

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



**GUATEMALA, OCTUBRE 2011**



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

**TRABAJO DE GRADUACIÓN  
EVALUANDO EL ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL CULTIVO DE CEBOLLA  
(*Allium cepa* L.) Y SERVICIOS COMUNITARIOS EN EL CASERÍO LAGUNA DE  
RETANA, MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.**

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

**POR  
DAVID OMAR GONZÁLEZ DIÉGUEZ**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO  
EN  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

**GUATEMALA, OCTUBRE 2011**



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

**RECTOR MAGNÍFICO  
LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

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

**GUATEMALA, OCTUBRE 2011**



Guatemala, octubre de 2011

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 “**Evaluando el acolchado plástico en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) y servicios comunitarios en el caserío Laguna de Retana, municipio de El Progreso, Jutiapa, Guatemala, C.A.**” 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”

---

David Omar González Diéguez





## ACTO QUE DEDICO

A:

AL ÚNICO DIOS  
VERDADERO

Porque Él es el que da la sabiduría a los hombres, Él que protege mi alma, y me guía a la verdad. A ti sea toda la honra y gloria Señor.

MIS PADRES

Ermides González y Gladis Diéguez, por su amor incondicional, apoyo constante, sabios consejos, inagotables esfuerzos y sacrificios para poder alcanzar esta meta.

MIS HERMANOS

Ermides Obed, Eliu Jonathan, Astrid Marlene y Lida Jamileth, por estar siempre pendientes y dispuestos a apoyarme en todo momento.

MIS ABUELOS

Ignacio González y Olimpia Recinos, por sus sabios consejos y enseñanzas compartidas.

MIS TIOS Y TIAS

Por su cariño y consejos brindados durante toda mi vida.

MIS PRIMOS

Con mucho afecto.



## **AGRADECIMIENTOS**

A:

- MI CASA DE ESTUDIOS** La Universidad de San Carlos de Guatemala en especial la Facultad de Agronomía, por haberme dado las herramientas necesarias para facilitar mi aprendizaje.
- MIS CATEDRÁTICOS** Quienes sembraron la semilla del saber y que brindaron su tiempo y esfuerzo en mi formación académica.
- MI SUPERVISOR** Ing. Pedro Peláez, por haberme brindado su confianza y apoyo durante el transcurso del EPS y estancia en esta casa de estudios.
- MI ASESOR** Ing. Iván Dimitri Santos, por el aporte de conocimientos, concejos y colaboración en la realización de esta investigación.
- A LA FAMILIA ORELLANA ALVARADO** Byron, Manuela y Christopher, por abrirme las puertas de su hogar y su confianza para realizar mi EPS.
- A MIS AMIGOS** Con los que compartí gratos momento, y que han demostrado su amistad, gracias por brindarme su cariño.
- OLEFINAS** Por la oportunidad de realizar mi EPS dentro de un ambiente de profesionalismo, y en especial al Ing. Saúl Yaquian, por su confianza y aporte de conocimientos para la realización de este documento.
- DISAGRO** Por su apoyo económico para realizar la investigación.



## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
RESUMEN.....	xi
<b>CAPITULO I: DIAGNÓSTICO DE LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS DE LA LAGUNA DE RETANA, MUNICIPIO DE EL POGRESO, JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.</b>	
1.1 <b>PRESENTACIÓN</b> .....	1
1.2 <b>MARCO REFERENCIAL</b> .....	2
1.2.1 Ubicación geográfica.....	2
1.2.2 Breve reseña histórica .....	2
1.2.3 Extensión territorial y colindancias.....	3
1.2.4 Vías de acceso.....	3
1.2.5 Aspectos de clima y suelos.....	6
1.2.6 Demografía .....	8
1.2.7 Infraestructura básica.....	8
1.3 <b>OBJETIVOS</b> .....	10
1.3.1 General .....	10
1.3.2 Específicos.....	10
1.4 <b>METODOLOGÍA</b> .....	11
1.5 <b>RESULTADOS</b> .....	13
1.5.1 Área de siembra.....	14
1.5.2 Época de siembra .....	15
1.5.3 Semillas.....	15
1.5.4 Preparación del suelo .....	17
1.5.5 Fertilización.....	18
1.5.6 Riego.....	18
1.5.7 Plagas y enfermedades .....	21
1.5.8 Control de malezas .....	22
1.5.9 Cosecha y comercialización.....	23
1.5.10 Nivel de tecnificación .....	25
1.5.11 Inversión y financiamiento.....	28
1.5.12 Aspectos socioeconómicos.....	29
1.5.13 Medio ambiente.....	30
1.5.14 Análisis FODA.....	33
1.5.15 Situación problemática.....	34

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1.5.16 Priorización de problemas .....	37
1.6 <b>CONCLUSIONES</b> .....	38
1.7 <b>RECOMENDACIONES</b> .....	39
1.8 <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	40
1.9 <b>APÉNDICE</b> .....	42

**CAPITULO II: EVALUACIÓN DE ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.), EN EL CASERÍO EL RODEO, EL PROGRESO, JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.**

2.1 <b>PRESENTACIÓN</b> .....	55
2.2 <b>DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	57
2.3 <b>MARCO CONCEPTUAL</b> .....	58
2.3.1 Tecnología de cultivo protegido .....	58
2.3.2 Plásticos y su aplicación en la agricultura .....	59
2.3.3 Acolchado o “mulching” .....	59
A. Propiedades de los plásticos .....	60
B. Características de los plásticos para acolchado .....	60
C. Colocación de acolchado plástico .....	61
D. Tipos de acolchado .....	62
E. Efecto del acolchado plástico en el ambiente físico .....	63
F. Ventajas del uso de acolchado plástico .....	66
G. Desventajas del uso de acolchado plástico .....	66
2.3.4 Cultivo de cebolla .....	67
A. Origen de la cebolla .....	67
B. Taxonomía y morfología de la cebolla .....	67
C. Ciclo vegetativo .....	68
D. Requerimientos edafo-climáticos .....	69
F. Requerimientos nutricionales de la cebolla .....	70
G. Época de siembra .....	70
H. Recolección .....	70
I. Comercialización .....	71
2.3.5 Curvas de absorción de nutrientes .....	71
2.4 <b>MARCO REFERENCIAL</b> .....	73
2.4.1 Importancia económica y distribución mundial de cebolla .....	73
2.4.2 Mercado nacional .....	74
A. Oferta .....	74

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
B. Exportaciones e importaciones .....	76
C. Demanda nacional .....	77
D. Precios .....	77
E. Aspectos económicos de la cebolla .....	78
2.4.3 Niveles tecnológicos utilizados en la producción de cebolla.....	78
2.4.4 Antecedentes sobre el tema de investigación.....	79
<b>2.5 OBJETIVOS</b> .....	<b>83</b>
2.5.1 General .....	83
2.5.2 Específicos.....	83
<b>2.6 METODOLOGÍA</b> .....	<b>84</b>
2.6.1 Descripción del tratamiento.....	84
2.6.2 Diseño experimental .....	85
2.6.3 Modelo estadístico .....	85
2.6.4 Unidad experimental .....	85
2.6.5 Parcela neta .....	85
2.6.6 Manejo del experimento.....	87
A. Época de siembra .....	87
B. Material vegetal.....	87
C. Preparación del terreno.....	87
D. Distanciamiento de siembra.....	87
E. Colocación del acolchado plástico .....	88
F. Trasplante .....	88
G. Control de malezas .....	88
H. Control de plagas .....	88
I. Control de enfermedades.....	88
J. Riego.....	88
K. Fertilización .....	89
L. Cosecha .....	89
M. Variables respuesta .....	89
2.6.7 Análisis de la información .....	91
A. Análisis estadístico.....	91
B. Análisis económico .....	92
<b>2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>93</b>
2.7.1 Rendimiento y calidad.....	93
2.7.2 Humedad del suelo .....	96

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
2.7.3 Temperatura del suelo .....	99
2.7.4 Análisis nutricional .....	103
A. Evolución del contenido de materia seca.....	103
B. Curvas de absorción de nutrientes .....	107
C. Acumulación de nutrientes y eficiencia de aplicación de fertilizantes.....	111
2.7.5 Análisis económico .....	113
2.8 <b>CONCLUSIONES</b> .....	116
2.9 <b>RECOMENDACIONES</b> .....	117
2.10 <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	118
2.11 <b>APÉNDICE</b> .....	123
 <b>CAPITULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN EL CASERÍO LAGUNA DE RETANA, MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.</b>	
3.1 <b>PRESENTACIÓN</b> .....	133
3.2 <b>OBETIVO GENERAL</b> .....	135
3.3 <b>SERVICIO 1: CAPACITACIONES</b> .....	136
3.3.1 Objetivos .....	136
3.3.2 Metodología .....	136
3.3.3 Resultados .....	137
3.3.4 Evaluación .....	141
3.4 <b>SERVICIO 2: MONTAJE DE PARCELAS DEMOSTRATIVAS</b> .....	141
3.4.1 Objetivo.....	141
3.4.2 Metodología .....	141
3.4.3 Resultados .....	141
3.4.4 Evaluación .....	143
3.5 <b>SERVICIO 3: GESTIÓN DE MANEJO DE DESECHOS PLÁSTICO</b> .....	144
3.5.1 Objetivos .....	144
3.5.2 Metodología .....	144
3.5.3 Resultados .....	145
3.5.4 Evaluación .....	148
3.6 <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	149
3.7 <b>APÉNDICE</b> .....	150



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 1. Ubicación del área de trabajo e investigación. ....	4
Figura 2. Vías de acceso a la Laguna de Retana y ubicación del área de investigación. ....	5
Figura 3. Infraestructura .....	9
Figura 4. Metodología del Plan de Diagnóstico. ....	12
Figura 5. Cultivos agrícolas de la Laguna de Retana.....	13
Figura 6. Sistema de siembra de cebolla. ....	16
Figura 7. Preparación del suelo mecanizada. ....	17
Figura 8. Tecnología de riego.....	20
Figura 9. Acumulación de sedimentos en el canal de drenaje de la laguna.....	20
Figura 10. Desarrollo de maleza interfiriendo en el cultivo de cebolla. ....	23
Figura 11. Cosecha .....	23
Figura 12. Comercialización .....	24
Figura 13 Nivel tecnológico del cultivo de tomate en la Laguna de Retana.....	26
Figura 14. Techos plásticos para protección de semilleros de cebolla. ....	27
Figura 15. Niños vendiendo su fuerza de trabajo en la temporada de cosecha de tomate.....	30
Figura 16. Fuentes de contaminación ambiental.....	31
Figura 17. Minicentro de acopio envases de productos químicos.....	33
Figura 18. Situación problemática en la producción y comercialización de productos agrícola en la Laguna de Retana.....	34
Figura 19. Esquema de la priorización de problemas. ....	37
Figura 20 "A". Mapa de zona de vida del departamento de Jutiapa, Guatemala, C.A. ....	45
Figura 21 "A". Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del municipio de El Progreso, Guatemala, C.A. ....	46
Figura 22 "A". Mapa de Capacidad de uso de la Tierra en el municipio de El Progreso, Guatemala, C.A. ....	47
Figura 23 "A". Mapa de intensidad de uso de la tierra del municipio de El Progreso, Guatemala, C.A. ....	48
Figura 24 "A". Mapa de serie de suelos del departamento de Jutiapa, Guatemala, C.A. ....	49
Figura 25 "A". Comparación de los registros históricos de precipitación mensual (1995-2009) y el año 2010.....	50
Figura 26 "A". Mapa de acumulados de lluvia asociado a la tormenta tropical Agatha.....	51

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 27. Cebolla ( <i>Allium cepa</i> L.) .....	67
Figura 28. Producción Mundial de cebolla: tasa de Crecimiento Anual 1996 – 2006. ....	74
Figura 29. Distribución de la producción Mundial de cebolla .....	74
Figura 30. Producción y área cosechada de cebolla en Guatemala, C.A. ....	75
Figura 31. Rendimiento del cultivo de cebolla a nivel nacional. ....	75
Figura 32. Distribución de la Producción de cebolla a Nivel Nacional.....	76
Figura 33. Importaciones y exportaciones de cebolla en Guatemala, C.A. ....	76
Figura 34. Consumo Nacional aparente de cebolla. ....	77
Figura 35. Comportamiento del precios promedio de cebolla (Quetzales/qq), pagados al mayorista en el mercado “LA TERMINAL”, Guatemala, C.A. ....	78
Figura 36. Evolución de la temperatura del suelo a 7 cm de profundidad en un ciclo diario bajo diferentes tratamientos, en la Universidad de Maule, Talca, Chile, 2001. ....	80
Figura 37. Características del acolchado plástico “cebollero” de 5 hileras.....	84
Figura 38. Croquis de la investigación. ....	86
Figura 39. Distanciamiento de Siembra. ....	87
Figura 40. Puntos de medición de temperatura .....	90
Figura 41. Curva de humedad del suelo del área experimental. ....	97
Figura 42. Curva característica de retención de humedad del suelo. ....	97
Figura 43. Comportamiento de la humedad del suelo por tratamiento.....	98
Figura 44. Diagrama de cajas (Boxplot) temperatura del suelo a diferentes horas del día.....	99
Figura 45. Temperatura del suelo por Hora*Profundidad*Tratamiento. ....	100
Figura 46. Comportamiento de la temperatura del suelo tomada a 5 cm de profundidad.....	101
Figura 47. Comportamiento de la temperatura del suelo tomada a 10 cm de profundidad.....	101
Figura 48. Temperatura Ambiental y del espacio intermedio .....	102
Figura 49. Acumulación de materia seca por tratamiento y órgano vegetal.....	104
Figura 50. Absorción de Nitrógeno. ....	107
Figura 51. Absorción de Fósforo. ....	108
Figura 52. Absorción de potasio. ....	109
Figura 53. Absorción de Calcio. ....	110
Figura 54. Absorción de magnesio. ....	110
Figura 55. Absorción de azufre. ....	111
Figura 56 “A”. Distribución de unidades experimentales, diseño en parcelas apareadas.....	128
Figura 57 “A”. Identificación de unidades experimentales.....	128

