de Tratamientos:	3
Número de Repeticiones:	6
Tamaño del bloque:	10 x 3 m = 30 m ²
Distancia entre surco:	0.75 m
Distancia entre plantas:	0.16 m
Área de parcela bruta:	30 m ²
Surcos por parcela bruta:	2
Plantas por parcela bruta:	120
Número de unidades experimentales:	18

2.4.6 Variables de respuesta

Para evaluar el efecto de los diferentes tratamientos en estudio, se analizaron las siguientes variables de respuesta:

2.4.6.A Rendimiento de fruto de tomate

El rendimiento expresado en kilogramos por hectárea, se obtuvo pesando los frutos de tomate en cada uno de los cortes que se efectuó en cada unidad experimental.

2.4.6.B Tamaño de fruto

Las variables, tamaño de fruto y diámetro de fruto, se definieron por el peso promedio de los frutos en gramos y el diámetro en centímetros de la sección transversal, basándose en la tabla de clasificación utilizada por la empresa comercializadora de frutas y verduras de Guatemala (LA FRAGUA S.A.), la cual se muestra a continuación.

Cuadro 19. Criterios de clasificación del tamaño de los frutos en base a su peso y diámetro.

Denominación	Peso (g)	Diámetro (cm)
Grande	≥ 101	≥ 5.01
Mediano	81 – 100	4.51 - 5.0
Pequeño	≤ 80	≤ 4.50

Fuente: Comercializadora de Frutas y Verduras S.A. (FRAGUA).

Para esta variable, se tomaron diez frutos de cada denominación por unidad experimental, a los cuales se les determinó su peso mediante una balanza mono plato.

2.4.6.C Diámetro de fruto

El diámetro, expresado en centímetros, se obtuvo midiendo la sección transversal de diez frutos de tomate de cada denominación según tabla de clasificación anterior, por cada unidad experimental, con la ayuda de un Vernier.

2.4.6.D Análisis económico

El análisis económico se llevó a cabo calculando la relación beneficio-costos y determinando el momento de recuperación de la inversión inicial, en función del aumento en la producción de fruto de tomate. Para ello se calcularon y estimaron los ingresos y costos totales de producción para cada tratamiento. Cabe mencionar que se utilizaron costos totales individuales para cada tratamiento (Ver Cuadros 75A-77A).

La proyección se hizo para cinco años, tomando en cuenta el periodo de vida útil de los materiales con que se elaboró el macrotúnel, específicamente del Agryl y del mulch

plástico. Para las proyecciones se calcularon y estimaron los promedios en rendimiento en cajas de 50 libras de peso por tratamiento (tres macrotúneles por tratamiento), a un precio promedio de venta de Q. 150.00/caja (ambas denominaciones definidas por el Mercado Municipal de San Antonio Palopó, Sololá Julio-Septiembre de 2011). Se elaboró una matriz de beneficios y costos totales a partir del año cero, hasta el final del año cinco, considerando que a partir del año uno, triplican la producción cada tratamiento. Para evaluar el valor tiempo del dinero, tanto en el cálculo de la relación beneficio-costos y la determinación del periodo de recuperación de la inversión inicial, se aplicó una tasa de descuento del 16.2% anual. Dicha tasa se calculó a partir de la tasa pasiva que fue de 5.2% más una prima de riesgo de país de 11% (tasas de interés promedio ponderado de las operaciones bancarias al mes de diciembre de 2011) (Banguat, 2011).

2.5 RESULTADOS

2.5.1 Rendimiento de fruto de tomate

Se pesó el total de frutos producidos por las plantas de tomate en cada uno de los 13 cortes que se realizaron para obtener el rendimiento de los tres tratamientos evaluados. Se observa en el Cuadro 43A, los resultados provenientes de la conversión de libras/tratamiento, transformados a kilogramos por hectárea, para cada material.

A continuación se presenta el resumen del análisis de varianza para la variable de rendimiento en kilogramos por hectárea, de los tratamientos evaluados en cada unidad experimental.

Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto (kg/ha).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	87840585	7	12548655	7.68	0.0024
tratamiento	73156661	2	36578331	22.38	0.0002
bloque	14683924	5	2936785	1.8	0.2012
Error	16343325	10	1634333		
Total	1.04E+08	17			

Con base en el análisis de varianza efectuado para el rendimiento en kilogramos por hectárea de frutos de tomate, se establece que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, y que al menos un tratamiento presenta un rendimiento mayor, con un coeficiente de variación de 14.16%. Para establecer cual tratamiento presentó el mayor rendimiento, se procedió a realizar una prueba de medias utilizando para tal efecto el comparador de Tukey al 5% de significancia, el cual se muestra en el Cuadro 21. En la Figura 17 se observa la gráfica de dicha prueba.

Cuadro 21. Prueba de Medias para la variable rendimiento de fruto (kg/ha).

tratamiento	Medias	n	E.E.		
3	11285.78	6	521.91	A	
2	9406.99	6	521.91	A	
1	6391.41	6	521.91		B

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

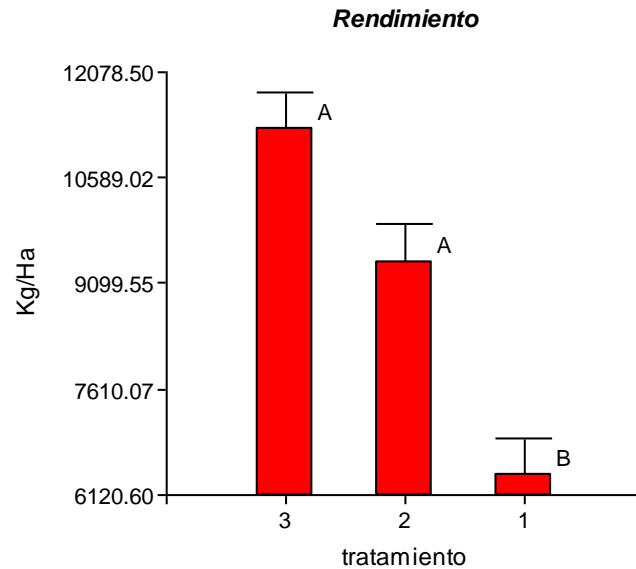


Figura 17. Prueba de medias para la variable rendimiento de fruto (kg/ha).

Estadísticamente y con una confianza del 95%, se puede decir que en la aplicación de dosis alta y dosis recomendada (tratamientos 3 y 2), se obtuvo el mayor rendimiento en fruto de tomate, con medias de 11,285.78 y 9,406.99 kg/ha respectivamente. Al aplicar la dosis baja (tratamiento 1), se obtuvo un menor rendimiento con valores de 6,391.41 kg/ha.

2.5.2 Tamaño de Fruto

El tamaño de fruto de tomate fue definido por su peso promedio en gramos, en tres diferentes denominaciones según el Cuadro 19, por lo que se realizó un análisis estadístico para cada una.

2.5.2.A Peso de Fruto Pequeño

Para esta variable se pesaron diez frutos de tomate que presentaban un peso menor a los 80 gramos, utilizándose para tal efecto una balanza mono plato. Los resultados sobre el peso de fruto pequeño de los tres tratamientos evaluados en cada unidad experimental se presentan en el Cuadro 44A.

Seguidamente se presenta el resumen del análisis de varianza para la variable peso en gramos de fruto pequeño de tomate.

Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable peso de fruto pequeño (g).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	1152.6	7	164.66	66.35	<0.0001
tratamiento	1086.25	2	543.12	218.84	<0.0001
bloque	66.35	5	13.27	5.35	0.0119
Error	24.82	10	2.48		
Total	1177.41	17			

Cuadro 23. Prueba de Medias para la variable peso de fruto pequeño (g).

tratamiento	Medias	n	E.E.			
3	46.52	6	0.64	A		
2	43.06	6	0.64		B	
1	28.59	6	0.64			C

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

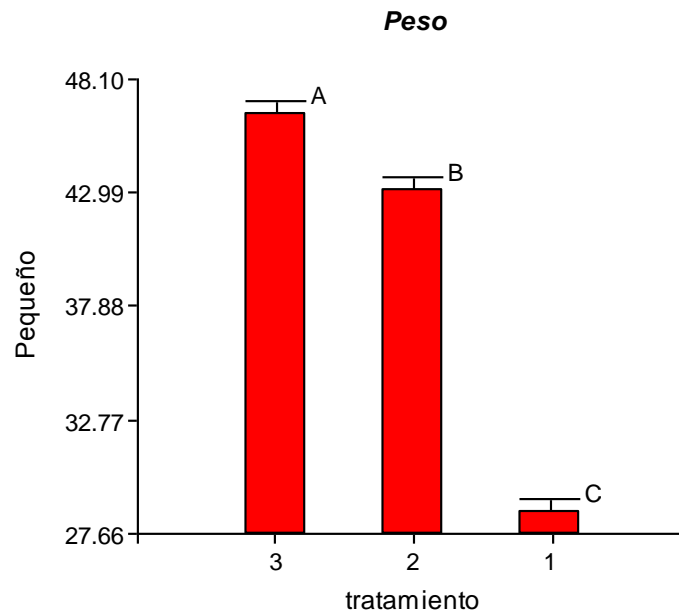


Figura 18. Prueba de medias para la variable peso de fruto pequeño (g).

Con un coeficiente de variación de 3.99% y una prueba de medias de Tukey al 5% de significancia, como se muestra en el Cuadro 23 y Figura 18, el tratamiento 3 (dosis alta) presentó un mayor peso en fruto pequeño con media de 46.52 gramos. Seguido de

tratamiento 2 (dosis recomendada) con 43.06 gramos y tratamiento 1 (dosis baja) con 28.59 gramos.

2.5.2.B Peso de fruto mediano

Para esta variable se pesaron diez frutos de tomate que presentaban un peso entre 81 a 100 gramos. Los resultados sobre el peso de fruto mediano de los tres tratamientos evaluados en cada unidad experimental se presentan en el Cuadro 46A.

A continuación se presenta el resumen del análisis de varianza para la variable de peso en gramos de fruto mediano de tomate.

Cuadro 24. Análisis de varianza para la variable peso de fruto mediano (g).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	313.76	7	44.82	49.31	<0.0001
tratamiento	301.62	2	150.81	165.91	<0.0001
bloque	12.15	5	2.43	2.67	0.0872
Error	9.09	10	0.91		
Total	322.85	17			

Cuadro 25. Prueba de Medias para la variable peso de fruto mediano (g).

tratamiento	Medias	n	E.E.			
3	90.15	6	0.39	A		
2	88.21	6	0.39		B	
1	80.66	6	0.39			C

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

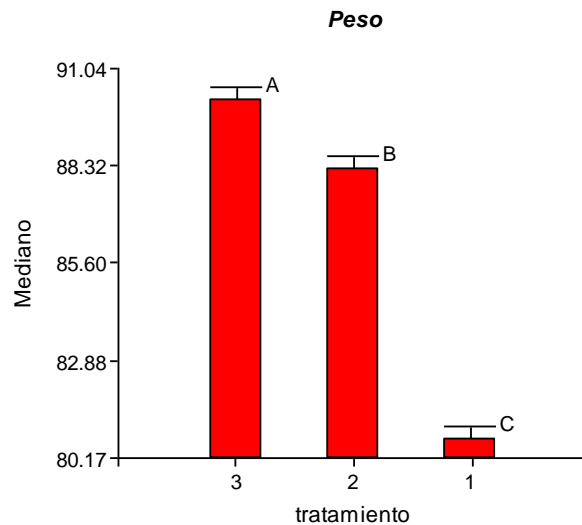


Figura 19. Prueba de medias para la variable peso de fruto mediano (g).

Con un coeficiente de variación de 1.10%, y una prueba de medias de Tukey al 5% de significancia como se muestra en el Cuadro 25 y Figura 19, se puede decir que en la aplicación de dosis alta (tratamiento 3), se obtuvo el mayor peso en gramos de fruto de tomate, con media de 90.15 gramos. Al aplicar la dosis recomendada y dosis baja (tratamientos 2 y 1), se obtuvieron pesos menores con una media de 88.21 gramos y 80.66 respectivamente.

2.5.2.C Peso de fruto grande

Para esta variable se pesaron diez frutos de tomate que presentaban un peso entre mayores de 101 gramos. Los resultados sobre el peso de fruto grande de los tres tratamientos evaluados en cada unidad experimental se presentan en el Cuadro 48A.

Seguidamente se presenta el resumen del análisis de varianza para la variable de peso en gramos de fruto grande de tomate.

Cuadro 26. Análisis de varianza para la variable peso de fruto grande (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	664.09	7	94.87	47.46	<0.0001
tratamiento	659.42	2	329.71	164.93	<0.0001
bloque	4.67	5	0.93	0.47	0.7925
Error	19.99	10	2		
Total	684.08	17			

Cuadro 27. Prueba de Medias para la variable peso de fruto grande (g).

tratamiento	Medias	n	E.E.			
3	122.13	6	0.58	A		
2	116.7	6	0.58		B	
1	107.46	6	0.58			C

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

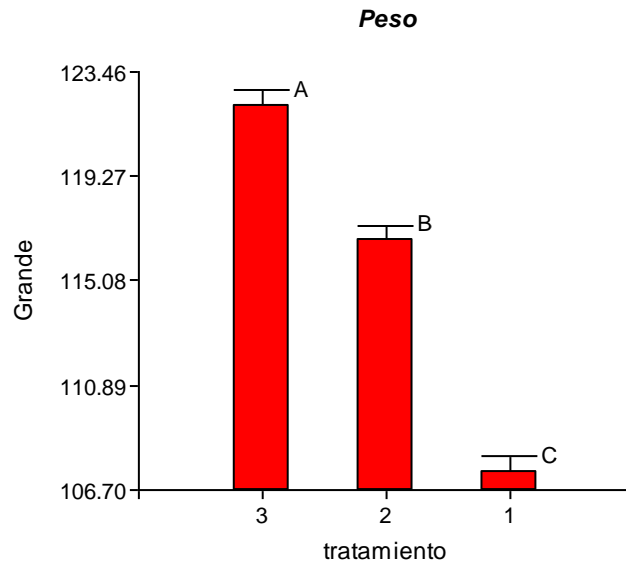


Figura 20. Prueba de medias para la variable peso de fruto grande (g).

Con un coeficiente de variación de 1.22% y una prueba de medias de Tukey al 5% de significancia como se muestra en el Cuadro 27 y Figura 20, se puede decir que en la aplicación de dosis alta (tratamiento 3), se obtuvo el mayor peso en gramos de fruto de tomate, con media de 122.13 gramos. Al aplicar la dosis recomendada y dosis baja (tratamientos 2 y 1), se obtuvieron pesos significativamente bajos con una media de 116.70 gramos y 107.46 respectivamente.

2.5.3 Diámetro de fruto

El diámetro de fruto de tomate en centímetros, se determinó basándose en los criterios de clasificación del fruto de tomate, expuestos en el cuadro 19, es por eso que el análisis estadístico se realizó para cada denominación.

2.5.3.A Diámetro de fruto pequeño

Mediante la utilización de un Vernier, se determinó el diámetro transversal de diez frutos de tomate pequeño por unidad experimental. Los resultados de esta medición se muestran en el cuadro 50A.

A continuación se presenta el resumen del análisis de varianza para la variable de diámetro en centímetros de fruto pequeño de tomate.

Cuadro 28. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto pequeño (cm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.86	7	0.27	27	<0.0001
tratamiento	1.78	2	0.89	90.03	<0.0001
bloque	0.09	5	0.02	1.79	0.2028
Error	0.1	10	0.01		
Total	1.96	17			

Cuadro 29. Prueba de Medias para la variable diámetro de fruto pequeño (cm).

tratamiento	Medias	n	E.E.		
3	3.12	6	0.04	A	
2	3.09	6	0.04	A	
1	2.44	6	0.04		B

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

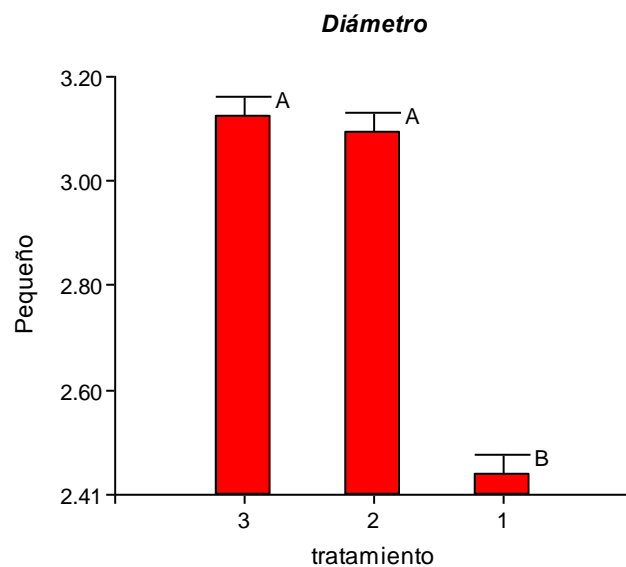


Figura 21. Prueba de medias para la variable diámetro de fruto pequeño (cm).

Con un coeficiente de variación de 3.27% y una prueba de medias de Tukey al 5% de significancia como se muestra en el Cuadro 29 y Figura 21, se puede decir que en la aplicación de dosis alta y recomendada (tratamientos 3 y 2), se obtuvo el mayor diámetro de fruto de tomate, con media de 3.12 y 3.09 cm respectivamente. Al aplicar la dosis baja (tratamiento 1), se obtuvieron diámetros menores con una media de 2.44 cm respectivamente.

2.5.3.B Diámetro de fruto mediano

Seguidamente se presenta el resumen del análisis de varianza para la variable diámetro de fruto mediano de tomate.

Cuadro 30. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto mediano (cm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.4	7	0.06	13.76	0.0002
tratamiento	0.32	2	0.16	39.11	<0.0001
bloque	0.07	5	0.01	3.61	0.0398
Error	0.04	10	4.10E-03		
Total	0.44	17			

Cuadro 31. Prueba de Medias para la variable de diámetro de fruto mediano (cm).

tratamiento	Medias	n	E.E.			
3	4.58	6	0.03	A		
2	4.46	6	0.03		B	
1	4.25	6	0.03			C

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

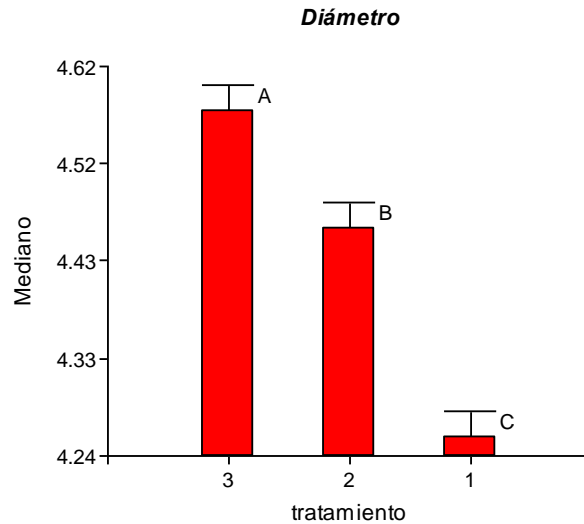


Figura 22. Prueba de medias para la variable diámetro de fruto mediano (cm).

Estadísticamente con un coeficiente de variación de 1.55% y una prueba de medias de Tukey al 5% de significancia como se muestra en el Cuadro 31 y Figura 22, se establece que en la aplicación de dosis alta (tratamiento 3), se obtuvo el mayor diámetro en centímetros de fruto de tomate, con media de 4.58 centímetros. En las aplicaciones de dosis recomendada y baja (tratamientos 2 y 1), se obtuvieron diámetros menores con medias de 4.46 y 4.25 cm respectivamente.

2.5.3.C Diámetro de fruto grande

A continuación se presenta el resumen del análisis de varianza para la variable diámetro de fruto grande de tomate (cm).

Cuadro 32. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto grande (cm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.2	7	0.03	13.8	0.0002
tratamiento	0.18	2	0.09	43.86	<0.0001
bloque	0.02	5	3.60E-03	1.77	0.2065
Error	0.02	10	2.10E-03		
Total	0.22	17			

Cuadro 33. Prueba de Medias para la variable de diámetro de fruto grande (cm).

tratamiento	Medias	n	E.E.			
3	5.37	6	0.02	A		
2	5.27	6	0.02		B	
1	5.12	6	0.02			C

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

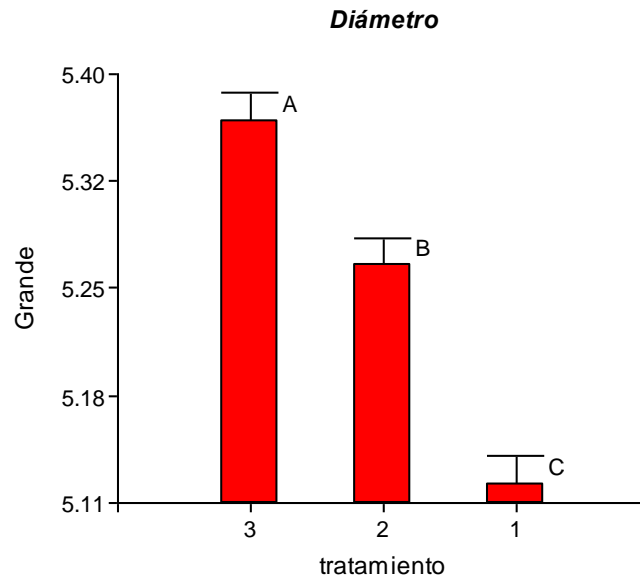


Figura 23. Prueba de medias para la variable diámetro de fruto grande (cm).

Estadísticamente con un coeficiente de variación de 0.91% y prueba de medias de Tukey al 5% de significancia como se muestra en el Cuadro 33 y Figura 23, se establece que en la aplicación de dosis alta (tratamiento 3), se obtuvo el mayor diámetro de fruto, con una media de 5.36 cm. Mientras que en las aplicaciones de dosis recomendada y baja (tratamientos 2 y 1), se obtuvieron diámetros menores con medias de 5.27 y 5.12 cm respectivamente.

A continuación se presenta el resumen consolidado de las variables: Tamaño y diámetro de fruto de tomate.

Cuadro 34. Consolidado de las variables: Tamaño y diámetro de fruto de tomate.

DOSIS	TAMAÑO		DIAMETRO (cm)	\bar{X}	\bar{X}
	DEFINICIÓN	PESO (g)		PESO (g)	DIÁMETRO (cm)
BAJA	Grande	107.46	5.12	72.24	3.94
	Mediano	80.66	4.25		
	Pequeño	28.59	2.44		
RECOMENDADA	Grande	116.7	5.27	82.66	4.27
	Mediano	88.21	4.46		
	Pequeño	43.06	3.09		
ALTA	Grande	122.13	5.37	86.27	4.36
	Mediano	90.15	4.58		
	Pequeño	46.52	3.12		

En el Cuadro 34 se observa que bajo macrotúnel, uso de encamado de suelo y fertirrigación, el tratamiento 3 (dosis alta) presentó las mejores características agronómicas, produciendo frutos de tomate con peso de 86.27 g en promedio diámetro 4.36 cm. En orden descendente le siguen, el tratamiento 2 (dosis recomendada) con 82.66 g y diámetro de 4.27 cm, y el tratamiento 1 (dosis baja), fue el que obtuvo valores menores en cuanto a las características agronómicas evaluadas.

2.5.4 Análisis económico

Al realizar una proyección a cinco años plazo, de los costos y beneficios de la utilización de ambientes protegidos, encamado de suelos y fertirriego para la producción de tomate, sobre la base del nivel promedio de rendimiento en cajas de tomate (50 libras) por tratamiento, la relación beneficio-costos para la dosis recomendada (tratamiento 2) y dosis alta (tratamiento 3), fue mayor a uno. Dichos valores indican que a ese nivel productivo, la implementación de dicha tecnología, es rentable. Lo anterior indica que a partir del

segundo año de producción se obtienen los beneficios, que permiten recuperar la inversión inicial a un precio de venta promedio de Q. 150.00/caja (Cuadros 79A y 80A). Mientras que con la dosis baja (tratamiento 1), la relación beneficio-costo fue menor a uno, demostrando que los costos son mayores a los ingresos obtenidos en los cinco años del proyecto (Cuadro 78A). Como se observa en la Figura 9, el tratamiento 3 (dosis alta) obtuvo una relación beneficio-costo mayor que la del resto de tratamientos, con un valor de 1.70, lo cual significa que se recupera cada Quetzal invertido y se obtienen 70 centavos de ganancia por cada uno. En orden descendente le sigue, la dosis recomendada (tratamiento 2) con valor de 1.43 y dosis baja (tratamiento 1) con 0.98. Los cálculos proyectados para cada tratamiento se pueden observar en los Cuadros 78A-80A.

Es de hacer notar que los costos de producción en el primer año se incrementan, debido a la inversión inicial que presenta la construcción del macrotúnel, la implementación del encamado y del sistema de riego por goteo, pero en los siguientes años, este costo es amortizado debido a que ya no se realiza esta inversión en su totalidad.

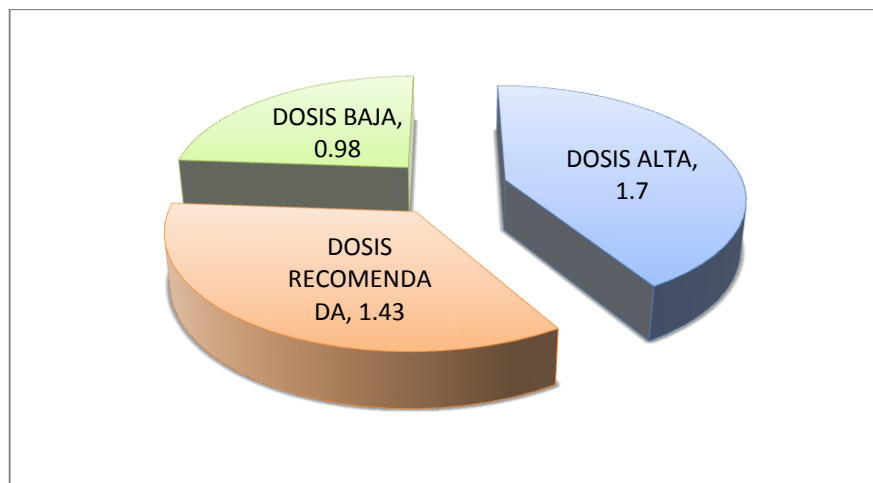


Figura 24. Relación Beneficio-Costo proyectado en cinco años de cultivo continuo para los tres tratamientos evaluados.

2.5.5 Análisis agronómico

En la dosis alta (tratamiento 3), debido a sus altas concentraciones de N, P₂O₅ y K₂O, aunque no presentó fitotoxicidad, las cantidades no fueron consideradas en cuanto al análisis químico del suelo donde se montó el ensayo, demostrando que es un suelo fértil,

con altas concentraciones de Fósforo (276 kg/ha) y Potasio (496 kg/ha); según (Smart, 2008) los requerimientos nutricionales del cultivo de tomate, las cantidades de Fosforo en kg/ha, no eran necesarias; Se debían aplicar 91.42 kg de K/ha, y 740 kg de N/ha, para optimizar los fertilizantes y reducir costos.

Aunque los efectos de los nutrientes nitrógeno y potasio por separado sean diferentes, la interacción entre ellos es fundamental para obtener un mayor rendimiento. Rodríguez (2001) menciona que ambos nutrientes son esenciales en los cultivos donde el producto económico final es un fruto.

Según requerimientos nutricionales del cultivo de tomate bajo condiciones de ambiente protegido (ver cuadro 5), la dosis baja (tratamiento 1) era adecuada según los análisis químicos del suelo donde se llevó a cabo el experimento, pero demostró bajos rendimientos debido a la ausencia de aplicaciones de magnesio y calcio. Ya que el calcio se debe adicionar de manera continua durante todo el ciclo de vida de la planta, ya que su removilización parece poco probable; El promedio de absorción es de 39 mg/planta al día (Barahona, 2007). Los síntomas de deficiencia de Magnesio primero aparecen en las hojas bajas (más viejas), debido a que el Mg se transloca dentro de la planta. Las hojas muestran una coloración amarillenta, bronceada o rojiza, quedando las venas de las hojas de color verde. Muestran una coloración anaranjado- amarilla y venas verdes.

El desequilibrio entre el Ca y el Mg en el suelo acentúa la deficiencia de Mg. Cuando la relación Ca – Mg se hace muy alta, las plantas absorben menos Mg. Esto puede ocurrir cuando un agricultor al encalar ha usado sólo cal calcítica por varios años en suelos relativamente bajos en Mg. La deficiencia de Mg también puede provenir de altas dosis de potasio o nitrógeno en forma de NH_4^+ cuando los suelos tienen niveles marginales de Mg (Barahona, 2007). Presentando la dosis alta (tratamiento 3) mejores resultados en cuanto a rendimiento y tamaño de fruto, con valores de Nitrógeno: 328.11 kg/ha, Fósforo: 283.89 kg/ha, y Potasio: 1,072.78 kg/ha.

2.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los tratamientos tres (N: 328.11 kg/ha, P₂O₅: 283.89 kg/ha y K₂O: 1,072.78 kg/ha) y dos (N: 300.80 kg/ha, P₂O₅: 238.80 kg/ha y K₂O: 977.20 kg/ha), fueron los que mayor rendimiento de fruto de tomate presentaron, con medias de 11,285.78 kg/ha y 9,406.99 respectivamente. Por lo anterior, se sugiere aplicar el tratamiento tres, bajo las condiciones edáficas y climáticas del barrio Cho-saqabaj, San Antonio Palopó, Sololá.
2. El tratamiento tres obtuvo mayor tamaño y diámetro de fruto, con peso promedio de 86.27 g y 4.36 cm de diámetro.
3. Sobre la base del análisis económico, se determinó que el tratamiento tres presentó la mayor rentabilidad con una relación Beneficio-Costo de 1.70.
4. Evaluar niveles más acordes de N, P₂O₅ y K₂O en base a resultados de análisis químico de suelos del barrio Cho-saqabaj, en rangos de 740 kg de N/ha, 30 kg de P/ha y 91.42 kg de K/ha y aplicaciones de otros macro nutrientes, para evaluar la producción, calidad de frutos de tomate y reducir costos.
5. Hacer evaluaciones de estas dosis en época seca, para obtener resultados promedio de la variedad Tolimán, debido a que no existe información suficiente sobre éste material que se está introduciendo en la región.
6. Antes de introducir un cultivo nuevo, es conveniente hacer análisis de suelos, para evitar la aplicación desmedida de nutrientes, ocasionando intoxicación o deficiencia en el cultivo, afectando la rentabilidad del mismo.

2.7 BIBLIOGRAFÍA

1. BANGUAT (Banco de Guatemala, GT). 2011. Estadística de producción, exportación y precios de los principales productos agrícolas de Guatemala. Guatemala. p. 1-10.
2. Barahona Flores, R. 2007. Estudio de costos y producción en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) con diferentes niveles de fertilización foliar y fertilización al suelo en el municipio de Pesquería, N.L. (en línea). México. Consultado 20 ago 2011. Disponible en: http://www.agrotomate.com/tomate/fertilizacion/3452_54f.html
3. Baran Canú, JL. 2008. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en micro túnel. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, CUNSUROC. 85 p.
4. Cifuentes, N. 2006. Ficha técnica de materiales de tomate (correspondencia personal). San Lucas Sacatepéquez, Guatemala, Bejo Science, Departamento de Investigación. 12 p.
5. Diemek Díaz, EA. 1999. Evaluación del efecto de niveles de nitrógeno, fosforo y potasio, sobre el rendimiento de frutos inmaduros de güicoy (*Cucurbita pepo.*) en el Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 63 p.
6. Donis Mejicanos, JA. 2007. Evaluación del rendimiento de cuatro híbridos de tomate tipo Saladet (*Lycopersicon esculentum*, Miller). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 168 p.
7. FASAGUA (Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala, GT). 2006. Manual técnico de cultivo de tomate en campo abierto. Nuestro Campo no. 13, 14 p.
8. Imas, P. 1999. Manejo de nutrientes por fertirriego en sistemas frutihortícolas (en línea). Tucumán, Argentina. Consultado 24 set 2005. Disponible en: <http://www.ipipotash.org/presentn/mdnpsf.html>
9. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2007. Censo agrícola nacional de Guatemala. Guatemala. 3 CD.
10. Infoagro.com. 2003a. Cultivo de tomate (en línea). España. Consultado 25 feb. 2011. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>
11. _____. 2003b. Los plásticos en la agricultura (en línea). España. Consultado 26 feb. 2011. Disponible en: http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/plasticos.asp
12. Lagun Artean - Sololá, GT. 2005. Planes comunitarios de desarrollo, municipalidad de San Antonio Palopó, 2,005–2,014. Sololá, Guatemala. 55 p.

13. Natural History Museum, 2011. Molecular phylogenetic analyses have established that the formerly segregate genera *Lycopersicon* (en línea). US. Consultado el 20 de jun. 2012. Disponible en: <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/solanaceaesource/solanum/phylogeny.jsp>.
14. Navas, L. 2005. Cultivo de tomate bajo condiciones de macro túnel (entrevista). Chimaltenango, Guatemala, Vista Volcanes S.A., Departamento de Investigación.
15. Quinto Javier, JI. 1999. La ferti-irrigación y el uso de riego por goteo en el cultivo de melón tipo cantaloupe (*Cucumis melo* L, var. *Reticulata*), usando acolchado plástico en el área de Usumatlán, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 78 p.
16. Rodríguez Delfín, A; Hoyos Rojas, M; Chang La Rosa, M. 2001. Soluciones nutritivas en hidroponía; formulación y preparación. Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina, Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. 99 p.
17. Simmons, CS; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de la republica de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
18. Smart, IL. 2008. Smart growing intelligently homepage (en línea). Hod Hasharon, ISRAEL. Consultado 15 oct 2011. Disponible en: <http://www.smart-fertilizer.com/>
19. Szczesny, A. 2000. Cultivos productivos: producción en invernáculo, ventajas de los cultivos protegidos en el sudeste Bonaerense; diferentes tipos de unidades productivas (en línea). Consultado 18 mar 2011. Disponible en: http://www.agromail.net/agro/datos/a238_1166.html
20. Viagro, SA. 2006. Cubiertas para protección de cultivos (en línea). España. Consultado 25 ene 2012. Disponible en: <http://www.viagro.es/modulos/cubiertas/index.php>
21. Villareal, M *et al.* 1997. Nutrición balanceada en fertirrigación y su efecto en la producción y calidad de tomate. *In* Simposium internacional de fertirrigación (2, 1997, MX). Memorias. México, INIFAP. 8 p.