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 58 “A”. Instrumentos para la toma de datos .....	128
Figura 59 “A”. Clasificación por calidad, de primera, segunda y tercera. ....	129
Figura 60 “A”. Toma de datos durante la cosecha .....	129
Figura 61 “A”. Muestras de cebolla para realizar análisis de tejido vegetal en laboratorio. ....	129
Figura 62. Problemas identificados con sus respectivos proyectos de mitigación. ....	133
Figura 63. Capacitación a los agricultores de la Laguna de Retana. ....	138
Figura 64. Exposiciones impartidas a los niños en la escuela de la Laguna de Retana. ....	138
Figura 65. Elaboración de la abonera con la participación de los niños de la escuela. ....	139
Figura 66. Actividades extra-aula. ....	140
Figura 67. Establecimiento y seguimiento de parcelas demostrativas de acolchado.....	142
Figura 68. Adopción e implementación de la tecnología de acolchado blanco/negro .....	142
Figura 69. Montaje de parcelas de mostrativas de acolchado cebollero .....	143
Figura 70. Reunión de Manejo de desechos plásticos. ....	147



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 1. Productos químicos utilizados para el control fitosanitario. ....	22
Cuadro 2. Rango de precios reportado por los productores de la Laguna de Retana. ....	25
Cuadro 3. Inversión y rendimiento por cultivo. ....	28
Cuadro 4. Análisis FODA de los cultivos agrícolas de la Laguna de Retana. ....	33
Cuadro 5 "A". Resultados del análisis químico del suelo del área de investigación.....	50
Cuadro 6 "A". Resultados del análisis físico del suelo del área de investigación.....	50
Cuadro 7. Clasificación Botánica.....	67
Cuadro 8. Requerimientos nutricionales.....	70
Cuadro 9. Cantidad de nutrientes aplicados al cultivo de cebolla. ....	89
Cuadro 10. Muestreos por etapa fenológica para el análisis nutricional. ....	91
Cuadro 11. Análisis de covarianza para la variable rendimiento.....	93
Cuadro 12. Descripción estadística de las variables diámetro y peso de bulbo.....	94
Cuadro 13. Resumen de la prueba de $t$ para las variables diámetro y peso de bulbo. ....	94
Cuadro 14. Estimación del rendimiento en $Tm\ ha^{-1}$ .....	94
Cuadro 15. Aspectos de calidad de la Cebolla.....	96
Cuadro 16. Resumen de la prueba de $t$ para la variable humedad del suelo.....	98
Cuadro 17. Resumen del análisis de varianza para la variable temperatura del suelo.....	103
Cuadro 18. Concentración y extracción de nutrientes presentes en el tejido vegetal del suelo con acolchado plástico.....	105
Cuadro 19. Concentración y extracción de nutrientes presentes en el tejido vegetal del suelo sin acolchar. ....	106
Cuadro 20. Acumulación total de nutrientes y materia seca. ....	111
Cuadro 21. Eficiencia de aprovechamiento de fertilizantes.....	112
Cuadro 22. Resumen de costos de producción, ingreso y rentabilidad .....	115
Cuadro 23 "A". Niveles tecnológicos empleados en la producción de cebolla en el municipio de El Progreso, Guatemala, C.A. ...	124
Cuadro 24 "A". Rendimiento parcela neta y numero de bulbos agrupados por calidad. ....	125
Cuadro 25 "A". Diámetro y peso de bulbos de cebolla según repetición y tratamiento.....	126
Cuadro 26 "A". Registro de los valores de tensión indicados por los tensiómetros. ....	127
Cuadro 27 "A". Agenda de la Reunión de manejo de desechos plásticos. ....	154



**EVALUANDO EL ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL CULTIVO DE CEBOLLA  
(*Allium cepa* L.) Y SERVICIOS COMUNITARIOS EN EL CASERÍO LAGUNA DE  
RETANA, MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.**

**RESUMEN**

El presente trabajo fue realizado con el apoyo de la empresa productora de plásticos para el desarrollo Olefinas S.A., en convenio con la Facultad de Agronomía, con el objetivo fundamental de contribuir al desarrollo rural y científico tecnológico del país. En su contenido integra los resultados del diagnóstico, investigación y servicios, producto del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en el caserío Laguna de Retana, municipio de El Progreso, Jutiapa, durante el periodo comprendido entre febrero y noviembre de 2010.

La Laguna de Retana es considerada el principal centro de producción agrícola del municipio, identificándose como cultivos principales el *tomate, cebolla, pepino y chile*, cultivándose también en menor medida *sandía, maíz, frijol y arroz*. Las principales fortalezas y oportunidades son la *disponibilidad de agua durante todo el año y sistemas de riego por goteo*, que le permite a los agricultores la producción en cualquier época del año. Los principales problemas que limitan la producción son el *incremento de plagas y enfermedades, conocimiento limitado para manejo de nuevas tecnologías y contaminación ambiental generada por desechos plásticos sub-producto de la actividad agrícola*.

La investigación se enfocó en mejorar la eficiencia de la producción de cebolla mediante la implementación y evaluación de la tecnología de acolchado plástico sobre el rendimiento y calidad. Se utilizó un diseño de parcelas apareadas con 12 repeticiones. El experimento se realizó en los meses de mayo a septiembre de 2010. Los resultados indican que con el uso acolchado plástico se obtuvo un incremento de 20.81% en el rendimiento respecto al sistema tradicional, esto atribuido al mejor aprovechamiento de fertilizantes aplicados y del agua, así también al efecto amortiguador de la temperatura producido por el acolchado plástico. También se mejoró la calidad obteniéndose mayor porcentaje de bulbos de primera calidad y consecuentemente mayor rentabilidad.

Los servicios consistieron básicamente en tres proyectos: *Capacitaciones, Montaje de parcelas demostrativas de acolchado plástico y la gestión de un proyecto de manejo de desechos plásticos*, todos estos orientados a mitigar los problemas priorizados.

Las capacitaciones y montaje de parcelas demostrativas estuvieron orientadas a reforzar el conocimiento de los agricultores sobre el manejo de tecnología de cultivo protegido y promover el uso de nueva tecnología de acolchado plástico. También se impartieron charlas a los niños de la escuela de la Laguna de Retana, sobre temas de educación ambiental e higiene personal con la finalidad de despertar en la nueva generación una conciencia de conservación del medio ambiente.

Se realizó una reunión con agricultores, miembros de los COCODES, alcalde municipal y representantes de la empresa Olefinas S.A., para presentar una propuesta sobre el manejo de desechos de plásticos de uso agrícola, la cual finalizó con la aceptación popular y el compromiso del alcalde municipal y del representante de Olefinas S.A., de aportar los recursos requeridos para llevar a cabo dicho proyecto.





**CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO DE LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS DE LA LAGUNA DE RETANA,  
MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA, GUATEMALA C.A.**



## 1.1 PRESENTACIÓN

La Laguna de Retana, antes un bello paisaje, se encuentra hoy extinto y el valle es utilizado para agricultura intensiva. La Laguna fue drenada a finales de los años 50' y a partir de entonces se destinó a la producción agrícola, siendo el tomate, cebolla, chile, pepino, maíz, frijol y arroz los principales cultivos.

La Laguna de Retana es el principal centro de producción agrícola del municipio de El Progreso, Jutiapa. Inicialmente existían áreas secas que no eran cultivadas en verano por falta de riego, sin embargo, en el año 2004 se iniciaron los trabajos de perforación de pozos, creación de embalses e instalación de sistemas de riego por goteo (Morales 2007). Esto les permite a los productores sembrar en casi cualquier época del año, sin embargo, siempre se presentan nuevos problemas que deben ser identificados para poder mitigarlos.

Las condiciones climáticas han venido cambiando en los últimos años, tanto a nivel mundial como local, con tendencia al desequilibrio ecológico. El cambio climático, resultado del abuso del uso de los recursos naturales y en la aplicación de productos químicos, entre otros, ha generado desequilibrios en el ambiente que provoca sequias prolongadas y lluvias intensas, sumado a esto, incremento de plagas y enfermedades que limitan la producción, siendo este el panorama al que el agricultor actual se enfrenta cada vez que decide cultivar en cualquier región del país.

Considerando que se trata de un área agrícola, se realizó un diagnóstico sobre la situación actual de los cultivos, haciendo una descripción de las diferentes actividades que los agricultores realizan para obtener sus cosechas e identificando los principales problemas que limitan la producción agrícola, siendo éstos en orden de prioridad: a) Incremento de plagas y enfermedades, b) Conocimiento limitado para manejo de nuevas tecnologías y c) Contaminación ambiental generada por desechos plásticos utilizados en la agricultura.

## **1.2 MARCO REFERENCIAL**

### **1.2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

El área de trabajo para la elaboración del diagnóstico y ejecución de servicios fue el caserío Laguna de Retana, perteneciente a la Aldea Las Flores, municipio de El Progreso y departamento de Jutiapa. Ubicada a 140 Km de la ciudad capital, 7 km de la cabecera municipal y 22 Km de la cabecera departamental, localizada entre las coordenadas 14° 24' 38" de latitud norte y 89° 50' 42" de longitud oeste (figura 1). El área de Investigación estuvo ubicada en un caserío aledaño a la Laguna de Retana, llamado El Rodeo, ubicado a 136 Km de la ciudad Capital, 3 Km de la cabecera municipal y sus coordenadas 14° 22' 0" de latitud norte y 89° 50' 0" de longitud oeste (Oficina Municipl de Planificación 2005).

### **1.2.2 BREVE RESEÑA HISTÓRICA**

La Laguna de Retana en Jutiapa, antes un bello paraje donde los habitantes del lugar cazaban patos, se encuentra hoy extinto y el valle es utilizado para agricultura intensiva. Según Pineda y Espino (1984) y entrevista realizada a Don Saúl Salvador (2010), directivo de la Asociación de Agricultores para el Desarrollo Integral de la Laguna de Retana (AADILARE), la Laguna tiene una extensión de un poco más de 50 caballerías y fue donada por el ex presidente de la república, Don Rafael Carrera, a sus tropas militares, cuyas tierras son conservadas por sus descendientes. Esta donación está respaldado por el acuerdo gubernativo del 28 de octubre de 1939 que declaró que la laguna no constituye reserva del Estado.

Poco después de la donación se iniciaron los trabajos de drenaje de la Laguna los cuales duraron 3 años y cuya inauguración se llevó a cabo el 26 de mayo de 1960. La obra consistió en la construcción de un canal de drenaje no revestido de 1.6Km de Longitud, con un túnel fundido con concreto de una longitud de 90 metros y una compuerta que mantiene drenada la laguna en época lluviosa. El costo total de la obra en ese entonces fue de Q52,000, aportando el gobierno Q50,000 y el comité Q2,000 (Ibarra 1984). El mantenimiento del mismo es realizado por los agricultores cada dos o tres años.

A partir de este momento en Laguna Retana se realizan 2 épocas de siembra de tomate bien definidas: Las de invierno en mayo y junio y las de verano o humedad en

noviembre, diciembre y la primera quincena del mes de enero (López 2005). Cabe resaltar que durante el auge de producción de la Laguna de Retana (1960 – 1990) la fábrica de productos Kern's® apoyaba a los agricultores proporcionando semilla de tomate.

Hoy en día La Laguna de Retana sigue siendo el sector principal de producción agrícola del municipio de El Progreso, siendo fundamental para la economía del municipio, produciendo variedad de cultivos y siendo fuente de trabajo para muchos campesinos de los lugares aledaños.

### **1.2.3 EXTENSIÓN TERRITORIAL Y COLINDANCIAS**

La Laguna de Retana tiene una extensión de 2240 hectáreas, un poco más de 50 caballerías (López 1993). Colinda de la siguiente manera: Al norte con la Aldea El Ovejero, al sur con la cabecera municipal, al este con las Aldeas Suchitán y Horcones, al oeste con el Cantón Encino Gacho.

El caserío El Rodeo colinda al norte con la Laguna de Retana y aldea Suchitán, al oeste con la aldea Las Flores y al sur con la cabecera municipal y las fincas Las Delicias y La Dalia.

### **1.2.4 VIAS DE ACCESO**

La Laguna tiene tres vías de acceso, por las Aldeas Las flores y El Ovejero; y por la finca Villa Linda, jurisdicción del municipio de El Progreso. Estas vías de acceso son de terracería y actualmente son transitables durante todo el año. El caserío El Rodeo es accesible por la carretera que conduce de la cabecera municipal hacia el municipio Santa Catarina Mita (figura 2).

La Laguna tiene comunicación directa con la ciudad capital por medio de la carretera CA-1 (Panamericana) que conduce hacia El Salvador y la ciudad capital. También se puede acceder por la ruta del atlántico, pasando por la cabecera departamental de Jalapa y el municipio de Sanarate, departamento de El Progreso.