CAPÍTULO III
SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO PALOPÓ,
DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ, GUATEMALA.

3.1 PRESENTACIÓN

El presente Proyecto de Servicios se ejecutó durante el transcurso del Programa de Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA) comprendido de febrero a noviembre de 2011, y formando parte del Equipo Multidisciplinario del Programa EPSUM del periodo del 15 de febrero al 15 de Diciembre de 2011, apoyando actividades del sector agronómico a la Municipalidad de San Antonio Palopó, Sololá, tuvo como finalidades: la asesoría técnica en macrotúneles de tomate, manejo de estructuras de conservación de suelos en caseríos El Porvenir Chipop y San José Xiquinabaj, reforestación en las partes altas de la cabecera de San Antonio Palopó y la propagación de especies forestales para la reforestación del año 2012, y como servicio indirecto, el apoyo y asesoría técnica en producción de hongos. Dicho Proyecto presentó como área de estudio, el municipio de San Antonio Palopó, con una elevación que va desde los 1,590 hasta los 2,228 metros sobre el nivel del mar y una temperatura media anual de 15°C. Debido a la ausencia de cultivo de tomate bajo macrotúneles, se hace necesaria la asesoría técnica en el manejo del mismo bajo ambiente protegido. A causa de los deslizamientos de suelo provocados por los desastres naturales “Tormenta Agatha” y “Tormenta Earl E-11”, se hicieron gestiones para la reforestación de las partes altas de la cabecera municipal, para evitar la remoción de suelos.

3.2 ASESORÍA TÉCNICA EN MACROTUNELES DE TOMATE.

3.2.1 OBJETIVOS

- Contribuir al desarrollo productivo de los pobladores del municipio de San Antonio Palopó, específicamente al barrio Cho-saqab´aj del casco urbano.
- Impartir pláticas y asesorías técnicas sobre el manejo de cultivo de tomate, bajo condiciones de ambiente protegido en estructuras llamadas “Macro túneles”.
- Dar a conocer el porqué de mantener un agro ecosistema equilibrado mediante la implementación de diversidad de cultivos.

EL PROBLEMA

En la actualidad los pobladores del municipio de San Antonio Palopó, practican la agricultura en terrazas hechas con barreras muertas (rocas), donde, específicamente en el casco urbano practican el monocultivo de cebolla, práctica que dificulta el desarrollo de la diversidad de cultivos.

La adopción de este tipo de proyectos por parte de los agricultores se torna un tanto difícil debido a sus costumbres y cultura en cuanto al manejo tradicional de sus cultivos y al temor e incertidumbre que crea la implementación de nuevos cultivos y adquisición de tecnología. El planteamiento anterior hizo fundamentalmente necesaria la prestación de asistencia y asesoría técnica a los agricultores durante toda la trayectoria de los proyectos. Esta actividad se efectuó conjuntamente con personal técnico de la Municipalidad y MANKATITLÁN.

APOYO INSTITUCIONAL

Se brindó con la colaboración de las siguientes entidades:

FACULTAD DE AGRONOMÍA:

Con el apoyo del Epesista Andrés Estuardo Letona Diemecke.

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO PALOPÓ, SOLOLÁ.

Brindando la oportunidad de realizar el ejercicio profesional supervisado.

MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS KAKCHIQUEL CHICHOY ATITLÁN “MANKATITLÁN”.

Brindando apoyo técnico y financiero para el proyecto que se realizaron en el casco urbano del municipio.

RECURSOS UTILIZADOS

- Asesoría de Casas de Agroquímicos.
- Panfletos de agroquímicos
- Computadora para la recopilación de información.
- Memorias USB y SD.
- Fuentes de información: libros, revistas, folletos, CD's, etc.
- Impresora
- Papel para impresión
- Fólder
- Libreta de campo
- Cámara digital.

3.2.2 METODOLOGÍA

Se analizó información generalizada concerniente al cultivo de tomate, así también de diferentes paquetes de tecnología agrícola como: Riego por goteo, fertirrigación, fertilizantes hidrosolubles, plaguicidas agrícolas, coberturas, etc.

Se participó en varias conferencias y giras de campo organizadas por personal técnico de FAUSAC, FASAGUA, MAGA y empresas particulares como: Bayer CropScience, Vista Volcanes, todas relacionadas con el cultivo de hortalizas.

3.2.3 RESULTADOS

3.2.3.A SITUACIÓN INICIAL

MONOCULTIVO DE CEBOLLA EN EL BARRIO CHO-SAQAB´AJ

Según observación por caminamientos, el 100% de las terrazas son de cultivo de cebolla.

La forma tradicional de riego en estas áreas es por inundación utilizando terrazas o por tomas que atraviesan los campos de cultivo en los que el agua es esparcida con palanganas de plástico. La gran inconveniencia de este método es que se utiliza y se desperdicia gran cantidad de agua, la misma es utilizada por muchos agricultores para regar sus parcelas durante todo el recorrido o longitud de la toma por lo cual su escasez se acentúa notablemente durante el periodo de siembra o época seca, lo anterior también ocasiona problemas de proliferación de enfermedades producidas por hongos y bacterias que utilizan la corriente del agua como transporte y así infestar otras parcelas.

Este método también incluye, en su mayoría, la utilización de semilla de “libra o corriente” como comúnmente se le denomina en la región, la buena preparación y desinfección de suelos es nula, la inexistencia de un eficiente control de plagas y enfermedades es notable y finalmente los costos por concepto de mano de obra para realizar las limpias o escardas son elevados y el trabajo es tedioso.

La siembra del monocultivo ha provocado la incidencia y severidad de enfermedades en la cebolla, debido a la proliferación desmedida de plagas, esto, debido a que no existe equilibrio en el ecosistema, por lo que los productores tienen mayor competencia, que por esa razón, obtienen menores ganancias.

En la Figura 25 se observa la siembra de cebolla en todas las terrazas de siembra en el barrio Cho-saqab´aj.



Figura 25. Terrazas con cultivo de cebolla.

3.2.3.B USO ACTUAL DE TECNOLOGÍA

Gracias al apoyo de MANKATITLÁN y Municipalidad de San Antonio Palopó en compañía de su personal técnico, se brindó asistencia y asesoría técnica a los agricultores de esta región, logrando que aproximadamente el 90% de asistentes se interesen en la diversificación de cultivos, donde en compañía del personal técnico de la Municipalidad de San Antonio Palopó, se realizaron múltiples eventos de capacitación que promovieron la adopción de diversas prácticas agrícolas, entre ellas:

- El encamado de suelos con plásticos de diversas características con la finalidad de reducir y hacer más eficiente el consumo de agua, evitar la competencia de malezas y provocar un efecto repelente hacia insectos vectores de virus (mosca blanca principalmente).
- Mejoramiento de los sistemas de riego, uso de riego por goteo en más áreas productivas.

- Fertilización, aplicación de fertirriego (utilización de fertilizantes solubles en agua).
- Uso de coberturas como es el Agryl, para macro túneles.
- Colocación de trampas amarillas, con el fin de dar a conocer alternativas biológicas para el manejo de plagas.
- Utilización de buenas prácticas de manejos fitosanitarios de los cultivos con programas de agroquímicos adecuados y recomendados por técnicos capacitados.
- Uso de materiales de tomate resistentes o tolerantes a geminivirus producidos en Guatemala, mediante la variedad Tolimán indeterminado.
- La elaboración de un trifoliar con la importancia del cultivo de Tomate bajo macro túneles.

A continuación, se muestra un bloque de figuras (26 – 39), en las cuales se observan imágenes de estos paquetes agrícolas, implementados en las terrazas donde se hicieron las parcelas demostrativas en el barrio Cho-saqabaj, periodo 2011.



Figura 26. Preparación de camellones.



Figura 27. Instalación de Mulch y arcos.



Figura 28. Agryl instalado.



Figura 29. Asesorías a pobladores.



Figura 30. Día de campo.



Figura 31. Plantación de Tomate var. Tolimán.



Figura 33. Fertirrigación mediante inyector Ventury.



Figura 32. Tutoreado de Plantas y Rotulación de Surcos.



Figura 35. Reparación de Agryl debido a factores climáticos.



Figura 34. Presentación de cultivo bajo macro túneles a entidades y pobladores.



Figura 36. Cosecha de frutos maduros.



Figura 37. Pesado de cosecha por surco.



Figura 38. Proceso de recolección de fruto.



Figura 39. Clasificación de cosecha.

Estas asesorías técnicas se impartieron con el apoyo del extensionista agrícola Samuel Yaxón, por parte de Mankatitlán, y de Ángel Sical, por parte de la comisión de Fomento Económico de la DMP.

<p>Información cultivo de Tomate.</p> <p>Taxonomía y Morfología.</p> <p>Familia Solanaceae.</p> <p>Género Solanum esculentum.</p> <p>Clase: planta de porte arbustivo que se cultiva como anual. Hojas desdentadas de forma ovada, amarras o lanceoladas. Diferentes variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento limitado (indeterminadas).</p> <p>Características: raíz principal (corona) (PAB), raíces secundarias (numerosas y cortas) y raíces adventivas. Sección transversal muestra la raíz principal y de base hasta dentro ancha; el eje central, donde se ubican los cables vasculares, se especializa en tomar agua y nutrientes; la corteza y el cilindro central, donde se ubica el sistema vascular, de vasos especializados en el transporte de los nutrientes.</p> <p>Tallo principal: es un grosor que oscila entre 3-4 cm en el base, donde el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpodial) e inflorescencias. La estructura de la raíz dentro corona de eje central, de la que parten hacia el exterior los cables vasculares (corteza), como, cuyas células más externas son tonificadas y las más internas son con cloroplastos; cilindro vascular; médula; y la corteza que rodea al eje central, donde se ubican los vasos primarios fibrosos y forales.</p> <p>Ventajas del Uso de Macro túneles</p> <p>Protegen el cultivo de tomates durante todo el ciclo, esto nos permite aprovechar todo el potencial genético del híbrido o variedad así como asegurar toda nuestra inversión contra enfermedades de virus y plagas de folaje. Adicional al eficiente trabajo que el macro túnel realiza contra las virus nos protege de las heladas, hasta 20 grados por debajo del cero y de daño de granizo o lluvias torrenciales así como de vientos desfavorables.</p> <p>Los macro túneles son una inversión que se recupera en el mismo ciclo de cultivo y dejan utilidades en la zona rural, debido a que obtenemos altos rendimientos, algunas veces el doble que al aire libre y de menor inversión, al ciclo, esto nos permite aprovechar todo el potencial genético del híbrido o variedad así como asegurar toda nuestra inversión contra enfermedades de virus y plagas de folaje. Adicional al eficiente trabajo que el macro túnel realiza contra las virus nos protege de las heladas hasta 20 grados por debajo del cero y de daño de granizo o lluvias torrenciales así como de vientos desfavorables.</p> <p>Los macro túneles son una inversión que se recupera en el mismo ciclo de cultivo y dejan utilidades en la zona rural, debido a que obtenemos altos rendimientos, algunas veces el doble que al aire libre y de menor inversión.</p>	<p>CULTIVO DE TOMATE BAJO AMBIENTE PROTEGIDO -MACRO-TÚNELES-</p> <p>El programa 2011, "Desarrollo Productivo y Tecnológico".</p> <p>Para El Centro, de los Valles del Sur, Jalisco.</p>  <p>Fruto de tomate. Foto gráfica tomada el 01 de abril de 2011.</p>  <p>CULTIVO DE TOMATE BAJO AMBIENTE PROTEGIDO -MACRO-TÚNELES-</p> <p>El programa 2011, "Desarrollo Productivo y Tecnológico".</p> <p>Para El Centro, de los Valles del Sur, Jalisco.</p>	<p>CULTIVO DE TOMATE BAJO AMBIENTE PROTEGIDO -MACRO-TÚNELES-</p> <p>Tomate (<i>Solanum esculentum</i>) var. Tolimán, indeterminado.</p>    
<p>Manejo de Cultivo de Tomate</p> <p>PLAN DE FERTILIZACIÓN:</p> <p>Vate Fertilizante Contiene 10, 8 - 20,4 - 23,5 - 32,11, fórmula completa que se desarrolla un buen cultivo con buen sabor.</p> <p>Vate Fertilizante II Contiene 13,3 - 42,4 - 41,4, fórmula completa que nos ayuda a tener un cultivo de tomate de buena calidad.</p> <p>Vate Fertilizante III: Fertilizante que Contiene 20% de Calcio y 12% de Potasio Fundamentales para tener una planta más tolerante a enfermedades y obtener frutos de Mejor Calidad y aumentar la vida útil de los frutos.</p> <p>Dosis:</p> <p>VPI: 12 g/planta 2-34 días.</p> <p>VPII: 20 g/planta 10-34 días.</p> <p>VPIII: 40 g/planta 20-100 días.</p>  	<p>Manejo de Plagas</p>  <p>Trampas pegajosas, para control de trips, moscas blancas, y otros voladores.</p>  <p>Aplicar los Fitosanitarios, Insecticidas y Fungicidas.</p> <p>Para la prevención y control de Detección, Tratar Temprero, Abandonar enfermedades.</p> <p>Manejo de Cultivo</p>  <p>Se utilizan podas.</p>	 <p>Se colocan toallas con paja, para el suelo, y evitar el contacto de las plantas con el suelo.</p>  <p>CULTIVO DE TOMATE BAJO AMBIENTE PROTEGIDO -MACRO-TÚNELES-</p> <p>El programa 2011, "Desarrollo Productivo y Tecnológico".</p> <p>Para El Centro, de los Valles del Sur, Jalisco.</p>

Figura 40. Trifoliar que se les entregó a los interesados en el cultivo de tomate bajo macro túneles.

3.2.4 EVALUACIÓN

En síntesis el proceso de capacitación realizado en conjunto con personal técnico de la MANKATITLAN Y la Municipalidad de San Antonio Palopó, dirigido a fomentar la adopción de tecnología en la producción de estas hortalizas se reflejó en el aumento de la producción, en el cual se logró un incremento de hasta el 75% en los rendimientos. Los frutos alcanzaron un peso de hasta 160 gramos.

También hubo una mayor eficiencia en la utilización del recurso hídrico, disminución en la erosión del suelo y de la mano de obra utilizada en las labranzas y fertilización de la tierra.

Cuadro 35. Beneficiarios Servicio de asesoría técnica en cultivo de tomate bajo macrotúnel.

CUADRO DE BENEFICIARIOS	
BENEFICIARIOS DIRECTOS	36
BENEFICIARIOS INDIRECTOS	40
Total beneficiarios	76

Donde los beneficiarios directos, fueron las personas que participaron en la instalación del proyecto mini-riego, que consistió en colocarles tubería con válvula en sus terrazas, y posteriormente la instalación de los macrotúneles.

Los beneficiarios indirectos fueron las personas que trabajaron en el manejo del cultivo de tomate, y sus familias.

3.3 MANEJO DE ESTRUCTURAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS, EN CASERÍOS EL PORVENIR CHIPOP Y XIQUINABAJ.

3.3.1 OBJETIVOS

- Concientizar a los pobladores beneficiarios sobre la importancia de las prácticas de conservación de suelos.
- Dar asesoría técnica para la implementación de las estructuras de conservación de suelos.

EL PROBLEMA

En el municipio de San Antonio Palopó, específicamente en la cabecera municipal existen terrazas como practicas de conservación de suelos, pero también se encuentra en el área rural partes de alto riesgo por las altas pendientes en los terrenos, pero los pobladores no conocen de las ventajas del manejo del suelo. Debido a la ausencia de estructuras de conservación de suelos, varias áreas se han visto afectadas por deslaves.

APOYO INSTITUCIONAL

Para la realización de los servicios llevados a cabo como parte del ejercicio profesional supervisado se cuenta con la colaboración de las siguientes entidades:

FACULTAD DE AGRONOMÍA:

Mediante el apoyo del Epesista Andrés Estuardo Letona Diemecke.

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO PALOPÓ, SOLOLÁ.

Brindando la oportunidad de realizar el ejercicio profesional supervisado.

UNIDAD ESPECIAL DE EJECUCIÓN DE DESARROLLO INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS (UEEDICH).

Brindando apoyo técnico y financiero para el proyecto de conservación de suelos.

RECURSOS UTILIZADOS

- Pala.
- Piocha.
- Azadón.
- Estacas.
- Material didáctico.
- Cámara fotográfica.
- Papelógrafos.
- Nivel tipo "A".
- Cinta métrica.
- Computadora.
- Impresora.

3.3.2 METODOLOGÍA

Este servicio se llevó a cabo en los caseríos de El Porvenir Chipop y San José Xiquinabaj, con 150 personas en total. Para esto, se tuvo como requisito que la persona beneficiaria, presentara fotocopia de cedula o dpi del dueño del terreno, el cual debe tener mínimo una cuerda, y máximo cuatro cuerdas de área.

Se tomó el listado por comunidades en el COMUDE realizado el día 18 de marzo de 2011 en Cantón Tzampetey, donde se anexó el nombre, cedula/dpi y numero de cuerdas. Luego se levantó un acta en la secretaría de la municipalidad, sobre las responsabilidades de las personas y la institución. La municipalidad proporcionó el aval para que se trabajara en esas comunidades.

Luego se llegó a las áreas de trabajo y se les dio apoyo a UEEDICH con capacitaciones, asesorías y supervisiones para llevar a cabo las prácticas de conservación de suelos, en este caso se trabajaron acequias de ladera con barreras vivas desde el mes de mayo al mes de diciembre. Y al final se les darán incentivos de Q.275.00 por cuerda, haciéndose efectivo hasta el mes de enero de 2012.

3.3.3 RESULTADOS

Como proyecto de servicio con la UEEDICH de MAGA, se apoyó en la fase de asesoría y supervisión, e implementación de técnicas para prácticas de conservación de suelos, utilizando materiales de fácil acceso.

Debido a fuertes lluvias en el municipio de San Antonio Palopó, no se pudieron realizar muchas de las supervisiones.

A continuación se presenta el bloque de figuras (41 - 47), donde se muestra como hacer el nivel tipo A, y los factores para la realización de estas prácticas de conservación de suelos.



Figura 41. Siembra acostumbrada por los agricultores.



Figura 42. Fabricación de nivel tipo "A".



Figura 43. Cálculo para determinar el porcentaje de pendiente.



Figura 44. Utilización de plantas ornamentales como barrera viva.



Figura 45. Trazado de las curvas a nivel.

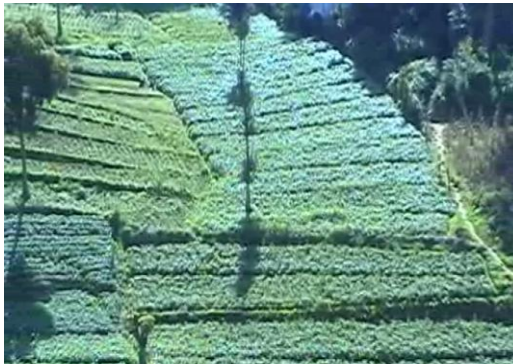


Figura 47. Áreas donde se han practicado acequias de ladera.



Figura 46. Calibración del nivel tipo "A".

3.3.4 EVALUACIÓN

Las acequias son estructuras mecánicas aplicables a terrenos con pendientes máximas del 30%, se utiliza cuando no es posible construir terrazas de base ancha. Consisten en canales de 30 cm de ancho en el fondo, con taludes 1H: 1V, estos se construyen a distancias regulares de acuerdo con la pendiente y el uso del terreno. A 15 cm del borde superior y a todo lo largo se siembra una barrera viva, a modo de filtro, y a 15 cm del borde inferior se deposita el material producto de la excavación.

Las barreras vivas son hileras de plantas de crecimiento denso que se siembran siguiendo las curvas a nivel y disminuyen la erosión, actuando como barreras de la acción de las aguas de escorrentía, además son importantes como recursos naturales, se utilizan como pequeños bosques que ayudan en la captación de dióxido de carbono (CO₂).

Este proyecto busca asesorar a los dueños de las tierras para conservarlas. Siendo un método de prevención de deslaves para las comunidades y para maximizar el uso de la tierra. Los delegados de la Unidad de Cuencas Hidrográficas UEEDICH MAGA realizan constantes evaluaciones para determinar que funcionen estas prácticas de conservación.

Cuadro 36. Beneficiarios Servicio de prácticas de conservación de suelos.

CUADRO DE BENEFICIARIOS REFORESTACION		
BENEFICIARIOS DIRECTOS	80	100% de los asociados.
BENEFICIARIOS INDIRECTOS	1200	100% de Chipop y Xiquinabaj.
Total beneficiarios		1280

Los beneficiarios directos fueron las personas dueñas de los terrenos. Y los beneficiarios indirectos es el número total de personas que viven en estas aldeas, según Censo realizado en 2002 por la Municipalidad.

3.4 REFORESTACIÓN EN ÁREAS DE CABECERA MUNICIPAL DE SAN ANTONIO PALOPÓ Y PRODUCCIÓN DE ESPECIES FORESTALES PARA REFORESTACIÓN AÑO 2012.

3.4.1 OBJETIVOS

- Implementar la plantación de especies forestales como Pino (*Pinus oocarpa*, *Pinus tecunnumani*, *Pinus pseudostrobus*), Ciprés (*Cupressus lucitanica*), Gravilea (*Grevillea robusta*), para las áreas altas de la cabecera municipal.
- Apoyar en la propagación de especies forestales para la reforestación del año 2012 en San Antonio Palopó.

EL PROBLEMA

La presencia de áreas deforestadas es evidente en el municipio de San Antonio Palopó, Sololá, especialmente en la cabecera municipal, donde se han dado casos de deslaves a causa de las fuertes precipitaciones pluviales.

APOYO INSTITUCIONAL

Se brindó con la colaboración de las siguientes entidades:

FACULTAD DE AGRONOMÍA:

Con el apoyo del Epesista Andrés Estuardo Letona Diemecke.

FACULTAD DE HUMANIDADES:

Con el apoyo del Epesista Tomás Waldemar Morales Sacuj.

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO PALOPÓ, SOLOLÁ.

Brindando apoyo por parte del técnico Raúl Ramírez Sicaján.

ASOCIACIÓN “VIVAMOS MEJOR”, AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN Y SU ENTORNO “AMSCLAE”, NIÑOS DE ESCUELA “XEQUISTEL”.

Brindando apoyo técnico y físico de arbolitos para el proyecto que se realizó en la cabecera municipal de San Antonio Palopó.

RECURSOS UTILIZADOS

- Vehículo automotor.
- Cámara fotográfica.
- Pala.
- Piocha.
- Azadón.
- Machete.
- Cinta métrica.
- Libreta de campo.
- Arbolitos de Pino, Ciprés y Gravilea
- Bandejas germinadoras.

3.4.2 METODOLOGÍA

Por medio de técnicos de AMSCLAE, con colaboración del Epesista de Facultad de Humanidades Tomás Waldemar Morales Sacuj y los alumnos de la escuela de Xequistel, se hicieron acuerdos con pobladores para reforestar el terreno comunal de la Finca La Esperanza en la comunidad de El Porvenir Chipop, localizada en las partes altas de la cabecera municipal.

Se procedió a hacer visitas para conocer los viveros ubicados en la EFA Sololá y “Corazón del Bosque” en Santa Lucía Utatlán, que manejan el PROGRAMA FORESTAL de la asociación VIVAMOS MEJOR, donde se llevó un inventario de insumos y arbolitos para la reforestación 2011 - 2012.

Con ayuda de los viveristas, se propagaron especies forestales de: Gravilea (*Grevillea robusta*), Ciprés común (*Cupressus lucitánica*), varias especies de Pino (*Pinus oocarpa*, *Pinus tecunnumani*, *Pinus pseudostrobus*), Guayaba (*Psidium guajaba*), Aliso (*Alnus acuminata*), Casuarina (*Casuarina cunninghamiana*), para la reforestación del 2012 en el municipio de San Antonio Palopó.

3.4.3 RESULTADOS

Un total de 2000 arbolitos, entre ellos: Pino triste (*Pinus pseudostrabus*), Ciprés (*Cupressus lusitánica*) y Gravilea (*Grevillea robusta*), plantándolos de acuerdo a la topografía del terreno a reforestar, proporcionando la disminución en la erosión del suelo, mejor sujeción del suelo, mayor retención de agua.

En la producción de especies forestales se lograron los siguientes resultados:

Cuadro 37. Listado de especies forestales para la reforestación.

Especie	Nombre técnico	Numero de Plantitas
Ciprés Común	<i>Cupressus lucitanica</i>	2000
Pino	<i>Pinus spp.</i>	4450
Gravilea	<i>Grevillea robusta</i>	5700
Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	1540
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	1800
Casuarina	<i>Casuarina cunnighamiana</i>	1950
Total plantas		17,440

A continuación se muestra un bloque de figuras (48 - 51), donde se muestra el proceso de reforestación é implementación de producción de especies forestales:



Figura 48. Recorrido con las plantas hacia el área de reforestación.



Figura 49. Platicas de cómo se deben plantar los arbolitos.



Figura 51. Capacitación a docentes de escuela Xequistel.



Figura 50. Con técnico de DMP Raúl Ramírez repartiendo plantas.

3.4.4 EVALUACIÓN

En síntesis el proceso de reforestación y propagación de especies forestales realizado en conjunto con personal técnico de la Asociación Vivamos Mejor, AMSCLAE, Epesista de Facultad de Humanidades, alumnos de escuela de Xequistel y la Municipalidad de San Antonio Palopó, tiene el fin de incentivar a niños y jóvenes de la importancia de las especies forestales en este tipo de topografía.

Por la falta de recursos y limitación de áreas municipales para la reforestación, el proyecto se completó solamente en un 20%, esperando que en el año 2012, la reforestación de las partes altas de la cabecera municipal se ejecute en un 100%.

Por lo anterior, se procedió a apoyar en la propagación de especies forestales, logrando un total de 17,440 plantitas listas para la reforestación en el 80% de área disponible para el año 2012.

Cuadro 38. Beneficiarios de reforestación.

CUADRO DE BENEFICIARIOS REFORESTACION		
BENEFICIARIOS DIRECTOS	80	100% del área reforestada
BENEFICIARIOS INDIRECTOS	884	20% del área urbana
Total beneficiarios		964

Los beneficiarios directos fueron las personas que colaboraron y recibieron el incentivo económico, al proporcionar sus terrenos.

Los beneficiarios indirectos son las personas que viven en el área urbana y que tendrán menores posibilidades de ser víctimas de otros deslaves.

Cuadro 39. Beneficiarios de la propagación de especies forestales para año 2012.

CUADRO DE BENEFICIARIOS PROPAGACION AÑO 2012		
BENEFICIARIOS DIRECTOS	4420	100% del área urbana
BENEFICIARIOS INDIRECTOS	8200	100% del área rural
Total beneficiarios		12,620

Los beneficiarios directos es el total de personas que colaboraron y que viven en la cabecera municipal, y que reducirán sus probabilidades de sufrir otros deslaves.

Los beneficiarios indirectos son las personas que viven en el área rural y que tendrán más áreas verdes.

3.5 APOYO TÉCNICO EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE HONGO OSTRA (*Pleurotus ostreatus*), EN BARRIO CHO-CRUZ, CABECERA MUNICIPAL DE SAN ANTONIO PALOPÓ.

3.5.1 OBJETIVOS

- Implementar técnicas para la producción del cultivo de hongo ostra.
- Proporcionar apoyo a productores de hongo ostra, en la comercialización del mismo.

EL PROBLEMA

Este proyecto de cultivo de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*), se inició con el apoyo de APRODESA, FUNDASISTEMAS y MANKATITLAN, para ayudar a las personas de la tercera edad interesadas.

El cultivo de hongo ha sido supervisado por estas tres entidades, que han apoyado con asesorías, materia prima, insumos, pero también han ofrecido la comercialización del producto, el cual no ha tenido efecto, ya que los productores son los que realizan la comercialización, disminuyendo su tiempo productivo y sus ganancias, así como su interés por seguir siendo parte del proyecto.

APOYO INSTITUCIONAL

Se brindó con la colaboración de las siguientes entidades:

FACULTAD DE AGRONOMÍA:

Con el apoyo del Epesista Andrés Estuardo Letona Diemecke.

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO PALOPÓ, SOLOLÁ.

Brindando apoyo por parte del técnico Ángel Sical Villatoro.

ASOCIACION PRO DESARROLLO SAN ANTONIO “APRODESA”, MANKATITLÁN, UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA Sede del Altiplano, Sololá (UVG).

Brindando apoyo técnico y financiero en el proyecto de producción y comercialización de hongo ostra.

RECURSOS UTILIZADOS

- Vehículo automotor.
- Cámara fotográfica.
- Engrapadora industrial.
- Martillo.
- Clavos.
- Tela de invernadero.
- Pala.
- Material didáctico.
- Libreta de campo.

3.5.2 METODOLOGÍA

Por medio del Presidente de la Asociación Pro Desarrollo San Antonio (APRODESA), El Señor Juan Carlos Azañón, se hizo un recorrido de reconocimiento de las áreas (módulos) establecidas para el cultivo de Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*), donde se tomó nota de las debilidades existentes en estos módulos, así como las mejoras y asesorías que se necesitan en el proceso de producción del hongo.

3.5.3 RESULTADOS

Se apoyó en el proceso de trámites para la adquisición de insumos y capacitaciones para la producción de Hongos por parte de la Universidad del Valle de Guatemala, Sede del Altiplano, Sololá (UVG), donde las personas de la tercera edad firmaron acuerdos, para recibir asesoría con fines de mejorar la producción de Hongos, y la búsqueda de mercado.

Se organizó un día de campo mediante APRODESA, con el objetivo que las personas que asistieron a esta actividad, se interesen en la producción y comercialización de Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*), dándoles a conocer el proceso de cultivo.

Se complementó el proceso dando apoyo en la búsqueda de mercado, llegando a mercados de municipios aledaños y restaurantes, también la determinación y manejo de plagas y la reparación de los módulos para evitar la entrada de los insectos.

A continuación se presenta un bloque de figuras (52 – 55) donde se muestran los procesos del servicio.



Figura 53. Estado de módulos de hongos.



Figura 52. Uso de BPH y BPM, en la producción de sustrato.



Figura 54. Supervisión en pasteles (Sustrato + Semilla).

Hongo Ostra

Nombre: ostra o vulgar *Pleurotus Ostreatus*, Seto comest. Seto de ostra, Hongo ostra, Hongo comest. Ostrón, Seto de chocho.
Nombre científico: ostra *Pleurotus ostreatus*

Descripción de *Pleurotus ostreatus*:
Se reconoce por la forma del sombrero a manera de abanico o de capucha. Se produce con un sombrero que, en realidad, como cualquier hongo en la forma como el ostra.
El sombrero de una ostra es rodeado por la superficie lisa, abombada, y en forma cuando crecen, agrietándose luego por la poca
Su diámetro oscila entre 7 y 10 cm, dependiendo de la edad del hongo.
El color es variable, desde gris claro o gris pálido hasta café, pasando por coloración amarillenta con el tiempo.
En la parte inferior del sombrero hay una lamina de agujeros ramificados como las venas de las pajas que van desde el borde hasta los agujeros, hasta el borde.
Son setos, es decir, una especie de setos blancos o crema, a veces amarillentos, y en ellas se producen las esporas durante la reproducción de la especie.
El pie tiene un color blanco o amarillo, y a veces puede ser blanco con el tiempo de las laminitas en la parte de arriba y algo pálido en la base.
Puede crecer de forma aislada sobre un agujero horizontal o en grupo.
La parte de la seta o blanco de color gris claro, como el pie y el sombrero.
La seta tiene un sabor de consumo de setas comestibles. Hacia después de la recolección y lavado o preparación de setas comestibles. No se debe hacer uso de setas que se han comido en tal momento de la recolección, si bien la vida y la setas tienen el mismo tipo de setas que se comen, en cuyo caso se debe usar adecuadamente.
También se puede producir la seta durante el crecimiento de algunas especies de hongos, como el caso de la ostra, una vez que se ha agrietado. Después son utilizadas para su reproducción y consumo.

Asociación Pro Desarrollo San Antonio (APRODESA)

Cabecera Municipal, Barrio San Nicolás, San Sebastián, Pabellón Solista, Guaymas, CA.

Teléfono: 4242150.
Teléfono: Oficina: 4242151.
Correo electrónico: aprodesa@comcast.net
www.aprodesa.net

Proyecto de Siembra y Producción Artesanal de Hongos Ostra

Asociación Pro Desarrollo San Antonio (APRODESA)

Este Proyecto se realiza conjuntamente con las personas de la tercera edad, ya que por su edad son vulnerables al rechazo de la sociedad.

Figura 55. Trifoliar que se hizo para entregar a los interesados en la producción y comercialización del Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*).

3.5.4 EVALUACIÓN

En el proceso se notaron las debilidades que tiene el proyecto de Producción y Comercialización de Hongo Ostra (*Pleurotus ostreatus*), en la cual, se apoyó a la Asociación Pro Desarrollo San Antonio (APRODESA), con platicas y sugerencias de técnicas para evitar la contaminación de los pasteles (Sustrato + Semilla), obteniendo un 80% de aprovechamiento de la producción.

Actualmente se está dando a conocer el producto final en restaurantes del mercado local, Panajachel, y personas en la Ciudad Capital para aumentar la rentabilidad del proyecto.

Cuadro 40. Beneficiarios de la producción y comercialización de Hongos Ostra.

CUADRO DE BENEFICIARIOS		
BENEFICIARIOS DIRECTOS	08	100% personas que trabajan el proyecto.
BENEFICIARIOS INDIRECTOS	442	10% del área urbana
Total beneficiarios		450

Los beneficiarios directos son las personas que conforman el proyecto de producción y comercialización de hongo ostra.

Los beneficiarios indirectos son las familias de los integrantes del proyecto y personas que compran el producto.

3.6 BIBLIOGRAFÍA

1. Camacho Sánchez, MG *et al.* 2003. Selección de sustratos para producir hongos setas (*Pleurotus ostreatus*). México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Ingeniería en Sistemas. 11 p.
2. INFOAGRO.Com. 2003. Cultivo de tomate (en línea). España. Consultado 25 ago 2011. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>
3. Santos, A. 1993. Vegetación y flora de La Palma. Santa Cruz de Tenerife, España, Editorial Interinsular Canaria. 235 p.
4. Velasco Velasco, J: Vargas Di Bella, E. 2008. Cultivo del hongo seta (*Pleurotus ostreatus*). Distrito Federal, México, Editorial Limusa, S.A de C.V. 24 p.

a. APENDICE

Como se elabora el ARBOL DE PROBLEMAS:

PASO 1: Identificar los principales problemas con respecto a la situación en cuestión.