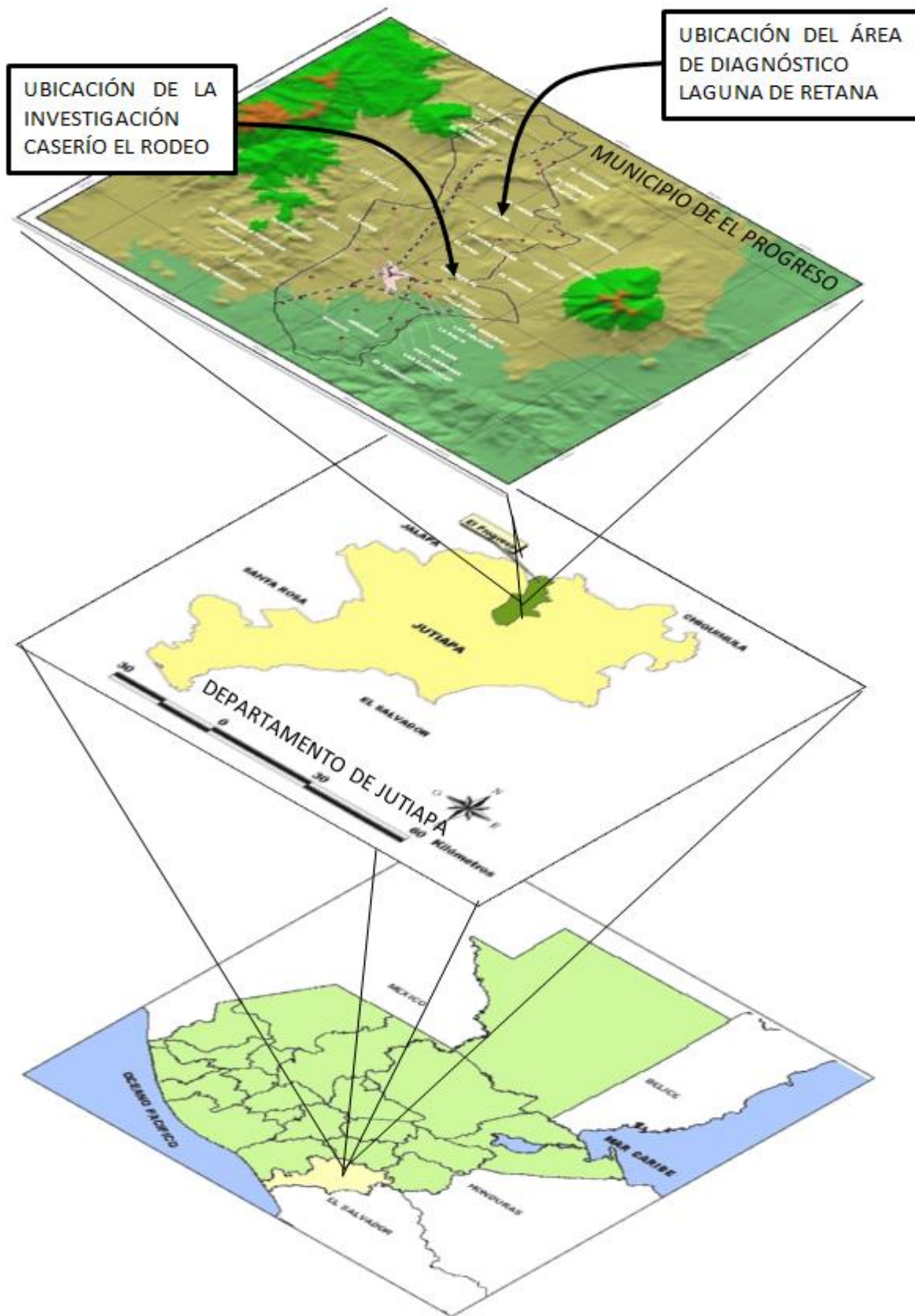


Figura 1. Ubicación del área de trabajo e investigación.



Figura 2. Vías de acceso a la Laguna de Retana y ubicación del área de investigación.

Fuente: Fotografía satelital obtenida de Google Earth 5.1.

## 1.2.5 ASPECTOS DE CLIMA Y SUELOS

### A. CLIMA

Las condiciones climáticas tanto de La Laguna como del caserío El Rodeo son muy similares ya que se encuentran dentro de la misma zona de vida. La temperatura media anual es de 22°C, oscilando entre 19°C y 24°C. La humedad relativa media anual de 75% y la precipitación de 1000 milímetros, distribuidos de mayo a octubre, pudiéndose producir sequías prolongadas en este periodo. La dirección del viento generalmente es de Norte a Sureste, intensificándose en los meses de noviembre a marzo. La altitud es de 1040 msnm y 969 msnm para la Laguna de Retana y El Rodeo respectivamente (López 1993).

La precipitación pluvial específica durante la fase experimental se presenta en las figura 25 “A” y 26 “A”.

### B. SUELOS

Respecto a los suelos de la Laguna de Retana, éstos pertenecen a la división fisiográfica “Altiplanicie Central”, correspondiente al grupo IB que se caracteriza por ser suelos desarrollados sobre materiales volcánicos mixtos o de color oscuro, en pendientes inclinadas, incluye los suelos Jilotepeque, Mongoy, Moyuta y suchitan (Simmons 1956).

Según el mapa de cobertura vegetal y uso de las tierras del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), los suelos de la Laguna de Retana están catalogados como tierras húmedas e inundables, y son utilizados para agricultura (figura 21 “A”). La capacidad de uso de estos suelos corresponde a la clase agrológica “1” (figura 22 “A”), y están siendo utilizados correctamente (figura 23 “A”).

Es importante mencionar que durante la época lluviosa las tierras bajas de la laguna se inundan, llegando a cubrir hasta 1.5m en la parte más honda. La parte inundable de la laguna está situada en la zona centro-occidental (figura 2). Parte de la región inundable es utilizadas para la ganadería ya que el pasto crece con la humedad natural que queda luego de drenada la laguna. El resto de la región inundable puede ser cultivada al bajar el nivel del agua después del invierno. La zona perimetral y oriental de la laguna es cultivable durante todo el año sin limitaciones.



Los suelos correspondiente al área de investigación, en el caserío El Rodeo, pertenecen al orden **Alfisolos**, suborden **Ustalfs** y a la serie de suelos **culma** (figura 24 "A"), cuyo material madre es alto en material máfico, su fertilidad es natural y moderada, su relieve es ondulado a fuertemente ondulado, el drenaje interno es bueno y su textura es franco arcillosa color café oscuro a rojizo; la pedregosidad y el peligro de erosión es alto (Simmons 1956). Los suelos del caserío El Rodeo son utilizados para la agricultura (figura 21 "A"), la capacidad de uso corresponden a la clase agrológica III<sup>1</sup> (figura 22 "A") y están siendo utilizados correctamente (figura 23 "A").

Para conocer más a detalle las características del suelo donde se llevó a cabo la investigación, se realizó un muestreo a 30 cm de profundidad, al cual se le hizo análisis químico y físico (ver cuadro 5 "A" y 6 "A"), indicando valores dentro del rango adecuado y algunos arriba de lo normal, pero sin problemas de deficiencias o desequilibrio entre nutrientes.

### **C. ZONA DE VIDA**

Según el mapa de zona de vida del departamento de Jutiapa publicado por el MAGA, el municipio de El Progreso pertenece a la zona ecológica Bosque húmedo Subtropical templado (figura 20 "A").

Entre la flora del lugar dominan las especies de palo de Morro (*Crescentia latta Kunth*), eucalipto (*Eucalipto sp.*), amate (*Ficus sp.*) y matilisguate (*Tabebuia rosea*). La fauna está compuesta por animales de patio, principalmente gallinas, patos, pavos, y cerdos, además de ganado vacuno, ganado equino. Algunas especies silvestres como patos de agua, pijijes, conejos, armadillos, lagartijas y serpientes (MAGA 2000).

### **D. HIDROGRAFÍA**

La Laguna de Retana se encuentra rodeada de cerros y zonas de bosque, donde se originan ríos intermitentes que desembocan en la Laguna, siendo estos: San Pedro, Los escobones y el Sanjón Suchitán (Cabrera 2004).

---

<sup>1</sup> Son suelos con limitaciones fuertes, que reducen la selección de plantas, requieren prácticas de conservación (Sinclair y Dobod, 1997).

### **1.2.6 DEMOGRAFÍA**

Según censo realizado por la Dirección General de Servicios de Salud del municipio de El Progreso, el número de personas que residen en la laguna es de 339 (Inciso 1.9 Apéndice). Es necesario aclarar que este censo únicamente considera aquellas personas que residen permanentemente en la Laguna de Retana, generalmente los guardianes y sus familias, ya que la mayoría de productores que son propietarios de las tierras no residen en el área, sino que, viven en la cabecera municipal y aldeas aledañas. La mano de obra para los trabajos agrícolas generalmente proviene de las aldeas aledañas.

### **1.2.7 INFRAESTRUCTURA BÁSICA**

Según entrevistas con agricultores y trabajos realizados en la zona, La Laguna de Retana cuenta con la siguiente infraestructura:

- a. Una escuela nacional de educación primaria rural mixta.
- b. Una Iglesia católica.
- c. Tres vías de acceso transitables durante todo el año.
- d. Una vereda que conduce de la Laguna de Retana a la Aldea Suchitán, perteneciente al municipio de Santa Catarina Mita.
- e. La Laguna cuenta con servicio de energía eléctrica, sin embargo únicamente el 60% de la población lo utiliza (Cabrerá 2004).
- f. Un túnel y una compuerta que sirven para drenar la Laguna en invierno y retener el agua en verano para las siembras de humedad.
- g. Actualmente cuenta con dos bodegas que pueden ser utilizadas como centros de acopio y secado de algunos productos agrícolas.

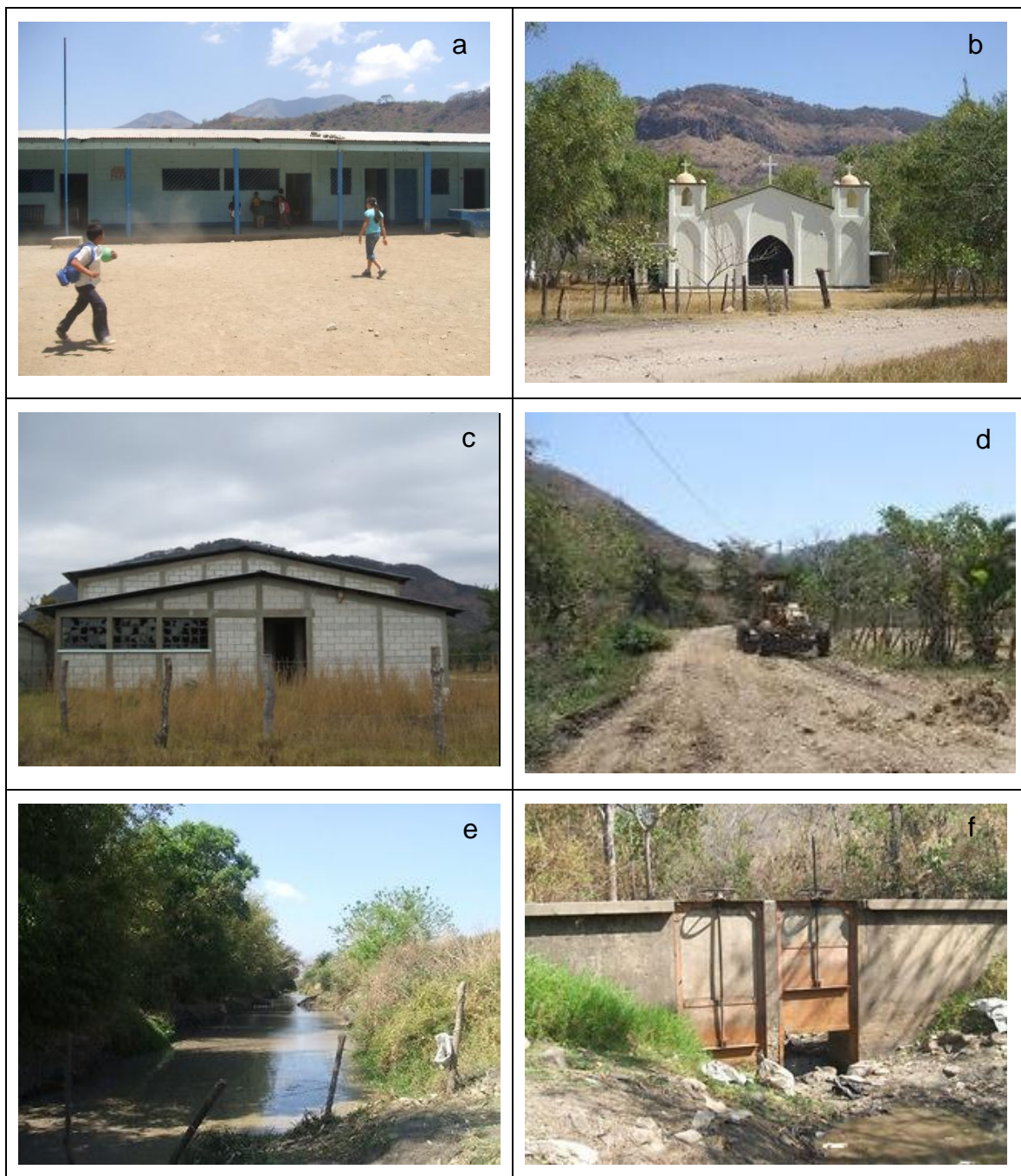


Figura 3. Infraestructura, a) Escuela, b) Iglesia Católica, c) Centro de acopio de productos agrícolas, d) Mantenimiento de las vías de acceso, e) Canal de drenaje de 1.6 Km de longitud y f) Compuertas de drenaje del canal.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 GENERAL**

1. Conocer las oportunidades y limitantes que existen en el caserío Laguna de Retana para proponer soluciones a problemas u optimización de procesos productivos.

#### **1.3.2 ESPECÍFICOS**

1. Identificar y priorizar los principales problemas que interfieren en la producción y comercialización de productos agrícolas en la Laguna de Retana.
2. Identificar cuáles son los principales cultivos hortícolas de la Laguna de Retana y el nivel tecnológico usada en cada uno de ellos.
3. Conocer las fortalezas y debilidades de la agricultura en la Laguna de Retana, así como las oportunidades y amenazas a las que se enfrentan los agricultores.

## 1.4 METODOLOGÍA

Como primer paso se realizó una consulta superficial sobre información básica del área de estudio, principalmente la ubicación geográfica, distancia, vías de acceso, clima y aspectos importantes como historia de la Laguna de Retana y cultura de la población que la habita. Dicha información se obtuvo vía online, como fuente de información secundaria.

Una vez obtenida dicha información se realizó una primera visita a la zona, en la cual se reconoció el área a trabajar mediante el método de observación directa y se tuvo el primer acercamiento los agricultores. Para aprovechar el viaje, se realizó una visita a la municipalidad de El Progreso y a su respectivo centro de salud para obtener datos recientes (*información primaria*) acerca del número de habitantes del caserío Laguna de Retana.

Luego se realizó un estudio más profundo a nivel de fuentes secundarias, principalmente tesis y documentos la Laguna de Retana. También se buscó información digital vía online sobre estudios que se realizaron en el lugar. Esta información sirvió para identificar los puntos más importantes que debían abordarse en posteriores entrevistas a los agricultores. Es importante resaltar que el énfasis de éste diagnóstico fue sobre la situación agrícola de la Laguna de Retana ya que es el principal sector de producción agrícola del municipio de El Progreso.