PASO 2: Formular en pocas palabras el problema central.

PASO 3: Anotar las causas del problema central.

PASO 4: Anotar los efectos provocados por el problema central.

PASO 5: Elaborar un esquema que muestre las relaciones de causa y efecto en forma de un Árbol de Problemas.

PASO 6: Revisar el esquema completo y verificar su lógica e integridad.

CALCULOS ESTADISTICOS PARA ESTIMAR EL NÚMERO DE ENCUESTAS

Población Total de la cabecera Municipal: 8140 (N)

Población afectada en Cabecera Municipal: 500 personas (\dot{x})

Con un 95% de confianza y un 15% de precisión.

$$\dot{x} = 500$$

$$S^2 = 500,000$$

$$S = 707.$$

Total estimado:

$$\dot{t} = \dot{x} * N = 500 * 8140 = 4,070,000$$

Precisión:

$$d = \dot{t} * 0.15 = 610,500$$

$$n = \frac{N^2 S^2 Z^2}{d^2 + NS^2 Z^2} = \frac{(8140)^2 * 500,000 * (1.96)^2}{(610,500)^2 + (8140) * 500,000 * (1.96)^2}$$

$$n = 327.72 \approx \mathbf{328 \text{ encuestas.}}$$

ENCUESTA

CONSERVACIÓN DE SUELOS

1. ¿Remueve usted la tierra sólo en el lugar donde va a sembrar o lo hace en todo el surco?
 SOLO EN EL LUGAR _____ EN TODO EL SURCO _____

2. ¿Ha sufrido algún deslave en el área de su cultivo?
 SI _____ NO _____

3. ¿Cuál cree que es la principal razón por la cual el suelo "se lava"?

—

4. ¿Qué labores realiza para que no se desmorone el suelo donde usted siembra?

—

5. A lo largo de su parcela ¿existen árboles u otras plantas aparte de su cultivo?

SI _____ NO _____

¿Cuáles?

—

6. ¿Su terreno se encharca con mucha facilidad?

SI _____ NO _____

7. ¿Utiliza alguna cobertura sobre el suelo para evitar que se escape el agua?

SI _____ NO _____

8. ¿Conoce o ha realizado alguna vez curvas a nivel en su terreno?

SI _____ NO _____

9. ¿Utiliza algún abono que no sea químico?

SI _____ NO _____

¿Cuál?

10. ¿Cree que su suelo es lo suficientemente fértil para seguir produciendo?

SI _____ NO _____

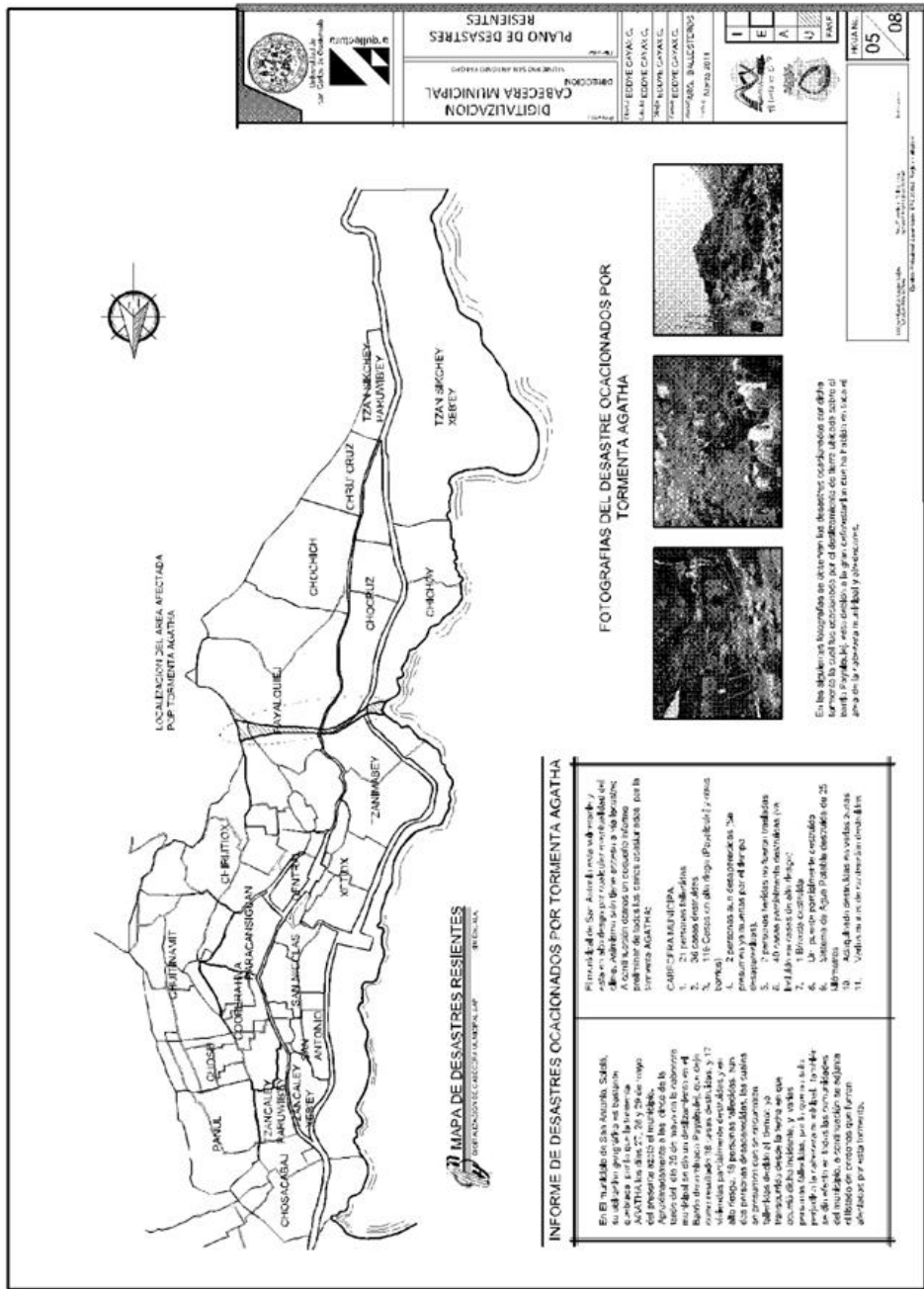


Figura 56A. Mapa de daños ocasionados por La Tormenta Agatha (Fuente: EPS Arq. Eddie Cayax).

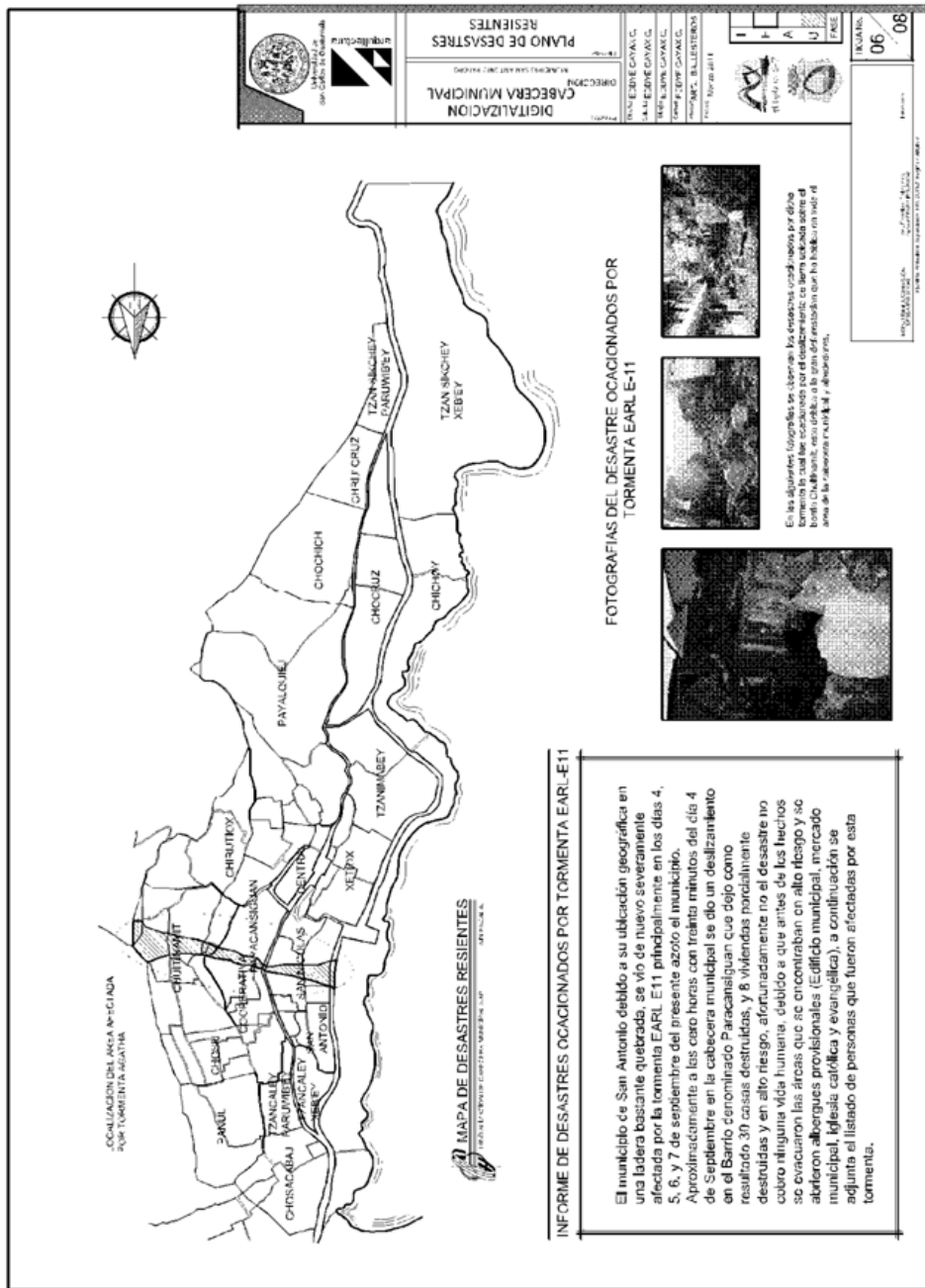


Figura 57A. Mapa de daños ocasionados por La Tormenta Earl E-11 (Fuente: Eddie Cayax).

Cuadro 42A. Promedio de puntos de cálculos de pendientes.

punto	% pendiente
1	45
2	55
3	40
4	45
5	50
6	52
7	55
8	53
9	55
10	50
11	55
12	50
13	45
14	53
15	40
16	55
17	53
18	48
19	51
20	50
promedio	50



Figura 58A. Preparación del terreno.



Figura 59A. Aporcado de la tela de Agryl.



Figura 60A. Vista de los macrotúneles.



Figura 61A. Ahoyado en Mulch.



Figura 62A. Sistema Ventury en funcionamiento.



Figura 63A. Trasplante de pilones.



Figura 64A. Control Fitosanitario.



Figura 65A. Frutos maduros.



Figura 66A. Cosecha de frutos de tomate.



Figura 67A. Cosecha de primer corte de frutos de tomate.



Figura 68A. Clasificación de fruto en peso (g).



Figura 69A. Medición de fruto para variable de diámetro (cm).

Cuadro 43A. Rendimiento en Kg/Ha, de los tratamientos evaluados en cada unidad experimental y resultados del análisis de la varianza (SC tipo III) del programa Infostat.

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL
1	8712.12	5535.35	6439.39	6338.38	5823.23	5500.00	38348.48
2	13446.97	9015.15	7494.95	8237.37	9166.67	9080.81	56441.92
3	10790.40	10252.53	11297.98	11868.69	11621.21	11883.84	67714.65

(1) Dosis baja

(2) Dosis recomendada

(3) Dosis alta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Kg/Ha	18	0.84	0.73	14.16

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2023.44025

Error: 1634332.5009 gl: 10

Cuadro 44A. Promedios de Peso de fruto pequeño de tomate en gramos.

TRATAMIENTO	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	V	VI
1	27.85	25.73	28.88	29.94	29.55	29.58
2	42.68	37.62	43.98	43.95	47.49	42.65
3	44.13	43.79	46.68	47.15	47.21	50.18

Cuadro 45A. Resultados del análisis de la varianza (SC tipo III) para la variable peso de fruto pequeño (g) del programa Infostat.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P pequeño	18	0.98	0.96	4.00

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.49346

Error: 2.4818 gl: 10

Cuadro 46A. Promedios de peso de fruto mediano de tomate en gramos.

TRATAMIENTO	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	V	VI
1	79.82	79.18	80.44	80.91	81.87	81.75
2	87.79	85.70	90.03	89.18	89.72	86.82
3	90.06	89.65	90.25	89.93	90.68	90.35

Cuadro 47A. Resultados del análisis de la varianza (SC tipo III) para la variable de peso de fruto mediano (g) del programa Infostat.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P mediano	18	0.97	0.95	1.10

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.50904

Error: 0.9090 gl: 10

Cuadro 48A. Promedios de peso de fruto grande de tomate en gramos.

TRATAMIENTO	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	V	VI
1	107.57	106.46	105.75	107.59	108.12	109.29
2	117.30	114.09	118.73	117.03	116.80	116.25
3	120.83	122.92	121.48	122.82	123.35	121.35

Cuadro 49A. Resultados del análisis de la varianza (SC tipo III) para la variable peso de fruto grande (g) del programa Infostat.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pgrande	18	0.97	0.95	1.22

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.23786
Error: 1.9991 gl: 10

Cuadro 50A. Diámetro promedio en centímetros de frutos pequeños de los tres tratamientos de tomate evaluados en cada unidad experimental.

TRATAMIENTO	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	V	VI
1	2.35	2.38	2.41	2.49	2.47	2.55
2	3.00	3.03	2.97	3.05	3.29	3.21
3	2.92	3.13	3.31	3.14	3.11	3.13

Cuadro 51A. Resultados del análisis de la varianza (SC tipo III) para la variable diámetro de fruto pequeño (cm) del programa Infostat.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
D pequeño	18	0.95	0.91	3.44

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.15721
Error: 0.0099 gl: 10

Cuadro 52A. Diámetro promedio en centímetros de frutos medianos de los tres tratamientos de tomate evaluados en cada unidad experimental.

TRATAMIENTO	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	V	VI
1	4.11	4.23	4.30	4.29	4.30	4.29
2	4.45	4.31	4.40	4.47	4.63	4.50
3	4.48	4.50	4.57	4.69	4.60	4.62

Cuadro 53A. Resultados del análisis de varianza (SC tipo III) para la variable diámetro de fruto mediano (cm) el programa Infostat.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
D mediano	18	0.91	0.84	1.45

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.10151
Error: 0.0041 gl: 10

Cuadro 54A. Diámetro promedio en centímetros de frutos grandes de los tres tratamientos de tomate evaluados en cada unidad experimental.

TRATAMIENTO	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	V	VI
1	5.09	5.16	5.13	5.12	5.12	5.11
2	5.24	5.15	5.27	5.31	5.32	5.32
3	5.30	5.33	5.33	5.43	5.42	5.38

Cuadro 55A. Resultados del análisis de la varianza (SC tipo III) para la variable de diámetro de fruto grande (cm) del programa Infostat.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
D grande	18	0.91	0.84	0.86

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.07172
Error: 0.0021 gl: 10



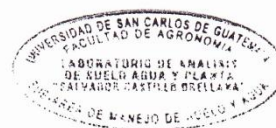
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: ANDRES ESTUARDO LETONA
PROCEDENCIA: SAN ANTONIO PALOPO, SOLOLA
FECHA DE INGRESO: 1/4/2011

ANALISIS QUIMICO

Identificación	pH	ppm		Meq/100gr		ppm			
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
RANGO MEDIO		12-16	120-150	6-8	1.5-2.5	2-4	4-6	10-15	10-15
M-1	6.1	138	248	12.17	3.44	1.50	21.00	45.00	31.00



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EDIFICIO T-8, SEGUNDO NIVEL, OFICINA B-9. CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA.
CÓDIGO POSTAL 01012. APARTADO POSTAL 1545. TEL.: (502) 2443 9500, EXTENSION: 1768. FAX: (502) 2476 9758.

Figura 70A. Resultados de análisis de suelos de área cultivada con tomate en Barrio Cho-saqabaj, San Antonio Palopó, Sololá.

Cuadro 56A. Tratamiento uno, promedios de peso en fruto pequeño en gramos.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	22.8 - 38.2	22.2 - 29.4	25.5 - 35.1	24.5 - 34.5	25 - 31.6	25.5 - 33
promedio	27.85	25.73	28.88	29.94	29.55	29.58

Cuadro 57A. Tratamiento uno, promedios de diámetro en fruto pequeño en cm.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	2.17 - 2.84	2.2 - 2.64	2.29 - 2.58	2.21 - 2.57	2.27 - 2.605	2.27 - 2.893
promedio	2.35	2.38	2.41	2.49	2.47	2.55

Cuadro 58A. Tratamiento uno, promedios de peso en fruto mediano en gramos.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	75 - 82.5	74.4 - 81.8	76.9 - 84.7	76.1 - 84.2	77.9 - 84.4	72.6 - 85.5
promedio	79.82	79.18	80.44	80.91	81.87	81.75

Cuadro 59A. Tratamiento uno, promedios de diámetro en fruto mediano en cm.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	3.42 - 4.36	3.77 - 4.393	3.79 - 4.503	4.12 - 4.565	4.02 - 4.52	4.1 - 4.39
promedio	4.11	4.23	4.30	4.29	4.30	4.29

Cuadro 60A. Tratamiento uno, promedios de peso en fruto grande en gramos.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	103.8 - 120.7	104.2 - 110.1	100 - 109.1	104.5 - 112.5	105 - 111.5	105.9 - 113.7
promedio	107.57	106.46	105.75	107.59	108.12	109.29

Cuadro 61A. Tratamiento uno, promedios de diámetro en fruto grande en cm.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	4.72 – 5.39	4.98 – 5.42	5.02 - 5.291	5.02 - 5.294	5.04 - 5.37	5.02 – 5.39
promedio	5.09	5.16	5.13	5.12	5.12	5.11

Cuadro 62A. Tratamiento dos, promedios de peso en fruto pequeño en gramos.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	25 – 65	27.9 – 49	33.7 – 63.8	36.6 – 58.8	38.7 - 59.1	33.1 – 46.5
promedio	42.685	37.615	43.985	43.946	47.492	42.646

Cuadro 63A. Tratamiento dos, promedios de diámetro en fruto pequeño en cm.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	2.33 – 3.56	2.558 – 3.816	2.72 – 3.2	2.576 - 3.57	2.65 – 3.78	2.74 – 3.47
promedio	2.999	3.0332	2.9669	3.0532	3.2908	3.2075

Cuadro 64A. Tratamiento dos, promedios de peso en fruto mediano en gramos.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	80 – 91.3	76.9 – 91.2	84.8 – 94.5	85.1 – 92.2	84.4 – 92.6	80.2 – 90.7
promedio	87.792	85.7	90.031	89.185	89.723	86.815

Cuadro 65A. Tratamiento dos, promedios de diámetro en fruto mediano en cm.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	4.3 – 4.535	3.51 – 4.617	3.24 – 4.64	3.94 – 4.62	4.505 – 4.73	4.24 – 4.69
promedio	4.4459	4.3097	4.4043	4.4749	4.6347	4.5014

Cuadro 66A. Tratamiento dos, promedios de peso en fruto grande en gramos.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	104.5 – 137.3	106.1 - 139.9	111 – 135.2	109.9 - 132.2	107.9 – 122	108.4 – 123.5
promedio	117.3	114.09	118.73	117.03	116.8	116.25

Cuadro 67A. Tratamiento dos, promedios de diámetro en fruto grande en cm.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	4.73 – 5.45	4.58 – 5.36	4.56 – 5.414	4.97 – 5.48	5.14 – 5.483	5.22 – 5.43
promedio	5.2418	5.1538	5.2667	5.31	5.3168	5.3195

Cuadro 68A. Tratamiento tres, promedios de peso en fruto pequeño en gramos.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	38.1 – 53.5	30 – 62.2	36 – 68.5	41.5 – 62.4	40.8 - 67.4	45 - 62.6
promedio	44.131	43.792	46.685	47.146	47.208	50.177

Cuadro 69A. Tratamiento tres, promedios de diámetro en fruto pequeño en cm.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	2.21 – 3.22	2.31 – 3.53	2.88 – 3.78	2.87 – 3.53	2.81 – 3.49	2.75 – 3.36
promedio	2.9218	3.1262	3.3062	3.1368	3.1054	3.1338

Cuadro 70A. Tratamiento tres, promedios de peso en fruto mediano en gramos.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	86.6 – 93.4	85.7 – 91.8	88.2 – 93.1	85 – 94.7	88.2 – 92.6	87.7 – 92.6
promedio	90.062	89.646	90.246	89.931	90.677	90.346

Cuadro 71A. Tratamiento tres, promedios de diámetro en fruto mediano en cm.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	3.37 – 4.73	3.6 – 4.7	3.6 – 4.71	4.55 – 4.77	4.26 – 4.76	4.26 – 4.78
promedio	4.4759	4.4962	4.5667	4.69	4.6015	4.6203

Cuadro 72A. Tratamiento tres, promedios de peso en fruto grande en gramos.

Rangos						
Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	114.2 – 137.1	114 – 134.5	114.1 – 140.2	113 – 140.3	113.7 – 138.1	107.4 – 136.7
promedio	120.83	122.92	121.48	122.82	123.35	121.35

Cuadro 73A. Tratamiento tres, promedios de diámetro en fruto grande en cm.

Cortes	I	II	III	IV	V	VI
13	4.91 – 5.55	4.99 – 5.555	5.2 – 5.61	5.24 – 5.7	5.29 – 5.63	5.21 – 5.65
promedio	5.2985	5.3281	5.3331	5.4275	5.4208	5.3792

Cuadro 74A. Promedios en libras de fruto de tomate en los 13 cortes.

UE/Cosecha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	total
T2R1	30	25.5	12	30	38	27.5	13.2	14	12	10.3	25.25	18	10.5	266.25
T3R1	24	20	11	30	20.5	10.5	10.4	11.5	15	11.5	22.75	16.5	10	213.65
T3R2	16	14	10	21	9.5	23	5.2	6	7.5	12.8	29.5	26.5	22	203
T3R3	22	15	12	26	16.5	19	8.5	10	12	12.7	29	21	20	223.7
T2R2	36	13	9.5	20	5.5	5	3	3	6.5	8.5	30	25.5	13	178.5
T1R1	7	17	15.5	40	14.5	4	6	6	3.5	5	19.5	30.5	4	172.5
T2R3	26	13.5	13.5	14.5	14.5	5	3.2	3.2	4.5	7.5	12	15	16	148.4
T2R4	20	12	13	26	21	11	5.3	5.3	5	5	14.5	13.5	11.5	163.1
T3R4	33	25	20	33	25	20	19	11	6	6	15	12	10	235
T1R2	15	15	12	10	12	7	6	4	3	4.3	8	8.3	5	109.6
T3R5	28	28	18	28	30	15	16	9	6.6	7.5	12	15	17	230.1
T3R6	36	30	20	26	28	17.5	18	10.5	7	8.3	6	14	14	235.3
T1R3	17	14	11	14	20	10	12	6	2.5	3	4.5	9	4.5	127.5
T2R5	24	25	15	23	24	15	13	8	4.5	5.3	8	11	5.7	181.5
T2R6	22	20	15	20	25	14.5	13	9.6	4.4	4.5	9.5	14	8.3	179.8
T1R4	18	19	13	11	15	10.3	11	4.5	3	2.5	5	7.6	5.6	125.5
T1R5	22	15	11	8	12	8.5	9	5	5	3	4.4	8.4	4	115.3
T1R6	26	12	10	13	10	7	5	4.1	4	2.1	5	4.7	6	108.9
total	422	333	241.5	393.5	341	229.8	176.8	130.7	112	119.8	259.9	270.5	187.1	3217.6

Cuadro 75A. Cálculo y estimación de los costos de producción para tratamiento uno (dosis baja).

Costos Pre-Cosecha	denominación	Cantidad	Valor unitario en Q.	Sub-total	Costo Anual
INVERSIÓN INICIAL					Q 4,373.25
MACROTUNEL					
Preparación de terreno	Metro ²	90	Q 1.00	Q 90.00	
Arcos de metal	Unidad	9	Q 90.00	Q 810.00	
Pita de Nylon (Rafia)	Rollo	1	Q 125.00	Q 125.00	
Pines de Hierro	Unidad	6	Q 3.25	Q 19.50	
Agryl	Metro ²	75	Q 11.20	Q 840.00	
Agryl (reparación)	Metro ²	10	Q 11.20	Q 112.00	
Pegamento Resistol 20 gramos	Unidad	3	Q 10.00	Q 30.00	
Mano de obra infraestructura	Jornal	6	Q 50.00	Q 300.00	
SISTEMA DE RIEGO					
Tubo PVC de 3/4"	Unidad	3	Q 38.00	Q 114.00	
Filtro de anillos para 3/4"	Unidad	1	Q 275.00	Q 275.00	
Inyector Ventury de 3/4"	Unidad	1	Q 1,300.00	Q 1,300.00	
Manguera de poliducto de 3/4"	Metro	7	Q 2.75	Q 19.25	
Manguera de goteo	Metro	60	Q 2.25	Q 135.00	
Conectores iniciales	Unidad	8	Q 2.75	Q 22.00	
Conector de Manguera Poliducto					
a Manguera de Goteo	Unidad	6	Q 2.75	Q 16.50	
Pegamento para PVC 25 gramos	Unidad	1	Q 15.00	Q 15.00	
Accesorios Varios				Q 100.00	
Mano de obra instalación	Jornal	1	Q 50.00	Q 50.00	
COSTOS VARIABLES					Q 3,969.41
ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO					
Pilones de Tomate	Unidad	360	Q 0.49	Q 176.40	
Nylon 0.7 para acolchado	Metro	72	Q 1.00	Q 72.00	
Tutores de Bambú	Unidad	24	Q 20.00	Q 480.00	
Rafia	Rollo	2	Q 125.00	Q 250.00	

Continuación cuadro 75A.

Alambre Galvanizado	Libra	10	Q 10.00	Q 100.00	
Mano de obra trasplante, tutorado y deshojado	Jornal	3	Q 50.00	Q 150.00	
FERTILIZANTES					
Vista Fértil I	Kilogramo	3.42	Q 13.75	Q 47.03	
Vista Fértil II	Kilogramo	15.84	Q 13.75	Q 217.80	
Vista Fértil III	Kilogramo	5.5	Q 7.15	Q 39.33	
Mano de obra Fertirriego	Jornal	15	Q 30.00	Q 450.00	
PESTICIDAS AGRICOLAS					
Inicio	Litro	0.5	Q 110.00	Q 55.00	
Kung Fu	Litro	0.25	Q 120.00	Q 30.00	
Contodo	Litro	2	Q 121.50	Q 243.00	
Doble vía	Litro	0.5	Q 365.00	Q 182.50	
Bordocop	Litro	1	Q 81.00	Q 81.00	
Ridumil Gold	Kilogramo	0.5	Q 190.00	Q 95.00	
Seguro	Litro	1	Q 197.50	Q 197.50	
Ayudante	Litro	0.5	Q 60.00	Q 30.00	
Surfacid	Litro	0.5	Q 86.00	Q 43.00	
Gramoxone	Litro	0.5	Q 65.00	Q 32.50	
Bellis 1/8	Litro	0.5	Q 90.00	Q 45.00	
Mano de obra Aspersión	Jornal	10	Q 50.00	Q 500.00	
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS					
Trampa Biológica	Metro	2	Q 6.00	Q 12.00	
Stikem Special	Litro	0.5	Q 120.00	Q 60.00	
Mano de obra instalación	Jornal	0.5	Q 50.00	Q 25.00	
COSECHA					
Mano de obra cosecha	Jornal	6.5	Q 50.00	Q 325.00	
Transporte y Comercialización	Caja de 50 lb	15.18	Q 2.00	Q 30.36	
COSTOS FIJOS					Q 350.00
Depreciación de Macrotúnel				Q 350.00	
COSTO TOTAL					Q 8,692.66

Cuadro 76A. Cálculo y estimación de los costos de producción para tratamientos (dosis recomendada).

Costos Pre-Cosecha	denominación	Cantidad	Valor unitario en Q.	Sub-total	Costo Anual
INVERSIÓN INICIAL					Q 4,373.25
MACROTUNEL					
Preparación de terreno	Metro ²	90	Q 1.00	Q 90.00	
Arcos de metal	Unidad	9	Q 90.00	Q 810.00	
Pita de Nylon (Rafia)	Rollo	1	Q 125.00	Q 125.00	
Pines de Hierro	Unidad	6	Q 3.25	Q 19.50	
Agryl	Metro ²	75	Q 11.20	Q 840.00	
Agryl (reparación)	Metro ²	10	Q 11.20	Q 112.00	
Pegamento Resistol 20 gramos	Unidad	3	Q 10.00	Q 30.00	
Mano de obra infraestructura	Jornal	6	Q 50.00	Q 300.00	
SISTEMA DE RIEGO					
Tubo PVC de 3/4"	Unidad	3	Q 38.00	Q 114.00	
Filtro de anillos para 3/4"	Unidad	1	Q 275.00	Q 275.00	
Inyector Ventury de 3/4"	Unidad	1	Q 1,300.00	Q 1,300.00	
Manguera de poliducto de 3/4"	Metro	7	Q 2.75	Q 19.25	
Manguera de goteo	Metro	60	Q 2.25	Q 135.00	
Conectores iniciales	Unidad	8	Q 2.75	Q 22.00	
Conector de Manguera Poliducto					
a Manguera de Goteo	Unidad	6	Q 2.75	Q 16.50	
Pegamento para PVC 25 gramos	Unidad	1	Q 15.00	Q 15.00	
Accesorios Varios				Q 100.00	
Mano de obra instalación	Jornal	1	Q 50.00	Q 50.00	
COSTOS VARIABLES					Q 4,020.56
ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO					
Pilones de Tomate	Unidad	360	Q 0.49	Q 176.40	
Nylon 0.7 para acolchado	Metro	72	Q 1.00	Q 72.00	
Tutores de Bambú	Unidad	24	Q 20.00	Q 480.00	
Rafia	Rollo	2	Q 125.00	Q 250.00	

Continuación cuadro 76A.

Alambre Galvanizado	Libra	10	Q 10.00	Q 100.00	
Mano de obra trasplante, tutorado y deshojado	Jornal	3	Q 50.00	Q 150.00	
FERTILIZANTES					
Vista Fértil I	Kilogramo	4.32	Q 13.75	Q 59.40	
Vista Fértil II	Kilogramo	16.92	Q 13.75	Q 232.65	
Vista Fértil III	Kilogramo	6.84	Q 7.15	Q 48.91	
Mano de obra Fertirriego	Jornal	15	Q 30.00	Q 450.00	
PESTICIDAS AGRICOLAS					
Inicio	Litro	0.5	Q 110.00	Q 55.00	
Kung Fu	Litro	0.25	Q 120.00	Q 30.00	
Contodo	Litro	2	Q 121.50	Q 243.00	
Doble vía	Litro	0.5	Q 365.00	Q 182.50	
Bordocop	Litro	1	Q 81.00	Q 81.00	
Ridumil Gold	Kilogramo	0.5	Q 190.00	Q 95.00	
Seguro	Litro	1	Q 197.50	Q 197.50	
Ayudante	Litro	0.5	Q 60.00	Q 30.00	
Surfacid	Litro	0.5	Q 86.00	Q 43.00	
Gramoxone	Litro	0.5	Q 65.00	Q 32.50	
Bellis 1/8	Litro	0.5	Q 90.00	Q 45.00	
Mano de obra Aspersión	Jornal	10	Q 50.00	Q 500.00	
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS					
Trampa Biológica	Metro	2	Q 6.00	Q 12.00	
Stikem Special	Litro	0.5	Q 120.00	Q 60.00	
Mano de obra instalación	Jornal	0.5	Q 50.00	Q 25.00	
COSECHA					
Mano de obra cosecha	Jornal	6.5	Q 50.00	Q 325.00	
Transporte y Comercialización	Caja de 50 lb	22.35	Q 2.00	Q 44.70	
COSTOS FIJOS					Q 350.00
Depreciación de Macrotúnel				Q 350.00	
COSTO TOTAL					Q 8,743.81

Cuadro 77A. Cálculo y estimación de los costos de producción para tratamiento tres (dosis alta).

Costos Pre-Cosecha	denominación	Cantidad	Valor unitario en Q.	Sub-total	Costo Anual
INVERSIÓN INICIAL					Q 4,373.25
MACROTUNEL					
Preparación de terreno	Metro ²	90	Q 1.00	Q 90.00	
Arcos de metal	Unidad	9	Q 90.00	Q 810.00	
Pita de Nylon (Rafia)	Rollo	1	Q 125.00	Q 125.00	
Pines de Hierro	Unidad	6	Q 3.25	Q 19.50	
Agryl	Metro ²	75	Q 11.20	Q 840.00	
Agryl (reparación)	Metro ²	10	Q 11.20	Q 112.00	
Pegamento Resistol 20 gramos	Unidad	3	Q 10.00	Q 30.00	
Mano de obra infraestructura	Jornal	6	Q 50.00	Q 300.00	
SISTEMA DE RIEGO					
Tubo PVC de 3/4"	Unidad	3	Q 38.00	Q 114.00	
Filtro de anillos para 3/4"	Unidad	1	Q 275.00	Q 275.00	
Inyector Ventury de 3/4"	Unidad	1	Q 1,300.00	Q 1,300.00	
Manguera de poliducto de 3/4"	Metro	7	Q 2.75	Q 19.25	
Manguera de goteo	Metro	60	Q 2.25	Q 135.00	
Conectores iniciales	Unidad	8	Q 2.75	Q 22.00	
Conector de Manguera Poliducto a Manguera de Goteo	Unidad	6	Q 2.75	Q 16.50	
Pegamento para PVC 25 gramos	Unidad	1	Q 15.00	Q 15.00	
Accesorios Varios				Q 100.00	
Mano de obra instalación	Jornal	1	Q 50.00	Q 50.00	
COSTOS VARIABLES					Q 4,073.03
ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO					
Pilones de Tomate	Unidad	360	Q 0.49	Q 176.40	
Nylon 0.7 para acolchado	Metro	72	Q 1.00	Q 72.00	
Tutores de Bambú	Unidad	24	Q 20.00	Q 480.00	
Rafia	Rollo	2	Q 125.00	Q 250.00	

Continuación cuadro 77A.