Luego se entrevistó (*información primaria*) a los agricultores de la zona para profundizar los puntos más importantes mediante una guía de preguntas cerradas y abiertas, que incluía especialmente aspectos sociales, económico, recursos naturales y situación agrícola (Ver anexos).

También se entrevistó a algunos miembros directivos de la asociación de agricultores para el desarrollo sostenible de la laguna de Retana (AADILARE). Esta actividad fue la de mayor duración, ya que para obtener información detallada fue necesario primero ganarse la confianza de los agricultores. Durante este tiempo siempre se realizó observación directa y toma de fotografías en el campo como referencia y respaldo de la información recabada.

Para el análisis de la información se realizó triangulación de la información durante la elaboración del informe, que consistió básicamente en la comparación de las diferentes fuentes de información para asegurar la consistencia entre los datos recolectados en campo, la literatura y la opinión de los agricultores. Luego se realizó un análisis FODA para determinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la zona en estudio. Por último se realizó una priorización de problemas en base a los recursos disponibles a partir del cual se plantearon los proyectos de servicios.

A continuación se presenta el esquema de la metodología empleada para realizar el diagnóstico.

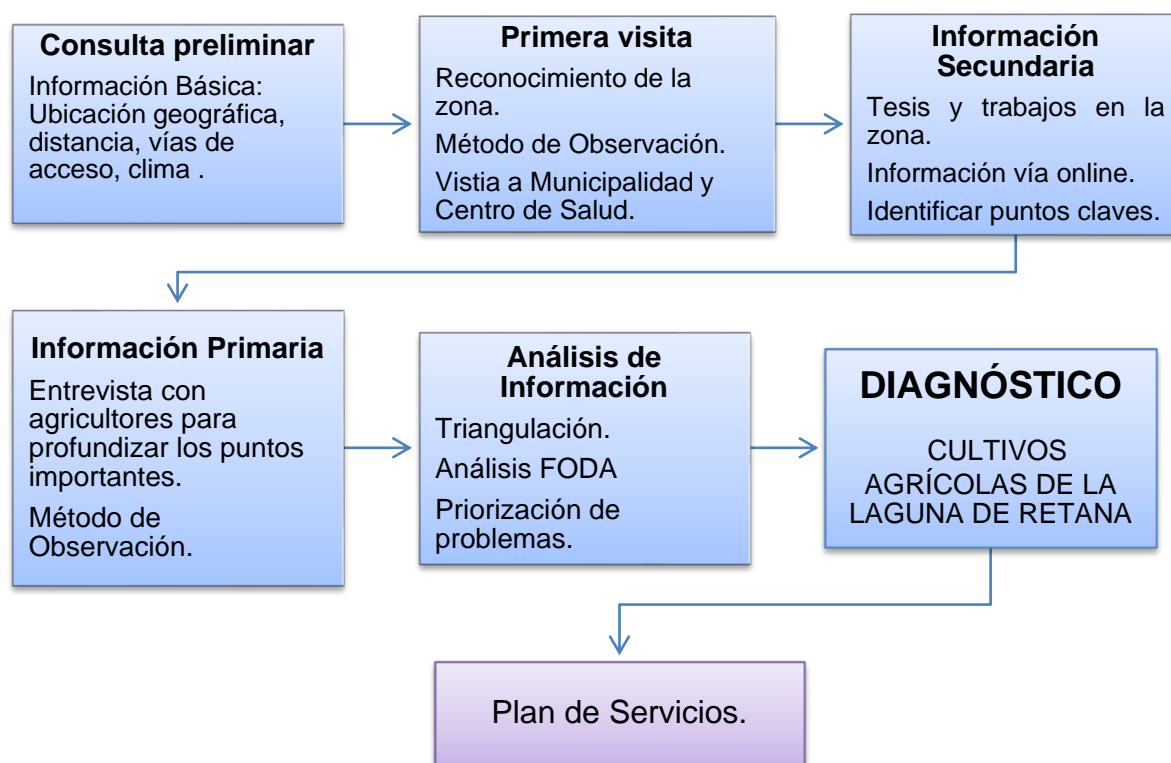


Figura 4. Metodología del Plan de Diagnóstico.

## 1.5 RESULTADOS

Los principales cultivos que se producen en la Laguna de Retana son: El tomate, cebolla, pepino y chile. También se cultiva sandía, maíz, frijol y arroz en menor cantidad.

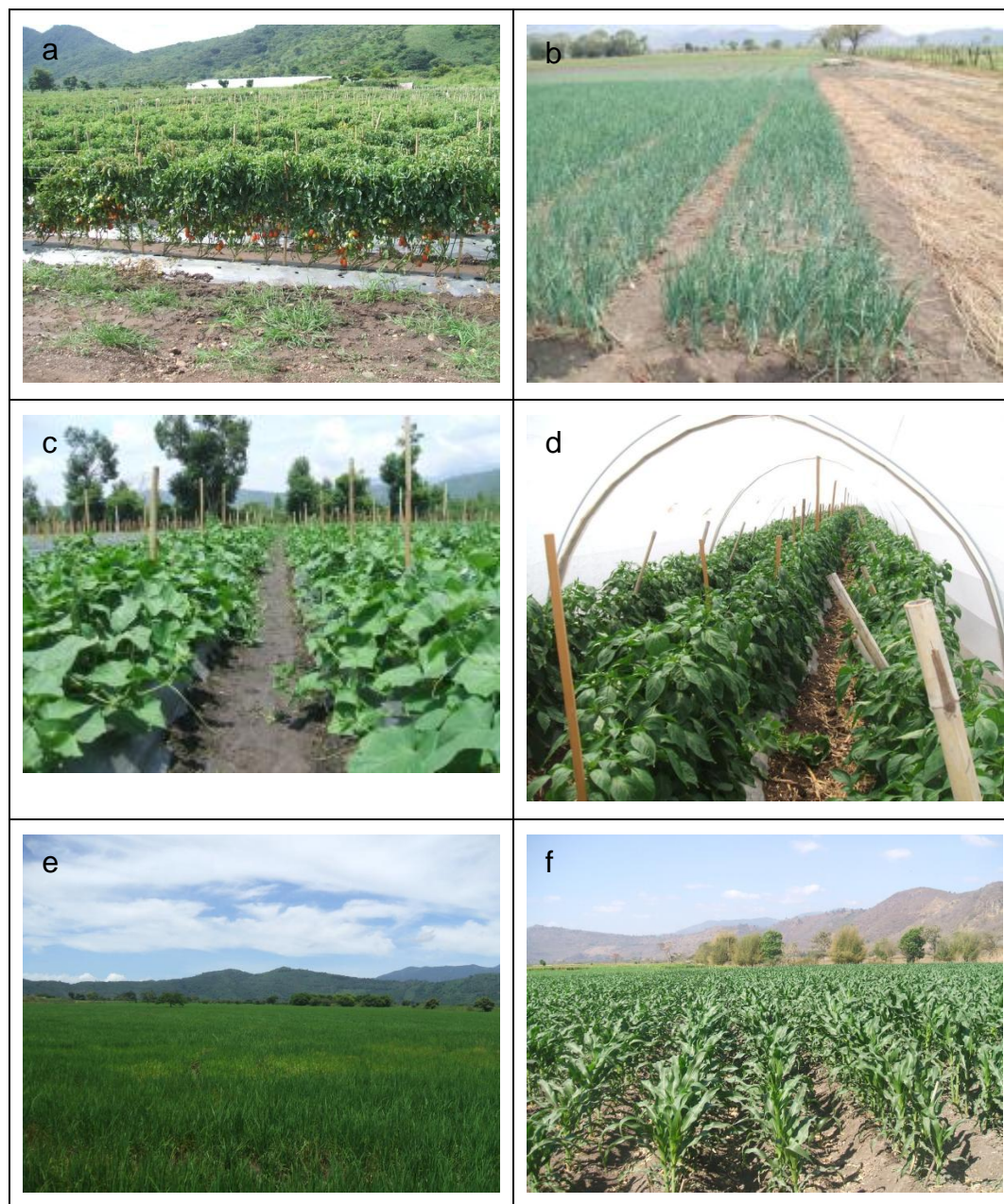


Figura 5. Cultivos agrícolas de la Laguna de Retana, a) Tomate, b) Cebolla, c) Pepino, d) Chile, e) Arroz y f) Maíz.

### 1.5.1 ÁREA DE SIEMBRA

El cultivo del tomate sigue siendo el más importante, principalmente porque es un cultivo que está arraigado en la cultura de los pobladores y se ha venido cultivando de generación en generación, desde que se drenó la laguna hasta el día de hoy. Según entrevistas, el 99% de los productores siembran tomate, a excepción de algunos que tienen temor de fracasar debido a las fluctuaciones de los precios en el mercado. Los productores que tienen microfincas<sup>2</sup> siembran casi la totalidad de su tierra con tomate. Sin embargo, un dato interesante es que según Ibarra (1984), los productores que poseen fincas subfamiliares<sup>3</sup>, familiares<sup>4</sup> y multifamiliares<sup>5</sup>, inicialmente sembraban casi la totalidad de su tierra cultivable, llegando a cultivar hasta 40mz. Hoy en día los productores han reducido en gran medida la cantidad de tierra sembrada con tomate, llegando a cultivar solamente de 3 a 5mz. Esto debido a la alta incidencia de plagas, enfermedades y al alto costo de producción.

En el caso de la cebolla, el área sembrada por agricultor varía de 0.5 a 2.5 manzanas (Ibarra 1984). Esta situación se mantiene aún, ya que a pesar de que es un cultivo rentable según González (2005) la cantidad demandada es menor respecto al tomate.

En el caso del maíz y del frijol, son cultivados en pequeñas extensiones por los agricultores con la finalidad de utilizarlos para consumo propio y en algunos casos para alimentar al ganado; el poco excedente que obtienen lo venden en el mercado local.

En el caso de la sandía, Ibarra (1984) la señala como uno de los cultivos principales, sin embargo, debido a las plagas y enfermedades muy severas, hoy es considerada como un cultivo de menor importancia. Como referencia puede tomarse que durante el eps<sup>6</sup> únicamente se observó un sembradío de sandía con una extensión de 2 tareas.

---

<sup>2</sup>La Microfinca comprende los pequeños productores, cuya extensión es de una cuerda a menos de una manzana.

<sup>3</sup> Finca Subfamiliar comprende de 1 a menos de 10 manzanas de tierra.

<sup>4</sup> Finca Familiar comprende de 10 a menos de 64 manzanas de tierra.

<sup>5</sup>Finca Multifamiliar comprenden de 64 a menos de 640mz.

<sup>6</sup> Ejercicio Profesional Supervisado.



### **1.5.2 ÉPOCA DE SIEMBRA**

Para el tomate las épocas de siembra son generalmente en los meses de abril a junio (invierno) y en los meses de noviembre a diciembre (verano). Sin embargo, los productores afirman que en los últimos años la época de siembra se ha diversificado debido a la disponibilidad de sistemas de riego por goteo.

En el caso de la cebolla se siembra a partir de agosto hasta el mes de noviembre (verano) y en los meses de marzo a abril (invierno). La tendencia de los agricultores es a realizar una sola siembra en verano, ya que en invierno dedican la mayor parte de su terreno para el cultivo de tomate. Además según entrevista con algunos productores de cebolla, en invierno el cultivo no se desarrolla adecuadamente debido a la susceptibilidad al fotoperiodo y la incidencia de enfermedades es mayor. Sin embargo, existen unos pocos productores que han siembran cebolla en invierno y manifiesta de que no han tenido mayor problema manteniendo un buen control fitosanitario y que la razón por la que no siembran es por aspectos culturales.

Para el Pepino las épocas de siembra son de mayo a junio y de octubre a noviembre.

En el caso del chile pimiento o jalapeño la época de siembra es similar a la del tomate. En invierno entre los meses de mayo a junio y en época seca de octubre a noviembre. Algunos productores manifestaron que en verano los fuertes vientos provocan quebraduras de ramas perjudicando la producción.

Para el maíz, frijol y arroz la época de siembra es principalmente en invierno, ya que aprovechan el agua de lluvia para obtener la cosecha. En el particular del arroz, la siembra se realiza en las tierras que se inundan durante el invierno.

### **1.5.3 SEMILLAS**

#### **A. TOMATE**

Según Ibarra (1984) la variedad de tomate más utilizada era “UC – 82 – B”, Además agrega que la fábrica de productos Kern’s también proporcionaba semilla a los agricultores, principalmente de la variedad antes mencionada. Actualmente el material de tomate más sembrado es el “Silverado” por su buena aceptación en el mercado. En el

2009 se promocionó en la laguna el nuevo material “Retana” del cual se obtuvieron buenos resultados según productores que realizaron pruebas. Por lo anterior, muchos productores de tomate han mostrado inquietud por probarlo. Otros materiales de tomate que se cultivan son: AP, 712, Fruti y Sheriff. El material sheriff tiene mayor aceptación en el mercado salvadoreño.

Inicialmente los productores adquirían sus semillas en agroservicios y ellos preparaban sus semilleros. Actualmente los productores compran los pilones a empresas como “Pegón Piloncito”, excepto un productor que reportó tener su propia casa maya para producir sus pilones.

## B. CEBOLLA

Los materiales de cebolla más utilizados son: Chata mexicana, Texas, Nikita, Excalibur y Criolla. Los agricultores prefieren la Chata mexicana y la Criolla ya que el costo de la lata de estas semillas ronda alrededor de Q250 a Q400, mientras que las variedades mejoradas tienen un costo entre Q1000 y Q1500.

Cuando los agricultores compran semillas de menor costo, ellos realizan sus propios semilleros como se observa en la figura 6a, mientras que si utilizan variedades mejoradas mandan a “maquilar<sup>7</sup>” los pilones (figura 6b).



Figura 6. Sistema de siembra de cebolla. a) Semillero tradicional de cebolla elaborado por agricultores.  
b) Pilones producido por empresas especializadas.

<sup>7</sup> Producción de pilones bajo condiciones de invernadero.

### C. PEPINO

El material más utilizado por los agricultores es el “TropicQ2”. El sistema de siembra puede ser por pilones o siembra directa según criterio del productor.