Alambre Galvanizado	Libra	10	Q 10.00	Q 100.00	
Mano de obra trasplante, tutorado y deshojado	Jornal	3	Q 50.00	Q 150.00	
FERTILIZANTES					
Vista Fértil I	Kilogramo	5.47	Q 13.75	Q 75.21	
Vista Fértil II	Kilogramo	18	Q 13.75	Q 247.50	
Vista Fértil III	Kilogramo	8.64	Q 7.15	Q 61.78	
Mano de obra Fertirriego	Jornal	15	Q 30.00	Q 450.00	
PESTICIDAS AGRICOLAS					
Inicio	Litro	0.5	Q 110.00	Q 55.00	
Kung Fu	Litro	0.25	Q 120.00	Q 30.00	
Contodo	Litro	2	Q 121.50	Q 243.00	
Doble vía	Litro	0.5	Q 365.00	Q 182.50	
Bordocop	Litro	1	Q 81.00	Q 81.00	
Ridumil Gold	Kilogramo	0.5	Q 190.00	Q 95.00	
Seguro	Litro	1	Q 197.50	Q 197.50	
Ayudante	Litro	0.5	Q 60.00	Q 30.00	
Surfacid	Litro	0.5	Q 86.00	Q 43.00	
Gramoxone	Litro	0.5	Q 65.00	Q 32.50	
Bellis 1/8	Litro	0.5	Q 90.00	Q 45.00	
Mano de obra Aspersión	Jornal	10	Q 50.00	Q 500.00	
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS					
Trampa Biológica	Metro	2	Q 6.00	Q 12.00	
Stikem Special	Litro	0.5	Q 120.00	Q 60.00	
Mano de obra instalación	Jornal	0.5	Q 50.00	Q 25.00	
COSECHA					
Mano de obra cosecha	Jornal	6.5	Q 50.00	Q 325.00	
Transporte y Comercialización	Caja de 50 lb	26.82	Q 2.00	Q 53.64	
COSTOS FIJOS					Q 350.00
Depreciación de Macrotúnel				Q 350.00	
COSTO TOTAL					Q 8,796.28

Cuadro 78A. Hoja de cálculo de la relación beneficio-costo para el tratamiento uno (dosis baja).

PASO 1: Información general del Proyecto

- 1) Cultivo: Tomate var. Tolimán
- 2) Numero de Macroúneles: 3
- 3) Numero de años: 5
- 4) Numero de cosechas por año: 3

DATOS GENERALES

- 5) Propietario: Nicolás Xoc Pérez
- 6) Ubicación: Barrio Cho-saqabaj, San Antonio Palopó, Sololá
- 7) Altitud: 1570 msnm

PROYECCION DE GASTOS

PASO 2: Proyección de Gastos. Estimaciones de gastos por tratamiento, expresadas en Quetzales.

	<u>AÑO 0</u>	<u>AÑO 1</u>	<u>AÑO 2</u>	<u>AÑO 3</u>	<u>AÑO 4</u>	<u>AÑO 5</u>
8) <u>INVERSION INICIAL</u>						
Macrotúnel	2326.50					
Sistema de Riego	2046.75					
Total Inversión	4373.25					
PROYECCION DE COSTOS:						
9) <u>Costos variables</u>						
Establecimiento del cultivo	1078.40	1078.40	1078.40	1078.40	1078.40	1078.40
Fertilizantes	304.14	304.14	304.14	304.14	304.14	304.14
Pesticidas Agrícolas	1034.50	1034.50	1034.50	1034.50	1034.50	1034.50
Manejo de Plagas	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00
Mano de Obra	1450.00	1450.00	1450.00	1450.00	1450.00	1450.00
Transporte y Comercialización	30.36	136.62	136.62	136.62	136.62	136.62
Subtotal costos variables por tratamiento	3969.40	4075.66	4075.66	4075.66	4075.66	4075.66
Total costos variables (*)						
10) <u>Costos fijos</u>						
Depreciación Macroúneles	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00
11) <u>Costos Total (Inversión + Costo) (**)</u>	4319.40	4425.66	4425.66	4425.66	4425.66	4425.66

(*) Costos variables por tratamiento.

(**) Inversión + Costos variables + Costos fijos

PROYECCION DE INGRESOS

PASO 3: Proyección de Ingresos: Estimación de Ingresos por Tratamiento

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
12) Rendimiento Esperado	0	15.18	45.54	45.54	45.54	45.54
13) Rendimiento por Tratamiento	0	15.18	45.54	45.54	45.54	45.54
14) Rendimiento Total (*)	150	150	150	150	150	150
15) Precio Unitario de venta (**)	0	2277	6831	6831	6831	6831
16) INGRESO TOTAL						

(*) Rendimiento promedio en cajas de 50 libras por tratamiento

(**) Precio Promedio en Quetzales/Caja 50 Libras

Mercado Municipal San Antonio Palopó (Jul.-Sep./2011)

FLUJO DE EFECTIVO

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<u>COSTO TOTAL (Inversión + Costo)</u>	4373.25	4319.4	4425.66	4425.66	4425.66	4425.66
<u>INGRESO TOTAL</u>	0	2277	6831	6831	6831	6831
17) TOTAL DE FLUJO NETO DE EFECTIVO	-4373.25	-2042.4	2405.34	2405.34	2405.34	2405.34

CALCULO DE INDICADORES FINANCIEROS

TASA DE DESCUENTO ANUAL

RESULTADO

16.20%

Está dada por: Tasa de inflación = 5.2%

Prima Riesgo de País = 11%

18) Tasa de interés para calcular indicadores financieros

19) Valor Actual Neto (VAN)

AÑO	0	1	2	3	4	5
Flujo Neto de Efectivo	-4373.25	-2042.4	2405.34	2405.34	2405.34	2405.34
Tasa de Descuento	1	0.8605	0.7406	0.6373	0.5484	0.472
FNE * TD	-4373.25	-1757.49	1781.39	1532.92	1319.09	1135.32

VAN = -Q362.01

20) Relación Beneficio / Costo

AÑO	0	1	2	3	4	5	beneficio
Ingresos	0	2277	6831	6831	6831	6831	
Factor de descuento	1	0.8605	0.7406	0.6373	0.5484	0.472	
Beneficio	0	1959.36	5059.04	4353.40	3746.12	3224.23	18342.15

AÑO	0	1	2	3	4	5	costos
Egresos	4373.25	4319.4	4425.66	4425.66	4425.66	4425.66	
Factor de descuento	1	0.8605	0.7406	0.6373	0.5484	0.472	
Beneficio	4373.25	3716.84	3277.64	2820.47	2427.03	2088.91	18704.15

Rel. B/C = 0.980646

si el resultado muestra un valor inferior a uno (1) indica que obtendrá pérdidas reales, si es mayor que uno (1) obtendrá Ganancias.

Cuadro 79A. Hoja de cálculo de la relación beneficio-costos para el tratamiento dos (dosis recomendada).

DATOS GENERALES

PASO 1: Información general del Proyecto

- 1) Cultivo: Tomate var. Tolimán
- 2) Numero de Macrotúneles: 3
- 3) Numero de años: 5
- 4) Numero de cosechas por año: 3
- 5) Propietario: Andrés Cúmez Pérez
- 6) Ubicación: Barrio Cho-saqabaj, San Antonio Palopó, Sololá
- 7) Altitud: 1570 msnm

PROYECCION DE GASTOS

PASO 2: Proyección de Gastos. Estimaciones de gastos por tratamiento, expresadas en Quetzales.

8) INVERSION INICIAL

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Macrotúnel	2326.50					
Sistema de Riego	2046.75					
Total Inversión	4373.25					

PROYECCION DE COSTOS:

9) Costos variables

Establecimiento del cultivo		1078.40	1078.40	1078.40	1078.40	1078.40
Fertilizantes		340.95	340.95	340.95	340.95	340.95
Pesticidas Agrícolas		1034.50	1034.50	1034.50	1034.50	1034.50
Manejo de Plagas		72.00	72.00	72.00	72.00	72.00
Mano de Obra		1450.00	1450.00	1450.00	1450.00	1450.00
Transporte y Comercialización		44.70	134.10	134.10	134.10	134.10

Subtotal costos variables por tratamiento

Total costos variables (*)

		4020.55	4109.95	4109.95	4109.95	4109.95
10) Costos fijos						
Depreciación Macrotúneles		350.00	350.00	350.00	350.00	350.00
11) Costos Total (Inversión + Costo) (**)		4370.55	4459.95	4459.95	4459.95	4459.95

(*) Costos variables por tratamiento.

(**) Inversión + Costos variables + Costos fijos

PROYECCION DE INGRESOS

PASO 3: Proyección de Ingresos: Estimación de Ingresos por Tratamiento

12) Rendimiento Esperado

13) Rendimiento por Tratamiento

14) Rendimiento Total (*)

15) Precio Unitario de venta (**)

16) INGRESO TOTAL

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
0	22.35	67.05	67.05	67.05	67.05
0	22.35	67.05	67.05	67.05	67.05
150	150	150	150	150	150
0	3352.5	10057.5	10057.5	10057.5	10057.5

(*) Rendimiento promedio en cajas de 50 libras por tratamiento

(**) Precio Promedio en Quetzales/Caja 50 Libras

Mercado Municipal San Antonio Palopó (Jul.-Sep./2011)

FLUJO DE EFECTIVO

COSTO TOTAL (Inversión + Costo)

INGRESO TOTAL

17) TOTAL DE FLUJO NETO DE EFECTIVO

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
4373.25	4370.55	4459.95	4459.95	4459.95	4459.95
0	3352.5	10057.5	10057.5	10057.5	10057.5
-4373.25	-1018.05	5597.55	5597.55	5597.55	5597.55

CALCULO DE INDICADORES FINANCIEROS

TASA DE DESCUENTO ANUAL

RESULTADO

16.20%

Está dada por: Tasa de inflación = 5.2%

Prima Riesgo de País = 11%

18) Tasa de interés para calcular indicadores financieros

19) Valor Actual Neto (VAN)

AÑO	0	1	2	3	4	5
Flujo Neto de Efectivo	-4373.25	-1018.05	5597.55	5597.55	5597.55	5597.55
Tasa de Descuento	1	0.8605	0.7406	0.6373	0.5484	0.472
FNE* TD	-4373.25	-876.03	4145.55	3567.32	3069.70	2642.04

VAN = Q8,175.32

20) Relación Beneficio / Costo

AÑO	0	1	2	3	4	5	beneficio
Ingresos	0	3352.5	10057.5	10057.5	10057.5	10057.5	
Factor de descuento	1	0.8605	0.7406	0.6373	0.5484	0.472	
Beneficio	0	2884.83	7448.58	6409.64	5515.53	4747.14	27005.73

AÑO	0	1	2	3	4	5	costos
Egresos	4373.25	4370.55	4459.95	4459.95	4459.95	4459.95	
Factor de descuento	1	0.8605	0.7406	0.6373	0.5484	0.472	
Beneficio	4373.25	3760.86	3303.04	2842.33	2445.84	2105.10	18830.41

Rel.B/C = 1.434155

si el resultado muestra un valor inferior a uno (1) indica que obtendrá pérdidas reales, si es mayor que uno (1) obtendrá Ganancias.

Cuadro 80A. Hoja de cálculo de la relación beneficio-costos para el tratamiento tres (dosis alta).

PASO 1: Información general del Proyecto

- 1) Cultivo: Tomate var. Tolimán
- 2) Número de Macrotúneles: 3
- 3) Número de años: 5
- 4) Número de cosechas por año: 3

DATOS GENERALES

- 5) Propietario: Asociación Cebolleros SAP
- 6) Ubicación: Barrio Cho-saqabaj, San Antonio Palopó, Sololá
- 7) Altitud: 1570 msnm

PROYECCION DE GASTOS

PASO 2: Proyección de Gastos. Estimaciones de gastos por tratamiento, expresadas en Quetzales.

	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
8) INVERSION INICIAL						
Macrotúnel	2326.50					
Sistema de Riego	2046.75					
Total Inversión	4373.25					
PROYECCION DE COSTOS:						
9) Costos variables						
Establecimiento del cultivo	1078.40	1078.40	1078.40	1078.40	1078.40	1078.40
Fertilizantes	384.48	384.48	384.48	384.48	384.48	384.48
Pesticidas Agrícolas	1034.50	1034.50	1034.50	1034.50	1034.50	1034.50
Manejo de Plagas	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00
Mano de Obra	1450.00	1450.00	1450.00	1450.00	1450.00	1450.00
Transporte y Comercialización	53.64	160.92	160.92	160.92	160.92	160.92
Subtotal costos variables por tratamiento	4073.02	4180.30	4180.30	4180.30	4180.30	4180.30
Total costos variables (*)						
10) Costos fijos						
Depreciación Macrotúneles	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00
11) Costos Total (Inversión + Costo) (**)	4423.02	4530.30	4530.30	4530.30	4530.30	4530.30

(*) Costos variables por tratamiento.

(**) Inversión + Costos variables + Costos fijos

PROYECCION DE INGRESOS

PASO 3: Proyección de Ingresos: Estimación de Ingresos por Tratamiento

	<u>AÑO 0</u>	<u>AÑO 1</u>	<u>AÑO 2</u>	<u>AÑO 3</u>	<u>AÑO 4</u>	<u>AÑO 5</u>
12) <u>Rendimiento Esperado</u>						
13) Rendimiento por Tratamiento	0	26.82	80.46	80.46	80.46	80.46
14) Rendimiento Total (*)	0	26.82	80.46	80.46	80.46	80.46
15) Precio Unitario de venta (**)	150	150	150	150	150	150
16) <u>INGRESO TOTAL</u>	0	4023	12069	12069	12069	12069

(*) Rendimiento promedio en cajas de 50 libras por tratamiento

(**) Precio Promedio en Quetzales/Caja 50 Libras
Mercado Municipal San Antonio Palopó, Sololá
(Jul.-Sep./2011)

FLUJO DE EFECTIVO

	<u>AÑO 0</u>	<u>AÑO 1</u>	<u>AÑO 2</u>	<u>AÑO 3</u>	<u>AÑO 4</u>	<u>AÑO 5</u>
<u>COSTO TOTAL (Inversión + Costo)</u>	4373.25	4423.02	4530.3	4530.3	4530.3	4530.3
<u>INGRESO TOTAL</u>	0	4023	12069	12069	12069	12069
17) <u>TOTAL DE FLUJO NETO DE EFECTIVO</u>	-4373.25	-400.02	7538.7	7538.7	7538.7	7538.7

CALCULO DE INDICADORES FINANCIEROS

TASA DE DESCUENTO ANUAL

RESULTADO

16.20% Está dada por: Tasa de inflación = 5.2%

Prima Riesgo de País = 11%

18) Tasa de interés para calcular indicadores financieros

19) Valor Actual Neto (VAN)

AÑO	0	1	2	3	4	5
Flujo Neto de Efectivo	-4373.25	-400.02	7538.7	7538.7	7538.7	7538.7
Tasa de Descuento	1	0.8605	0.7406	0.6373	0.5484	0.472
FNE * TD	-4373.25	-344.22	5583.16	4804.41	4134.22	3558.27

VAN = Q13,362.60

20) Relación Beneficio / Costo

AÑO	0	1	2	3	4	5	beneficio
Ingresos	0	4023	12069	12069	12069	12069	
Factor de descuento	1	0.8605	0.7406	0.6373	0.5484	0.472	
Beneficio	0	3461.79	8938.30	7691.57	6618.64	5696.57	32406.87

AÑO	0	1	2	3	4	5	costos
Egresos	4373.25	4423.02	4530.3	4530.3	4530.3	4530.3	
Factor de descuento	1	0.8605	0.7406	0.6373	0.5484	0.472	
Beneficio	4373.25	3806.01	3355.14	2887.16	2484.42	2138.30	19044.28

Rel. B/C = 1.7016594

si el resultado muestra un valor inferior a uno (1) indica que obtendrá pérdidas reales, si es mayor que uno (1) obtendrá Ganancias.

Cuadro 81A. Datos mensuales del año 2008 al 2011 de precipitación pluvial en mm y temperatura media en grados Celsius. Datos proporcionados por INSIVUMEH

ESTACION	LATITUD	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMEN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Sant.Atitl.	143754	911353	1580	2008	lluvia	mm	2.8	15.6	4.1	30.1	82.7	326.5	230.1	244.8	335.8	118.5	4.6	0.4
Sant.Atitl.	143754	911353	1580	2009	lluvia	mm	0	0	0	85.1	324.9	279.7	97.3	71.5	135.5	55.6	63.8	53.2
Sant.Atitl.	143754	911353	1580	2010	lluvia	mm	3.3	133.9	77	128.9	452	461.6	501.2	434.5	441.1	18.8	62.6	0
Sant.Atitl.	143754	911353	1580	2011	lluvia	mm	0	6.2	8.7	46.2	87.7	353.5	276.2	250.3	304.1	64.3	43.7	17.9

ESTACION	LATITUD	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMEN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Sant.Atitl.	143754	911353	1580	2008	T media	°C	18.3	18	18.8	19.7	20.2	19.1	19.3	19	18.8	18.9	18.2	18.1
Sant.Atitl.	143754	911353	1580	2009	T media	°C	17.8	18.2	18.3	19.2	19.2	19.3	20.7	20.6	19.7	19.2	18.6	16.4
Sant.Atitl.	143754	911353	1580	2010	T media	°C	18.1	18.9	19	20	20.3	19.8	19.4	19.2	18.8	18.8	17.8	16.5
Sant.Atitl.	143754	911353	1580	2011	T media	°C	17.6	18.2	18.5	19.2	20	19.5	19.8	19.6	19.1	18.97	18.2	17

Los datos en rojo, son promedios de los años 2008-2010 dado que el INSIVUMEH a la fecha aún no tiene registro de estos meses.