### D. CHILE

En el caso del chile pimienta el material utilizado es “Nataly” y para chile jalapeño es “El Rey”. En este caso siempre se utilizan pilones.

### E. MAÍZ Y FIRJOL

Los materiales de maíz más utilizados son: HS-5, HS-3, HS-19, DK-353 y HB-83. En el caso del frijol el más común es el ICTA-Ligero.

#### 1.5.4 PREPARACIÓN DEL SUELO

La preparación de las tierras es de forma mecanizada. Generalmente le dan de dos a tres pasos de rastras según sea necesario para que el terreno quede bien mullido. Por último “surquean” la tierra. El arado lo pasan cada 2 o tres años para realizar una especie de subsolado.



Figura 7. Preparación del suelo mecanizada.

Algo muy importante que resaltar es que algunos agricultores utilizan el acolchado plástico durante dos ciclos de cultivo ahorrándose la preparación del terreno del segundo ciclo. Esto es posible gracias a que el acolchado mantiene la estructura del suelo en condiciones adecuadas para producir una cosecha más, pero puede ser perjudicial al ambiente considerando que al deteriorarse el acolchado plástico es mucho más difícil

extraerlo al terminar la cosecha, quedando muchos residuos en el suelo que se convierten en contaminantes al ambiente.

### **1.5.5 FERTILIZACIÓN**

Según estudio realizado por Ibarra (1984) los agricultores diluían el fertilizante previo a su aplicación. La dilución se realizaba en un recipiente grande y luego se transportaba en recipientes de 5 galones y a cada postura le aplicaban la medida de un bote de Tamarón de 1 litro cortado a la mitad.

Ahora utilizan el sistema de riego por goteo para realizar la fertilización, utilizando fertilizantes solubles. Actualmente el 83% de los entrevistados fertilizan sus cultivos por medio del sistema de riego por goteo y utilizan fertilizantes hidrosolubles que inyectan por medio del venturi.

Además del fertirriego, algunos agricultores aplican fertilizantes granulares antes de la siembra para que sirva como base y en etapas críticas del cultivo. Estos agricultores argumentan que se apoyan en fertilizantes granulados debido al alto costo de los fertilizantes solubles.

También realizan aplicaciones de fertilizantes foliares, principalmente al cultivo de tomate. Realmente no existe una dosis específica de aplicación de fertilizantes, sino que varía dependiendo del cultivo y el criterio de cada agricultor.

En cuanto al uso de fertilizante orgánico, el 33% de los entrevistados reportó que si lo utilizan, aplicándolo antes de la siembra, a razón de 25 a 30 qq por manzana. Principalmente utilizan gallinaza y lombricompost. El 67% manifestó no utilizar fertilizante orgánico debido a que incrementa el costo de producción.

### **1.5.6 RIEGO**

Según González (2005) La laguna era conocida por la humedad que mantenían las tierras durante todo el año, lo cual permitía obtener buenos rendimientos. Esto era así, hasta hace varios años atrás.

Según entrevistas con los agricultores, hace un poco más de 25 años, cuando terminaban la cosecha de verano, la humedad aún se encontraba superficialmente. Ahora ha sido necesario perforar pozos para proveer agua a los cultivos. Según Morales (2007), en el año 2000 la asociación de agricultores (ADDILARE) solicitó a PLAMAR<sup>8</sup> un estudio orientado a ampliar las áreas bajo riego, sin embargo, hasta el año 2004 se inició el proyecto de perforación de tres pozos, creación de embalses e instalación de sistema de riego por goteo.

Actualmente las fuentes de agua la representan los pozos mecánicos que se construyeron dentro de la Laguna y el canal de drenaje que acumula agua durante el invierno. Según Morales (2007), existían un total de 5 pozos mecánicos. Actualmente existen 11 pozos, de los cuales 8 son privados y 3 pertenecen a AADILARE. El agua es bombeada desde los pozos hasta los embalses y a partir de estos últimos es distribuida a los sembradíos mediante el sistema de riego.

Según Morales (2007) el 70% de los agricultores encuestados contaban con sistema de riego por goteo. Actualmente el porcentaje se incrementó a 86%. Un 8% utiliza riego por aspersión y un 6% no posee riego por lo que cultivan únicamente con la humedad natural. El 100% de los productores entrevistados poseen embalse, aunque las dimensiones varían entre pequeño, mediano y grande, según la capacidad económica que tenía el productor en el momento de la ejecución del proyecto de riego.

En cuanto al canal de drenaje de la laguna es importante mencionar que debido al paso del tiempo y por falta de mantenimiento se han acumulado sedimentos que reduce su capacidad para drenar el agua, principalmente cuando ocurren eventos climáticos intensos como fue el caso de éste invierno (mayo – octubre, 2010), en el cual el nivel del agua alcanzó algunas tierras que normalmente son cultivables en ésta época, lo cual provocó pérdidas por inundación.

---

<sup>8</sup> Plan de Acción para la Modernización y Fomento de la Agricultura bajo Riego.

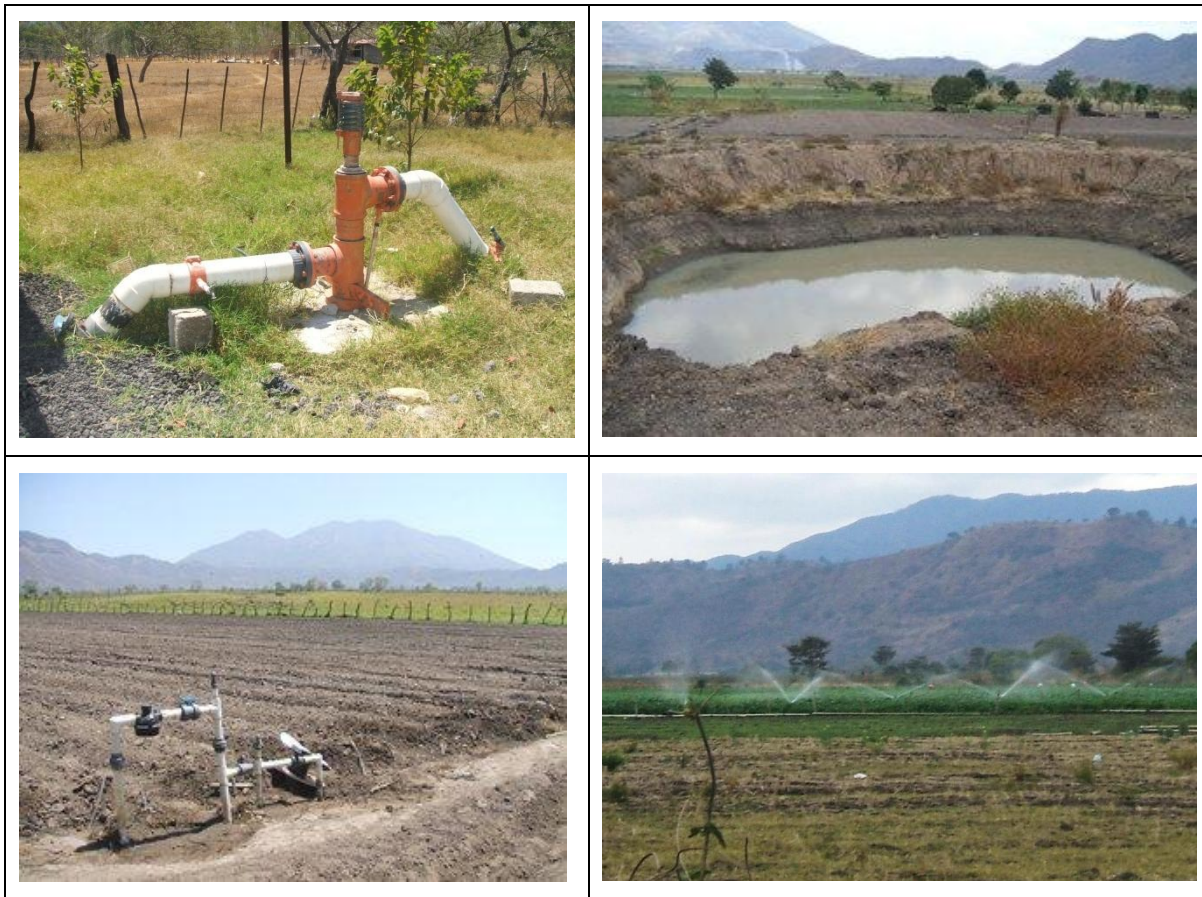


Figura 8. Tecnología de riego. a) Pozo Mecánico, b) embalses de agua, c) sistema de riego por goteo y d) sistema de riego por aspersión.



Figura 9. a) Acumulación de sedimentos en el canal de drenaje de la laguna. b) El nivel del agua en la laguna durante el invierno mayo – octubre 2010 alcanzó algunas tierras que normalmente eran cultivadas sin problemas de inundación, causando pérdidas en los cultivos.

### 1.5.7 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Un dato interesante es que, según el estudio de Ibarra (1984), únicamente el 12% de productores reportaron presencia de mosca blanca. Actualmente el 100% de los entrevistados manifestaron tener problemas con mosca blanca en el cultivo de tomate y otros cultivos afines como el chile, pepino, sandía, frijol.

Según expresaron los entrevistados, “ya no se puede controlar las plagas”; Actualmente deben aplicar una gran cantidad de productos químicos para reducir la poblaciones a niveles que les permitan cosechar sus cultivos. Regularmente realizan las aplicaciones dos o tres veces por semana. Otras plagas del follaje reportadas por los agricultores fueron: el gusano minador, gusano nochero y gusano medidor.

En el caso de enfermedades, las principales para el cultivo de tomate y chile son: enrollamiento de hojas por virosis (Transmitido por vector mosca blanca), tizones, fusarium y bacterias.

En el caso de la cebolla, las principales plagas reportadas son: Piojillo (trips), minador y gusano nochero. Las aplicaciones las realizan según criterio del productor, generalmente cada 8 días. La principal enfermedad de la cebolla es un tipo de lesión en las hojas que llaman tizón o quema.

Las principales plagas del pepino y sandia reportadas por los productores son: Mosca blanca, pulgones, tortuguilla y Minador. El control fitosanitario también lo realizan mediante pulverizaciones (asperjamiento).

Entre las plagas del suelo reportadas por los productores se encuentran en general: Gallina ciega, gusano alambre, gusano nochero y nematodos. Para el control de dichas plagas los productores utilizan Volatón granulado y Namacur, aplicados al momento de la siembra.

En el cuadro 1 se muestra un listado de productos químicos utilizados para el control fitosanitario.

Cuadro 1. Productos químicos utilizados para el control fitosanitario.

Categoría del Producto	Nombre Comercial	Ingrediente activo
INSECTICIDAS	AVAUNT® 30 WG	Indoxacarb
	ARRIVO®	Cipermetrina
	LANNATE®	Metilcarbamoil
	THIODAN®	Organoclorado
	KARATE®	Piretroide
FUNGICIDAS	DACONIL®	Clorothalonil
	CURZATE®	Cymoxanil
	ANTRACOL®	Propineb
	RIDOMIL®	Metalaxil
	AMISTAR®	Azoxistrobina
HERBICIDAS	GRAMOXONE®	Paraquat
	KOLTAR®	Oxyfluorfen

Fuente: Entrevistas realizadas a agricultores de la Laguna de Retana.

El 8% de los productores utiliza productos botánico y biológico para el control de plagas y enfermedades. El 92% no utiliza dichos productos debido a que no ven resultados inmediatos.

En general, cuando los productores realizan aplicación de productos químicos de forma pulverizada (asperjada), hacen mezcla de fungicidas, insecticidas y fertilizantes foliar en una sola aplicación. Esto lo hace para ahorrar costos de mano de obra.

En cuanto a las dosis utilizadas, la mayoría reportó que aplican un poco más de lo recomendado por las casas comerciales según su propio criterio.

### 1.5.8 CONTROL DE MALEZAS

Para el control de malezas en tomate, chile y pepino los agricultores utilizan la tecnología de acolchado plástico. El uso de acolchado plástico ha reducido grandemente el uso de herbicidas. Actualmente solo usan aplicación de herbicidas en el surco para mantener limpia el área del cultivo y ocupan un bajo número de jornales para eliminar la maleza que nace en los agujeros.

En el caso de cebolla no se utiliza acolchado plástico, por tal razón realizan aplicaciones de herbicidas antes del trasplante y control manual durante el desarrollo del cultivo. Generalmente utilizan y arrancando las malezas manualmente sobre el camellón. Los productores realizan de dos a tres limpiezas con intervalos de 15 a 20 días según el desarrollo de malezas, lo cual repercute en el incremento de los costos de producción.



Cuando la humedad es buena y la maleza se incrementa, el control de maleza se vuelve muy dificultoso y muchas veces incontrolable.



Figura 10. Desarrollo de maleza interfiriendo en el cultivo de cebolla.

### 1.5.9 COSECHA Y COMERCIALIZACIÓN

La forma de cosechar varía entre cultivos, pero para comercializar su producto los agricultores deben clasificarlo en base a la calidad. En el mercado nacional existen tres categorías: productos de primera, productos de segunda y productos de tercera calidad. Sin embargo, cuando la demanda es alta y la oferta es escasa, los intermediarios y compradores mayoristas pueden llegar a comprar productos de inferior calidad. La clasificación del producto implica un gasto que repercute en el incremento de los costos de producción.

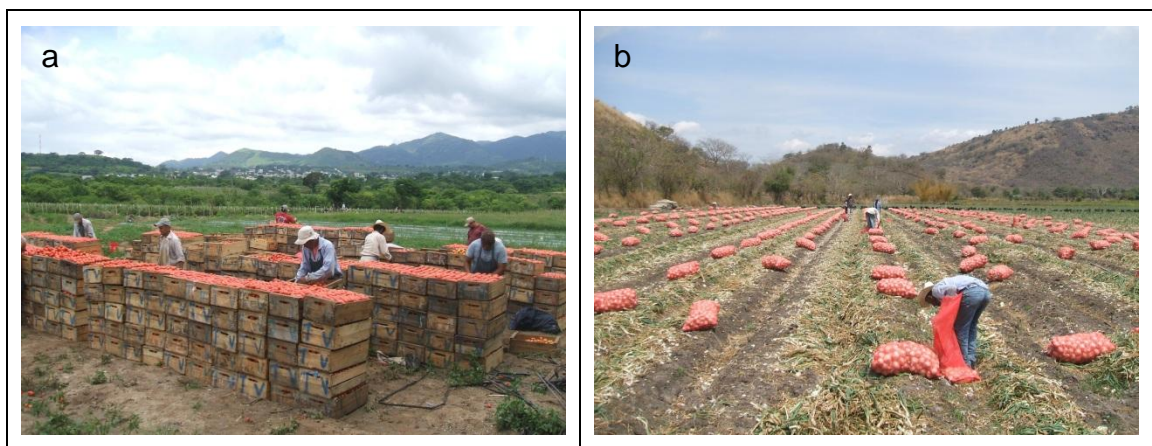


Figura 11. Cosecha. a) Clasificación de Tomate. a) Clasificación de cebolla.

Dependiendo de los precios de mercado pueden ocurrir varias situaciones al momento de la cosecha y durante la comercialización:

- a. Los productores grandes que poseen camiones cosechan su producto y lo llevan a la Central de mayoreo (CENMA) o lo exportan al mercado de El Salvador, donde les sea más conveniente.
- b. Los productores venden el producto en planta<sup>9</sup> dentro de la laguna a intermediarios que llegan procedentes de la capital o de El Salvador. Esta situación se da principalmente cuando la demanda es grande y poca la oferta.
- c. Los pequeños productores cosechan su producto y pagan flete para que se los lleven ya sea al CENMA o al mercado salvadoreño, dependiendo de los precios de mercado.
- d. Cuando los precios son muy bajos y los frutos a cosechar son de baja calidad los agricultores deciden cancelar la cosecha y desasistir el cultivo totalmente.



Figura 12. Comercialización a) Comprador Intermediario. b) Transporte de cebolla al mercado local.

En el cuadro siguiente se presentan los rangos de precios en el mercado nacional reportado por los productores durante los últimos años.

---

<sup>9</sup> El cultivo aún está sembrado y el comprador asume los costos de cosecha.

Cuadro 2. Rango de precios reportado por los productores de la Laguna de Retana.

Cultivo	Precios más bajos	Precio usual	Precios más Altos
<b>Tomate</b>	Q25/caja	Q50 – Q70/caja	Q220/caja
<b>Cebolla</b>	Q80/qq	Q150/qq	Q350/qq
<b>Pepino</b>	Q10/caja	Q30-Q50/caja	Q100/caja
<b>Chile</b>	Q30/caja	Q60-Q70/caja	Q200/caja
<b>Maíz</b>	Q70/qq	Q80/qq	Q120/qq

Fuente: Entrevistas realizadas a agricultores de la Laguna de Retana.

En cuanto a los mercados, el tomate se vende principalmente en el mercado nacional, en la Central de mayoreo (CENMA), y un menor porcentaje se exporta a EL Salvador. El destino del producto va a depender de los precios que se manejen. En el caso particular de la cebolla, generalmente se vende en planta y los compradores vienen tanto de Guatemala como de El Salvador.

#### **1.5.10 NIVEL DE TECNIFICACIÓN**

El nivel tecnológico utilizado varía de acuerdo al cultivo y objetivo de la producción.

##### **A. TOMATE Y CHILE**

En el caso del tomate se trata de un cultivo de explotación intensiva, por lo que se utiliza un nivel tecnológico avanzado, en el cual se emplea mano de obra asalariada y en cierta medida calificada; la preparación del terreno se realiza de forma mecanizada; utilización de sistema de riego por goteo y fertirriego; utilización de acolchado plástico para el control de malezas; los insumos químicos (plaguicidas y fertilizantes) utilizados son adecuados para una mejor producción. Utilización de fertilizante orgánico y químico. Utilización de semillas mejoradas y pilones.

Los productores de la laguna están empezando a adoptar la tecnología de cultivo protegido, especialmente la construcción de microtúneles, macro-túneles y casas maya. Esta tecnología va combinada con el uso de acolchado plástico (Ver figura 13d).

A principios del 2010, los agricultores compraban mantas agrícolas que ya habían sido utilizadas con anterioridad por empresas productoras de melón en Zacapa para construir sus microtúneles. Sin embargo, se dieron cuenta que existía un alto riesgo de introducir nuevas plagas y enfermedades a sus cultivos. Para la siembra de segunda,

algunos agricultores han optado por comprar mantas agrícolas nuevas para evitar el riesgo de contaminación con nuevas enfermedades.

El acolchado plástico más utilizado es el plata/negro, sin embargo, en la fase final de la práctica profesional supervisada se pudo observar algunos agricultores que ya adoptaron el uso del nuevo acolchado blanco/negro, el cual fue resultado del proyecto de instalación de parcelas demostrativas ejecutado por el epesista.



Figura 13 Nivel tecnológico del cultivo de tomate en la Laguna de Retana. a) Tecnología de acolchado plástico. b) Tecnología de Microtúneles. c) tecnología de Macrotúneles. d) Combinación de Macrotúneles con el uso del nuevo acolchado blanco/negro.

Algunos agricultores dieron testimonio de que sus cosechas fueron mejores que las obtenidas a campo abierto, sin embargo, no han logrado obtener el máximo potencial a la tecnología debido a que las condiciones de manejo son diferentes a la de campo abierto,

por lo que requiere mayor conocimiento por parte del agricultor para obtener el máximo potencial.

## **B. CEBOLLA**

La preparación del suelo se realiza de forma mecanizada. La tecnología de acolchado plástico en cebolla no ha sido adoptada aun por los agricultores, por lo que los beneficios que este aporta no están siendo aprovechados.

Los agricultores argumentan que únicamente lo han visto en regiones adyacentes como Monjas, Jalapa, pero aún no tienen la certeza de sus beneficios.

Generalmente en las siembras de invierno aprovechan las lluvias para proveer humedad al cultivo. En el caso del verano utilizan el riego por goteo, colocando de dos a tres cintas de riego por cama de siembra. En cuanto a la semilla utilizan variedades criollas o mejoradas. Los productores realizan su propio semillero en el caso de utilizar semilla criolla y compran pilones en el caso de utilizar semilla mejorada. La asistencia con productos químicos es moderada. En invierno realizan mayor aplicación de fungicidas y bactericidas debido a la mayor humedad.

En cuanto a la elaboración de semilleros de cebolla, los agricultores han implementado una nueva tecnología que consiste en la implementación de techos de plásticos en forma triangular para proteger la semilla de las condiciones climáticas, desde la germinación hasta alcanzar la madurez para ser trasplantada.



Figura 14. Techos plásticos para protección de semilleros de cebolla.

### C. PEPINO Y SANDÍA

Preparación del suelo mecanizada. Semillas mejoradas. Asistencia con productos químicos muy baja. Utilización de acolchado plástico es muy frecuente. Se utiliza riego por goteo y fertirriego. A partir de la temporada de siembra de verano (2009), algunos agricultores adoptaron el uso de mantas agrícolas para proteger el cultivo de las plagas.

### D. MAÍZ Y FRIJOL

El objetivo de la producción de estos cultivos es principalmente para consumo propio, por tal razón, el nivel tecnológico empleado es muy bajo. Las tierras se preparan de forma mecanizada. No utilizan acolchado para control de malezas. En el caso del maíz, algunos utilizan semilla mejorada y otros utilizan criollas. Se siembra en invierno para aprovechar las lluvias y evitar comprar agua para riego. La cantidad de insumos químicos (plaguicidas y fertilizantes) es baja comparado con los sistema altamente productivos.

#### 1.5.11 INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO

En el cuadro 3 se presenta la inversión y rendimiento por cultivo, según datos obtenidos de entrevista.

La inversión para el cultivo de tomate esta alrededor de 45 mil a 60 mil, sin embargo, debido a que las cosechas de la siembra de invierno del año 2009 fueron muy bajas, debido a las plagas y enfermedades, principalmente mosca blanco y tizones; los productores se ven en la necesidad de implementar la tecnología de cultivo protegido para las siguientes temporadas, por lo cual, los costos de producción se verán incrementados.

Cuadro 3. Inversión y rendimiento por cultivo.

CULTIVO	INVERSIÓN (Quetzales/mz)	Unidad	Rendimiento (qq/mz)		
			Bajo	Promedio	Altos
Tomate	45,000 a 60,000	cajas	500	800	1800
Cebolla	15,000 a 30,000	quintales	250	350	500
Chile	40,000 a 60,000	cajas	730	1425	2300
Pepino	25,000 a 35,000	cajas	2400	2800	3200
Maíz	6,000 a 9,000	quintales	80	100	120

Fuente: Entrevistas realizadas a agricultores de la Laguna de Retana.

Según el estudio realizado por Ibarra en 1984, los productores de tomate obtenían rendimiento de entre 500 a 1100 cajas por manzana. Estos rendimientos son muy parecidos a los que obtienen hoy en día, con la gran diferencia que antes el nivel tecnológico utilizado era muy bajo, con menor inversión, mientras que hoy en día el nivel tecnológico es alto y aun así los rendimientos son muy parecidos.

En cuanto al financiamiento Ibarra (1984), determinó que el 21% de los entrevistados utilizaba crédito como financiamiento y el 79% no utilizaba crédito agrícola. Hoy en día, la situación se ha invertido, ya que según la entrevista realizada el 83% utiliza crédito y para completar el financiamiento, mientras que el 17% de los productores utiliza capital propio para trabajar las tierras. Algunos productores utilizan crédito bancario, mientras que otros compran los insumos agrícolas al crédito en los agro-servicios.

### **1.5.12 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS**

#### **A. TENENCIA DE LA TIERRA**

Según entrevistas realizadas a productores del área y directivos de la asociación AADILARE, como Don Saúl Salvador (Vocal I) y el Ing. Agr. Cesar Palma (presidente de AADILARE y vocal II de FASAGUA), quienes poseen un amplio conocimiento y experiencias tanto históricas como presentes, afirma que la totalidad de la tierra es propiedad privada, con escrituras registrada en la propiedad de inmueble.

#### **B. CAPACITACIÓN**

La mayoría de agricultores entrevistados indicaron que si han recibido capacitaciones, principalmente de empresas agrícolas que llegan a promover sus productos y también por parte de Agrequima, la cual ha impartido capacitaciones sobre manejo seguro de plaguicidas agrícolas. Sin embargo, mostraron interés por recibir capacitaciones y los temas más solicitados fueron: Manejo de cultivos bajo macrotúnel y uso de acolchado plástico. Así mismo manifestaron interés por conocer la tecnología de acolchado plástico para cebolla y el nuevo acolchado blanco/negro desarrollado por la empresa Olefinas S.A.

### C. DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA

El salario del jornal anda alrededor de Q50.00 a Q100.00 según el trabajo que realicen, pero es necesario resaltar que la mano de obra vive en las aldeas y caseríos aledaños a la Laguna y son transportados por los productores hasta el área de trabajo diariamente, lo cual representa un costo adicional para los patronos.

Entre la mano de obra se encuentra niños, mujeres y hombres. Las mujeres y niños generalmente realizan actividades de trasplantes de pilones y cosecha de frutas (figura 15). Los hombres adultos se dedican a realizar aplicaciones de productos químicos, asistentes de riego, clasificadores de frutas y otras tareas que requieren mayor fuerza bruta y conocimiento empírico.



Figura 15. Niños vendiendo su fuerza de trabajo en la temporada de cosecha de tomate.

#### 1.5.13 MEDIO AMBIENTE

La actividad agrícola, siendo una de las más fuertes en la Laguna de Retana, ha generado una serie de efectos negativos sobre el medio ambiente, tal como se observa en la figura 16. El uso intensivo de productos químicos y el monocultivo han generado un desequilibrio ecológico, que lleva consigo el incremento de plagas y enfermedades de todos los cultivos, que impide hasta cierto punto la obtención de cosechas.

Como se observa en la figura 16a, la deforestación de las montañas que encierran el valle de la Laguna ha desprotegido el área contra los fuertes vientos, por lo que algunos cultivos frágiles que se siembran a campo abierto sufren daño mecánico (quiebre de



ramas, hojas y frutos), lo cual que limita la producción. Además los fuertes vientos generan cierto grado de erosión del suelo.



Figura 16. Fuentes de contaminación ambiental. a) Deforestación de las montañas que rodean la laguna. b) Quema de acolchado plástico. c) Residuos de acolchado plástico después de su incineración. d) Basurero clandestino ubicado en la entrada de la laguna ruta aldea Las Flores. e) Desechos de acolchado plástico atrapado en los cercos. f) Desechos de mantas agrícolas.

En cuanto al uso del agua, los agricultores tienen un punto a favor y es la implementación de sistema de riego por goteo por medio del cual se hace un uso más eficiente del agua.

Los desechos plásticos son una de las principales fuentes generadoras de impacto negativo producto de la actividad agrícola, entre ellos: Residuos de acolchado plástico, mangueras de riego por goteo, envases de productos químicos y mantas agrícolas.

En el caso del acolchado plástico los agricultores lo recogen del suelo al terminar la cosecha y lo juntan en un lugar para quemarlo o lo depositan a la orilla de los barrancos, generando basureros clandestinos como se observa en las figuras 16a hasta 16e. Lo mismo sucede con los residuos de mantas agrícolas (figura 16f).

Para el caso del acolchado plástico y mantas agrícolas, aun no existen medidas que reduzcan el impacto negativo que generan dichos materiales.

Una aproximación de la cantidad de desechos de acolchado plástico producidos en la Laguna de Retana es la siguiente: El área total de la laguna es de aproximadamente 2240ha, sin embargo, el área cultivada es de aproximadamente 300Ha en las cuales se utiliza acolchado plástico; Además sabemos que se requieren de 6 rollos de acolchado plástico para cubrir una hectárea, que cada rollo pesa 18Kg y que los productores generalmente utilizan el plástico dos cosechas. Con los datos anteriores se estima un total de 32.4 Tm/ anuales de desechos plásticos, esto sin considerar los desechos de mangueras de riego, rafia y mantas agril. Esta estimación asume que se recoge el 100% del acolchado plástico utilizado, sin embargo, algunos agricultores acostumbran utilizarlo hasta por tres cosechas de tal manera que al momento de recogerlo es muy difícil extraerlo completamente debido al deterioro del plástico y causa de contaminación.