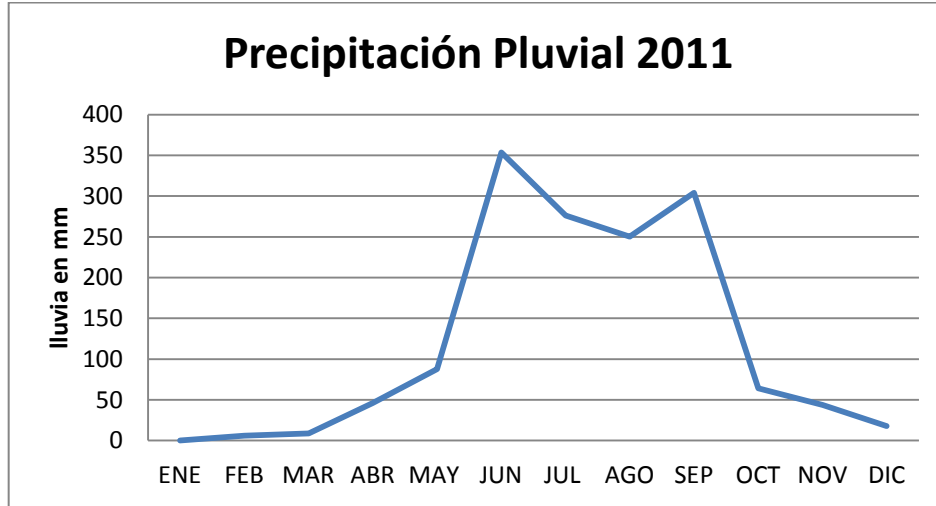


Figura 71A. Distribución de la precipitación mensual del año 2011.

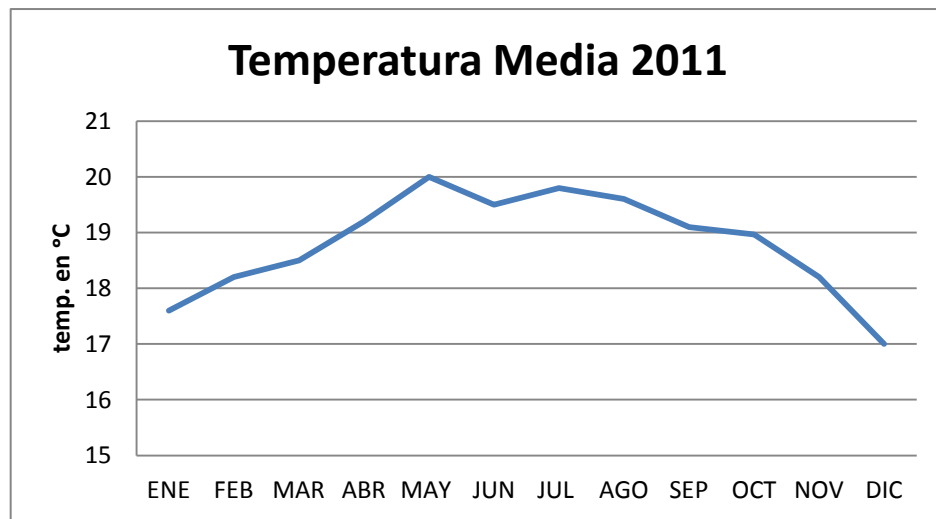


Figura 72A. Distribución de la Temperatura media mensual del año 2011.

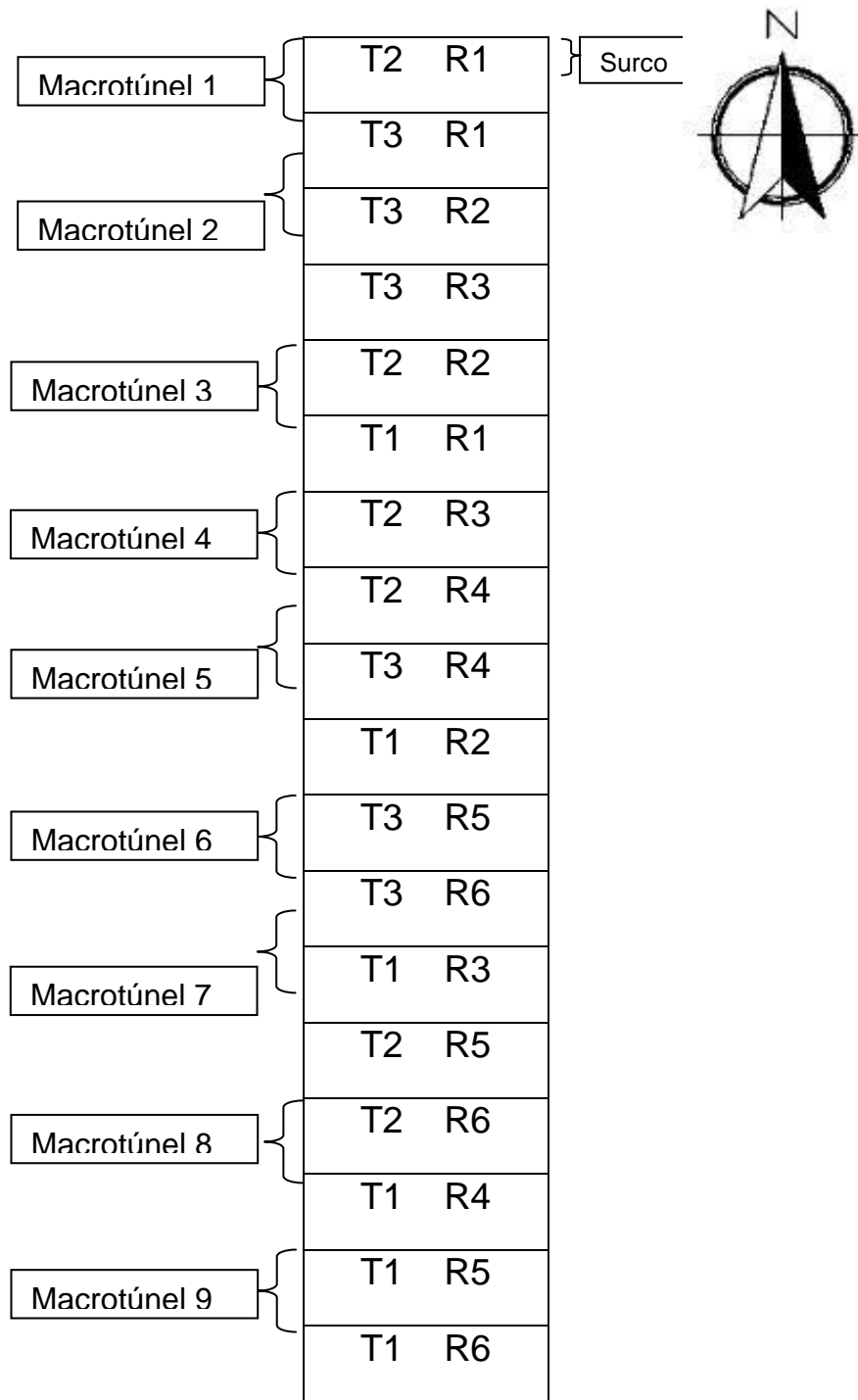


Figura 73A. Distribución aleatoria de los tratamientos y unidades experimentales en los macrotúneles.

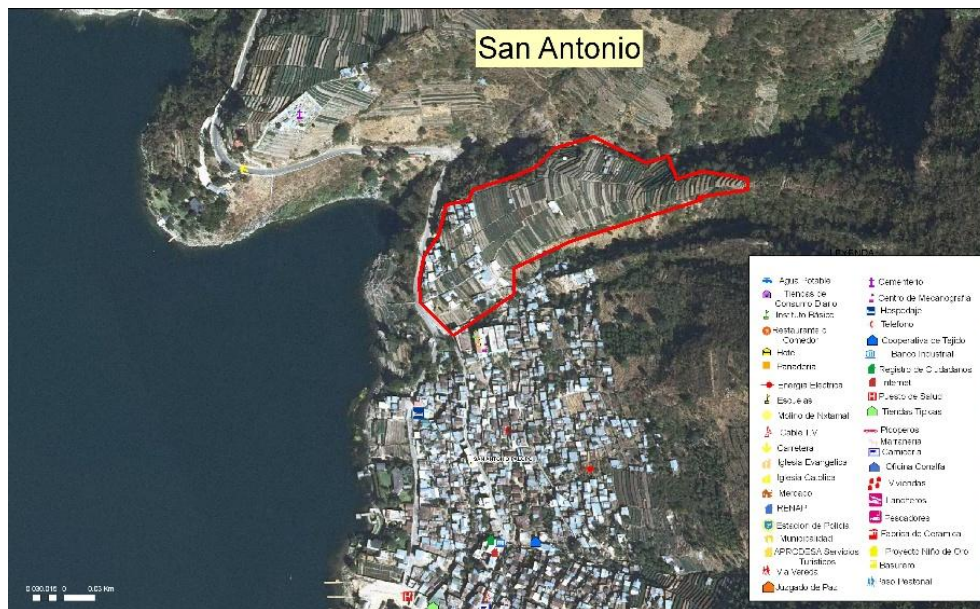


Figura 74A. Área de trabajo en servicio de asesoría técnica en macro túneles de tomate.

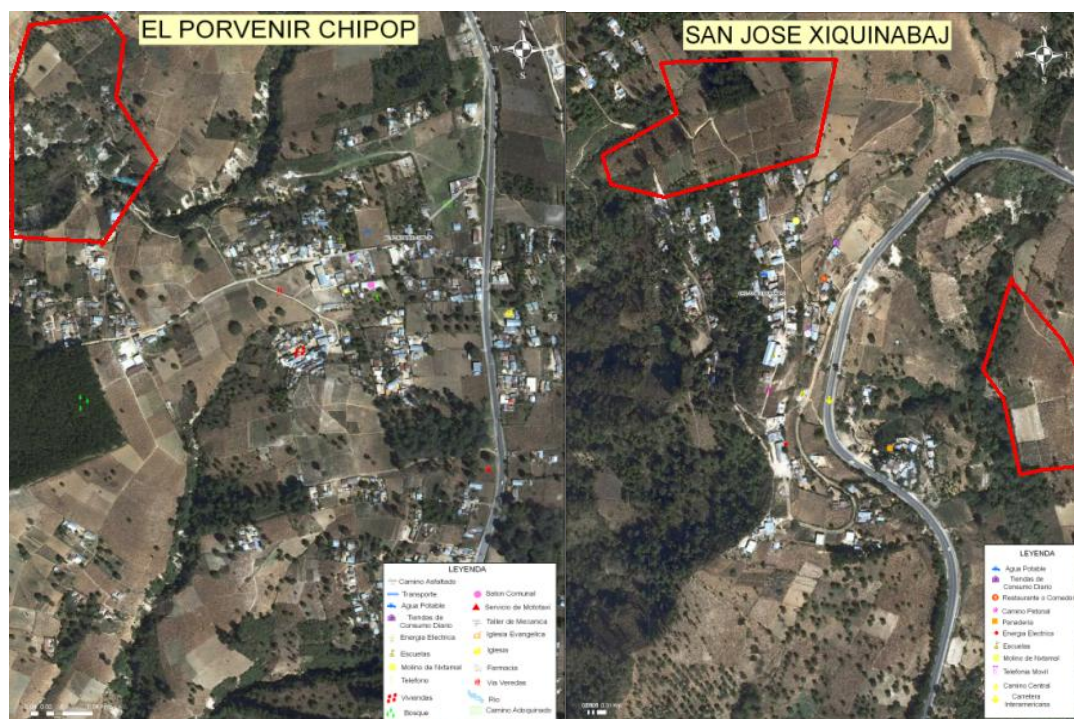


Figura 75A. Área de trabajo en servicio de Manejo de estructuras de conservación de suelos.

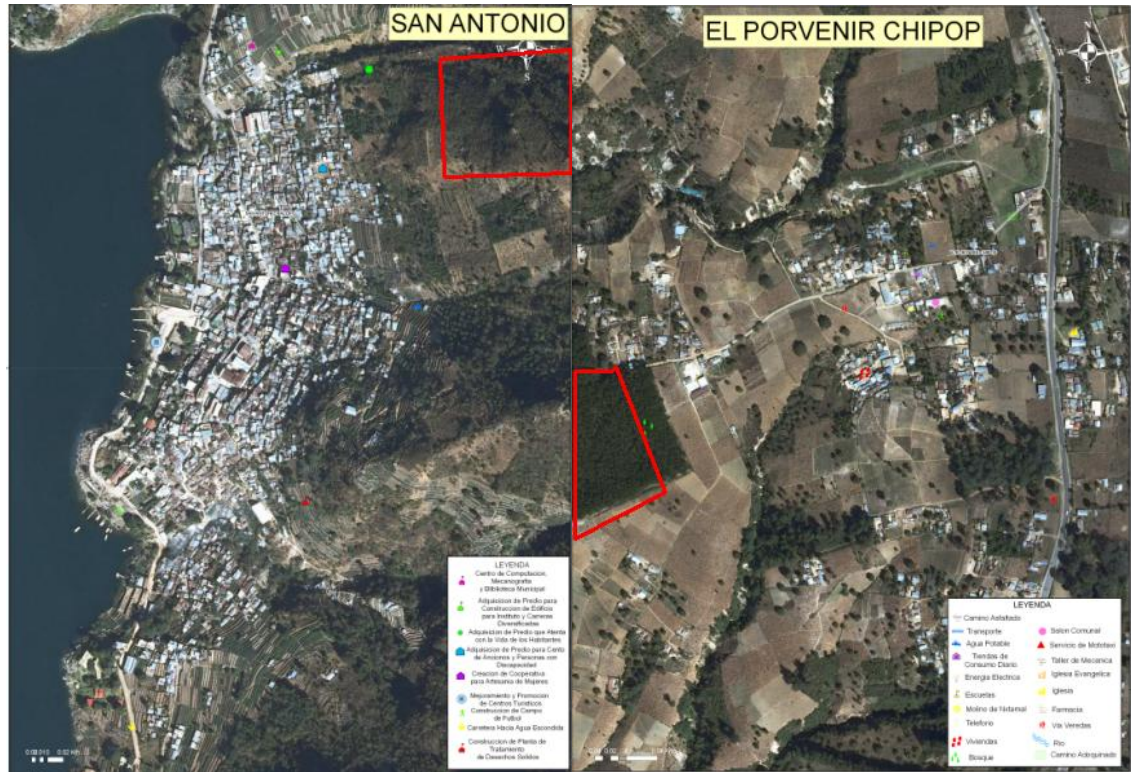


Figura 76A. Área de trabajo en servicio de Reforestación de partes altas en cabecera municipal, San Antonio Palopó, Sololá.

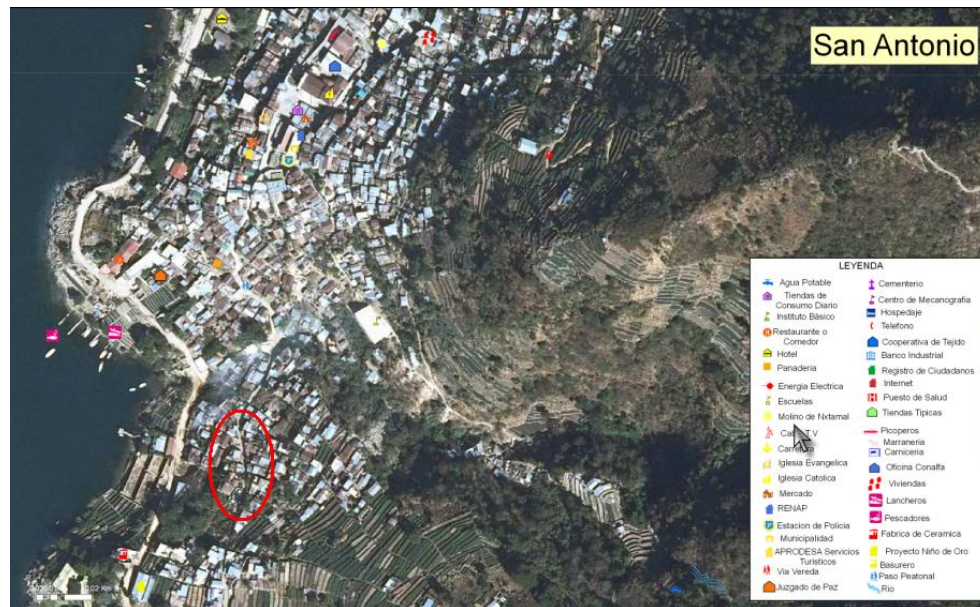


Figura 77A. Área de trabajo en servicio de Apoyo Técnico en Producción y Comercialización de Hongo Ostra.