Una medidas que se han implementado en la laguna por parte de Agrequima<sup>10</sup> para mitigar la contaminación por envases de agroquímicos es la colocación de mini centros de acopio distribuidos en toda el área para que los productores depositen los envases de

---

<sup>10</sup> Gremio Guatemalteco de fabricantes, importadores y distribuidores de productos para la protección de cultivos.

agroquímicos vacíos dentro de la mini bodega, que luego son recolectados y llevados a una bodega más grande.



Figura 17. Minicentro de acopio envases de productos químicos.

#### 1.5.14 ANÁLISIS FODA

A continuación se presenta la matriz de análisis FODA realizado con información recopilada a partir de entrevistas con agricultores e información secundaria.

Cuadro 4. Análisis FODA de los cultivos agrícolas de la Laguna de Retana.

FACTORES INTERNOS Controlables	FACTORES EXTERNOS No Controlables
<p><b>FORTALEZAS (+)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disponibilidad de Agua para riego todo el año.</li> <li>▪ Suelos relativamente fértiles.</li> <li>▪ Disponibilidad de Mano de Obra.</li> <li>▪ Nivel Tecnológico relativamente alto.</li> <li>▪ Uso eficiente del agua.</li> <li>▪ Productores organizados.</li> </ul>	<p><b>OPORTUNIDADES (+)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Siembras en cualquier época del año; permite cosechar cuando los precios son mejores.</li> <li>● Diversificar los cultivos, incluyendo frutales, granos básicos y hortalizas.</li> <li>● La organización de los productores facilita la gestión de proyectos que contribuyan a mejorar la producción y comercialización de productos agrícolas.</li> </ul>
<p><b>DEBILIDADES (-)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de Conocimiento sobre manejo de nuevas tecnología de protección de cultivos.</li> <li>▪ Falta de proyectos para mitigar la contaminación del medio ambiente por desechos plásticos.</li> <li>▪ Monocultivo.</li> </ul>	<p><b>AMENAZAS (-)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aumento de precios de combustible, energía eléctrica e insumos agrícolas en general.</li> <li>▪ Entrada de Productos agrícolas importados que saturan el mercado.</li> <li>▪ Costo de Mano de Obra relativamente alto.</li> <li>▪ Cambio climático.</li> <li>▪ Mayor restricción para acceso de crédito bancario.</li> </ul>

### 1.5.15 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Ibarra (1984) en su estudio concluyó que los principales problemas que afectan la producción agrícola en la Laguna de Retana eran las Plagas y la oscilación de precios. Hoy en día podemos decir que dichos problemas siguen vigentes y se hacen sentir con mayor intensidad.

En base a la información recabada, el análisis FODA y haciendo uso del criterio profesional es posible definir la situación problemática a la que se enfrentan los agricultores cada vez que deciden cultivar en la Laguna de Retana.

Desde una perspectiva general se identificaron cinco problemas que limitan la producción de cultivos y su comercialización, los cuales repercuten negativamente en la economía de los agricultores: a) Incremento de plagas y enfermedades, b) fluctuación de precios en el mercado nacional, c) conocimiento limitado para el manejo de nuevas tecnologías, d) contaminación ambiental por desechos plásticos y, e) cambio climático.



Figura 18. Situación problemática en la producción y comercialización de productos agrícola en la Laguna de Retana.

Para tener mayor claridad acerca de los problemas identificados, a continuación de describe el contexto de cada uno de ellos.

### **A. INCREMENTO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES**

En teoría esto significa que la población de insectos plaga “resistentes” se ha incrementado. Ante la pregunta de la entrevista ¿Cuáles son los problemas que limitan la producción agrícola? La respuesta común era “Ya no se puede controlar las plagas”. Esta frase expresa el impacto negativo que las plagas y enfermedades tienen sobre la producción agrícola y la frustración del agricultor al intentar controlarla.

El uso indiscriminado de productos químicos y el monocultivo han generado desequilibrio ecológico, en el cual la población de enemigos naturales de los insectos-plaga ha disminuido y la población de insectos-plaga resistentes se ha incrementado, de tal manera que uso de plaguicidas cumple la función de selección de aquellos insectos-plaga resistentes.

El monocultivo sumado a la diversidad de fechas de siembras (algunos acostumbran a adelantarse a la fecha de siembra normal), es una situación favorable para el desarrollo de la plaga, ya que cuenta con suficiente alimento durante todo el año, trasladándose con rapidez a siembras vecinas más jóvenes.

Ante tal situación es clave la implementación de tecnología de cultivo protegido para proteger el cultivo de las principales plagas de la zona. Sin embargo, los agricultores están utilizando mantas agrícolas ya utilizadas, lo cual conlleva un alto riesgo de introducción de nuevas plagas y enfermedades.

### **B. FLUCTUACIÓN DE PRECIOS EN EL MERCADO**

El problema de oscilación de precios de los productos hortícolas generalmente incide en pérdidas para los productores que logran obtener una cosecha aceptable. Por otra parte, cuando las cosechas son malas o se pierden los precios se elevan y solo los que sobresalieron logran un buen precio.

En Guatemala no existe una ley que regule la producción para minimizar las fluctuaciones de precios. La entrada de producto del extranjero sin mayor restricción y el contrabando compite deslealmente con el producto nacional empeorando la situación.

Actualmente la Federación de Asociados Agrícolas de Guatemala ha implementado un calendario de siembras para evitar la saturación del mercado, sin embargo, existen algunos productores, tanto asociados como no asociados, que no se apegan al calendario de siembras y que provocan fluctuaciones en los precios.

### **C. CONOCIMIENTO LIMITADO SOBRE MANEJO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS**

Una de las desventajas de toda nueva tecnología, es el requerimiento de un mayor conocimiento para utilizarla eficientemente. La falta de conocimiento técnico-científico es unas de las razones que limita la modernización de la agricultura en la zona. Por citar un ejemplo, actualmente existen algunos agricultores que ya ha implementado el uso de manta agrícola para proteger sus cultivos, sin embargo, debido a que las condiciones en las que se desarrolla el cultivo son diferentes a las del campo, el agricultor desconoce el manejo agronómico adecuado para aprovechar al máximo dicha tecnología.

Las capacitaciones son claves en este caso para ampliar el conocimiento de los agricultores y que puedan sacar el máximo provecho a la tecnología.

### **D. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR DESECHOS PLÁSTICOS**

Los desechos plásticos producto de la actividad agrícola son actualmente el principal problema de contaminación ambiental. Se han generado varios basureros clandestinos donde los productores llegan a tirar el plástico y las mantas agrícolas. Algunos otros productores realizan quema del plástico lo cual genera contaminación por gases de efecto invernadero. La gestión de proyectos de sistemas de reciclaje es fundamental para mitigar los daños al medio ambiente.

### **E. CAMBIO CLIMÁTICO**

El cambio climático es un fenómeno que se está viviendo en la actualidad en todo el mundo. Los incrementos de temperatura, sequías prolongadas, lluvias intensas e incertidumbre sobre el clima en general ha llevado a la pérdida de cosechas de cultivos.

Afecta principalmente a los cultivos que son sembrados con bajo nivel de tecnología como el maíz y frijol, destinados para el autoconsumo, los cuales dependen del agua de lluvia para desarrollarse. Además existe un alto riesgo de tormentas tropicales y desastres naturales en general, que atentan con destruir los cultivos y provocar grandes perdidos.

#### 1.5.16 PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS

A partir de la identificación de la situación problemáticas es necesario priorizar los problemas en base a los recursos disponibles, siendo el tiempo uno de los recursos más escasos durante la fase de eps y en base al cual se realizó la priorización de la siguiente manera: a) Incremento de plagas y enfermedades, b) conocimiento limitado sobre el manejo de nuevas tecnologías y c) Contaminación Ambiental por desechos plásticos.



Figura 19. Esquema de la priorización de problemas.

## 1.6 CONCLUSIONES

1. Los principales cultivos producidos en la laguna son el tomate, cebolla, pepino y chile, y el nivel tecnológico empleado varía de acuerdo al cultivo y objetivo de la producción, siendo el tomate el cultivo más tecnificado y el maíz y frijol los menos asistidos por ser cultivados para el autoconsumo.
2. Las fortalezas y oportunidades de la Laguna de Retana son la disponibilidad de agua durante todo el año, sistemas de riego por goteo y la organización de los agricultores. Las principales amenazas son el incremento de los costos de producción, competencia de mercado en un mundo globalizado y el cambio climático. Las debilidades son el conocimiento limitado para el manejo de nuevas tecnologías y falta de proyectos para mitigar la contaminación ambiental producida por la actividad agrícola.
3. Los principales problemas identificados en la producción y comercialización de los productos agrícolas en la Laguna de Retana son, el incremento de plagas y enfermedades, la fluctuación de precios, conocimiento limitado para el manejo de nuevas tecnologías, la contaminación ambiental por desechos plásticos, y el cambio climático.
4. Las principales fuentes de contaminación ambiental generadas por la Actividad agrícola son los desechos plásticos (acolchado plástico, mangueras de riego por goteo, envases de productos químicos y mantas agrícolas) y aplicación de productos químicos.



## 1.7 RECOMENDACIONES


1. Realizar más capacitaciones a los agricultores sobre el uso de nuevas tecnologías orientadas a la protección de cultivos y manejo integrado de plagas y enfermedades.
2. Evitar el uso de mantas agrícolas “usadas” ya que existe un alto riesgo de introducir nuevas plagas y enfermedades, e incrementar algunas ya existentes.
3. Realizar campañas de concientización tanto a los agricultores como a la juventud sobre la conservación del medio ambiente. Así mismo se recomienda realizar gestiones necesarias para implementar Proyectos de reciclaje de desechos plásticos producto de la actividad agrícola.
4. Evaluar el uso de acolchado plástico en el cultivo de cebolla como alternativa tecnológica para el control de malezas y mejorar el rendimiento y calidad del producto cosechado.
5. A los agricultores se les sugiere renovar el acolchado plástico al cumplirse tiempo de garantía estipulado por el fabricante, ya que a partir de ese momento el plástico se deteriora rápidamente y el porcentaje de residuos que queda en el suelo durante su recolección se incrementa.
6. A los agricultores se les sugiere sembrar árboles que sirvan de cortinas rompevientos para reducir el daño mecánico que sufren algunos cultivos a campo abierto y las estructuras de protección como macrotúneles a causa de los fuertes vientos que ocurren en la laguna en los meses de noviembre a marzo.

## 1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera Pinzón, VA. 2004. Formulación y diseño de un sistema de riego por goteo para la laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 111 p.
2. Castañeda S, C; Escobar, M. 1995. Deterio y desaparición de lagos y lagunas en Guatemala. Guatemala, USAC, Centro de Estudios Urbanos y Regionales (CEUR). 58 p.
3. Dirección General de Servicios de Salud, GT. 2010. Población a programar por ciclos de vida y género. El Progreso, Jutiapa, Guatemala. 1 p.
4. González Rivera, RA. 2005. Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión en el municipio de El Progreso, Jutiapa. Tesis Lic. Econ. Guatemala, USAC. v. 1.
5. Googlemaps.com 2009. El Progreso, Jutiapa, Guatemala (en línea). US. Consultado 12 nov 2009. Disponible en <http://maps.google.es/>
6. Ibarra M, M. 1984. Estudio de la situación actual de los cultivos hortícolas en la laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 19 p.
7. López Sandoval, PR. 1993. Diagnóstico del caserío laguna de Retana, aldea Las Flores, municipio de El Progreso, departamento de Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 38 p.
8. López, PR. 2005. Sistematización de las experiencias de uso de tecnologías en el cultivo de tomate en laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 27 p.
9. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Informe sobre el trabajo realizado en asistencia técnica gerencial para el comité de desarrollo de la laguna de Retana. Guatemala. 65 p.
10. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT); CUNORI (USAC, Centro Universitario de Oriente, GT). 2004. Base de datos digital: mapa de uso actual, capacidad de uso e intensidad de uso del suelo, y mapa de zonas de vida del departamento de Jutiapa. Chiquimula, Guatemala. 1 CD.
11. Morales Peñate, MR. 2007. Implementación de un sistema integrado (piscícola y agrícola), en estanques para riego en el área de la laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa. Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 126 p.
12. Palma, C. 2010. Situación agraria de la laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa, Guatemala (entrevista). El Progreso, Jutiapa, Guatemala, Presidente de la Asociación AADILARE.
13. Pineda Martínez, DG; Espino González, A. 1984. Monografía: desde Achupaca a El Progreso centenario. El Progreso, Jutiapa, Guatemala, s.e. 27 p.

14. Salvador Hernández, S. 2010. Situación agraria de la laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa, Guatemala (entrevista). El Progreso, Jutiapa, Guatemala, Directivo de la Asociación AADILARE.
15. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1956. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1,000 p.

*Y. Rolando Barrios*



CENTRO DE  
DOCUMENTACION  
E INFORMACION  
ASRICOLO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE AGRONOMIA

## 1.9 APÉNDICE

**ENTREVISTA**

**Boleta No.** \_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**I. ASPECTOS GENERALES**

- a. Nombre del Agricultor. \_\_\_\_\_
- b. Vive dentro de la Laguna \_\_\_\_\_
- c. Es miembro de alguna asociación \_\_\_\_\_

**II. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS**

- a. Utiliza crédito o capital propio (interés). \_\_\_\_\_
- b. Disponibilidad de Mano de Obra y costo del Jornal. \_\_\_\_\_
- c. Tenencia de la Tierra: \_\_\_\_\_
- d. Recibe asistencia técnica. Sí. \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_

**III. ÁREA AGRÍCOLA**

- a. Cultivo, variedad, área dedicada, inversión, rendimiento, precios, Ciclo/año, temporada de siembra y cosecha.

CULTIVO	VARIEDAD	ÁREA	ÉPOCA DE SIEMBRA	INVERSIÓN POR Mz.	RENDIMIENTO POR Mz.	COSECHAS POR AÑO

- b. Realiza semilleros o compra los pilones. \_\_\_\_\_
- c. Preparación del suelo (manual o mecanizado). \_\_\_\_\_
- d. Sistema de riego que utiliza (Surco, aspersión, goteo). \_\_\_\_\_
- e. Fuente de Agua que utiliza (Pozo o canal de drenaje). \_\_\_\_\_
- f. Posee embalse de agua: \_\_\_\_\_
- g. Método de fertilización (granular o fertirriego). \_\_\_\_\_
- h. Utiliza fertilizante orgánico. Sí. \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_ ¿Porque? \_\_\_\_\_
- i. Uso de otras tecnologías (Acolchado plástico, microtúneles, macrotúneles, cultivos asociados)

CULTIVO	TECNOLOGÍA UTILIZADA Y FECHA DE ADOPCIÓN

- j. ¿Qué manejo le da a los desechos plásticos provenientes de la actividad agrícola (acolchado plástico, mantas agrícolas, mangueras de riego, envases de productos químicos)? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

k. Principales Plagas y enfermedades de los cultivos.

CULTIVO	PLAGAS Y ENFERMEDADES	MANEJO	DOSIS

l. Productos químicos que utiliza para control de plagas y enfermedades.

Acción	Nombre comercial de los productos químicos
Fungicidas	
Insecticidas	
Herbicidas	
Aditivos	

m. ¿Utiliza plaguicidas Botánicos o biológicos? Sí. \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_  
 ¿Por qué? \_\_\_\_\_

n. Comercialización \_\_\_\_\_

CULTIVO	DESTINO (NACIONAL/EXPORTACIÓN)	PRECIOS		
		Bajo	Medio	Alto

o. Según su criterio, ¿Cuáles son las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas a las que se enfrenta el agricultor cada vez que decide cultivar?

F. \_\_\_\_\_ O. \_\_\_\_\_

D. \_\_\_\_\_ A. \_\_\_\_\_

p. Según su criterio, ¿Cuáles son los principales problemas que afectan la producción agrícola en la Laguna de Retana?

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

q. Cuáles pueden ser las posibles soluciones.

\_\_\_\_\_

r. Ha recibido capacitaciones: SI. \_\_\_\_\_ NO. \_\_\_\_\_  
 Quien las ha impartido (Instituciones privadas o gubernamentales):

\_\_\_\_\_

s. ¿Le gustaría recibir más capacitaciones? ¿Qué temas le gustaría?

\_\_\_\_\_

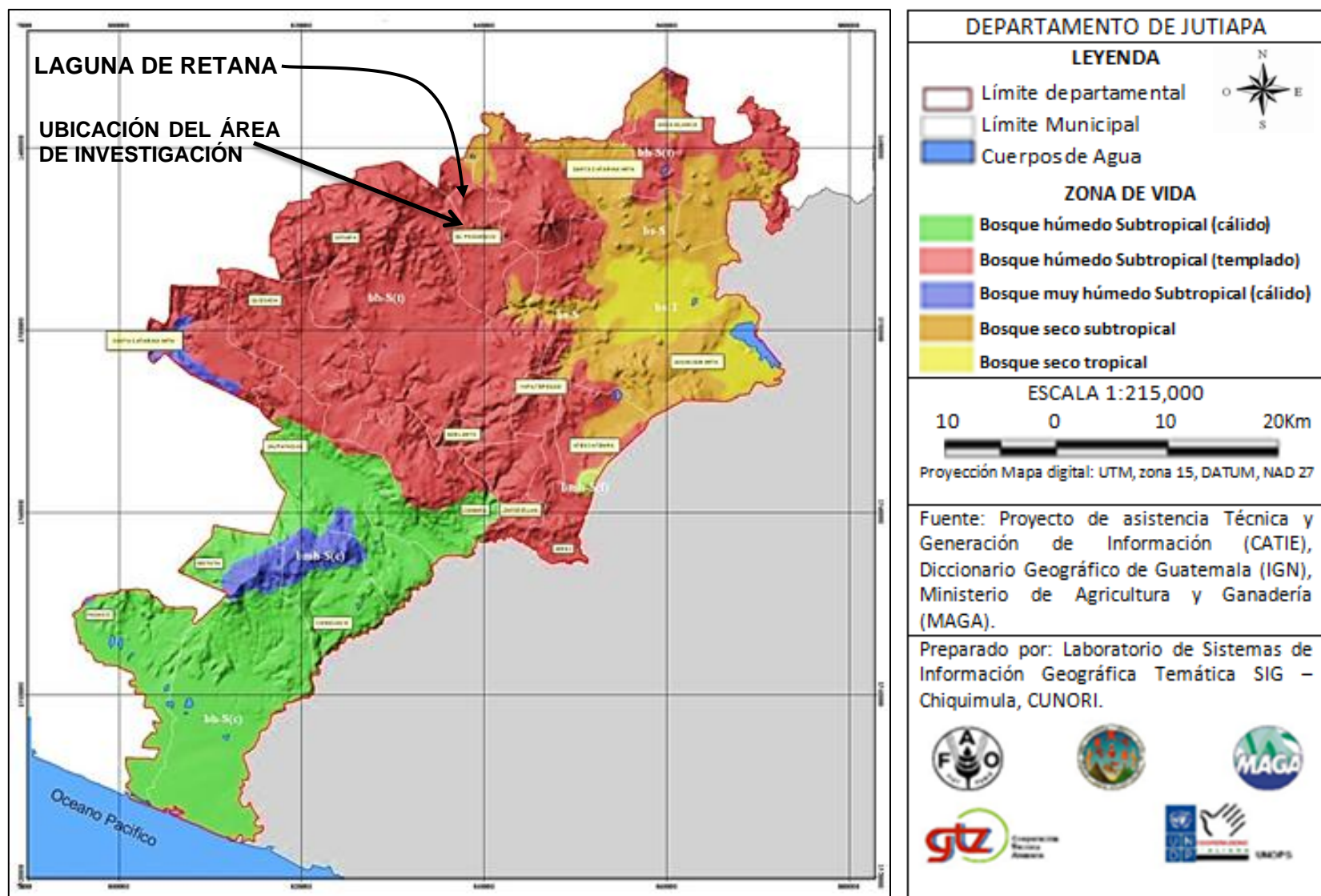


Figura 20 "A". Mapa de zona de vida del departamento de Jutiapa, Guatemala, C.A.

Fuente: MAGA; CUNORI, 2004.

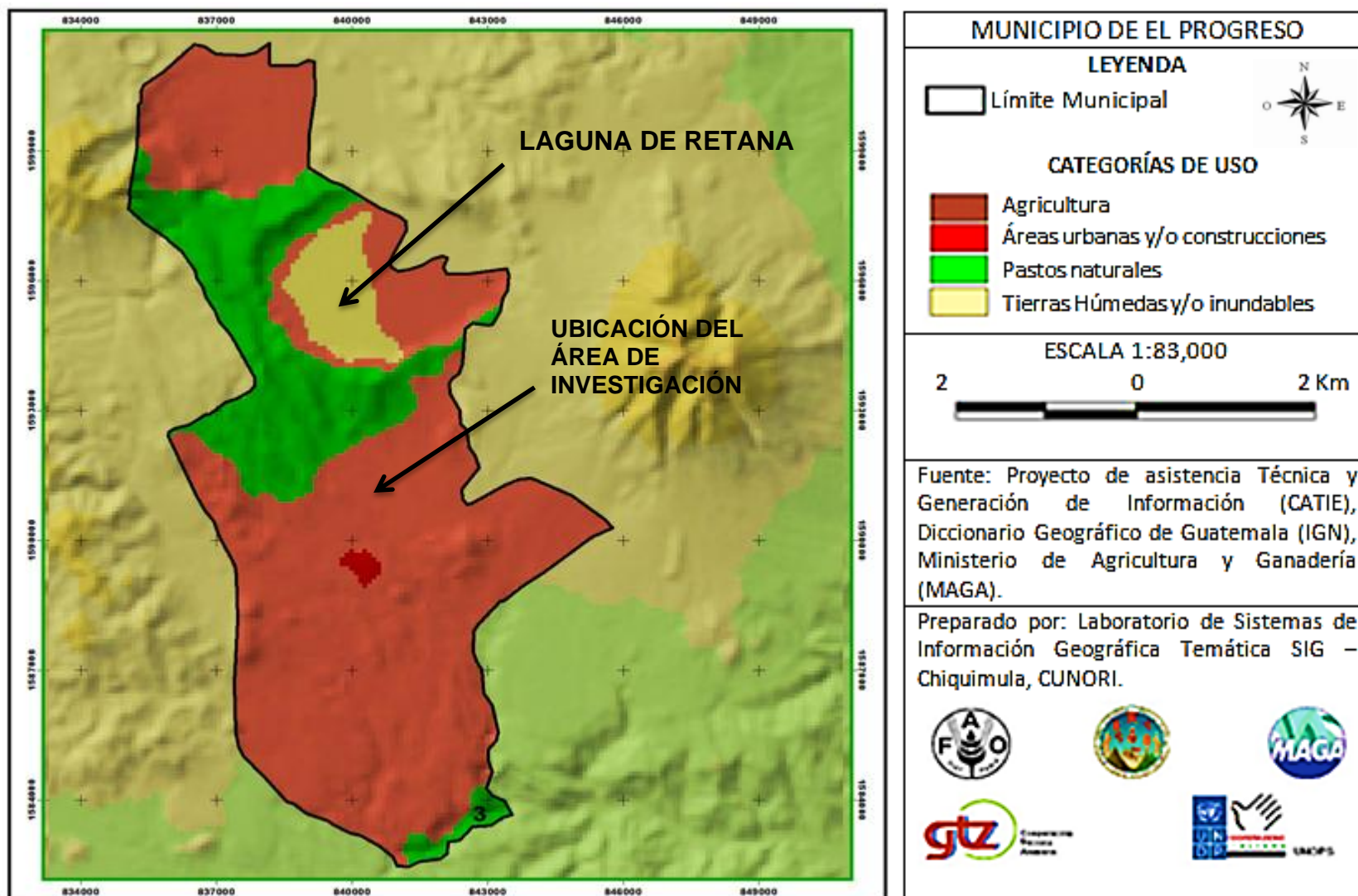


Figura 21 "A". Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del municipio de El Progreso, Jutiapa, Guatemala, C.A.

Fuente: MAGA; CUNORI, 2004.



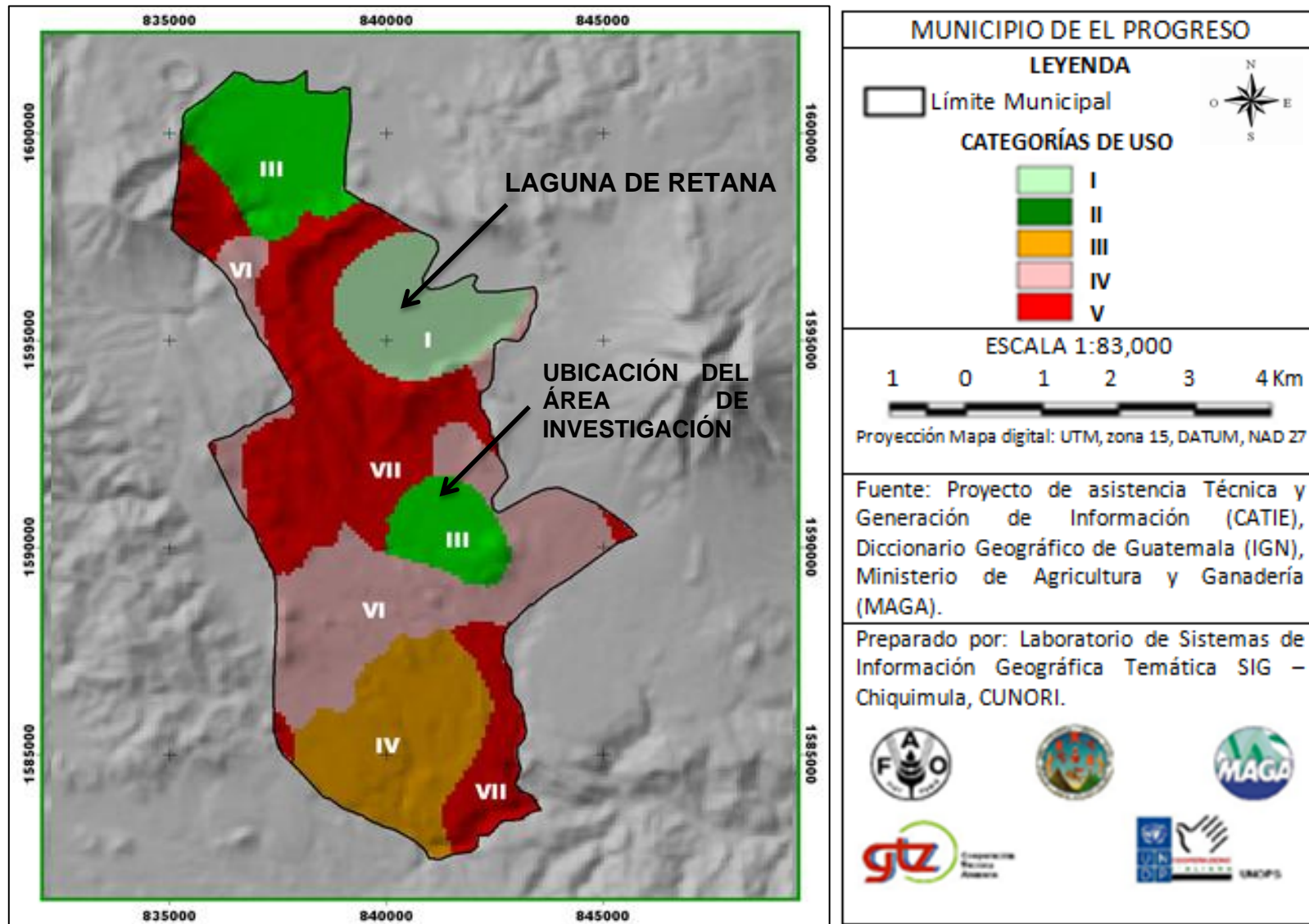


Figura 22 "A". Mapa de Capacidad de uso de la Tierra en el municipio de El Progreso, Jutiapa, Guatemala, C.A.

Fuente: MAGA; CUNORI, 2004

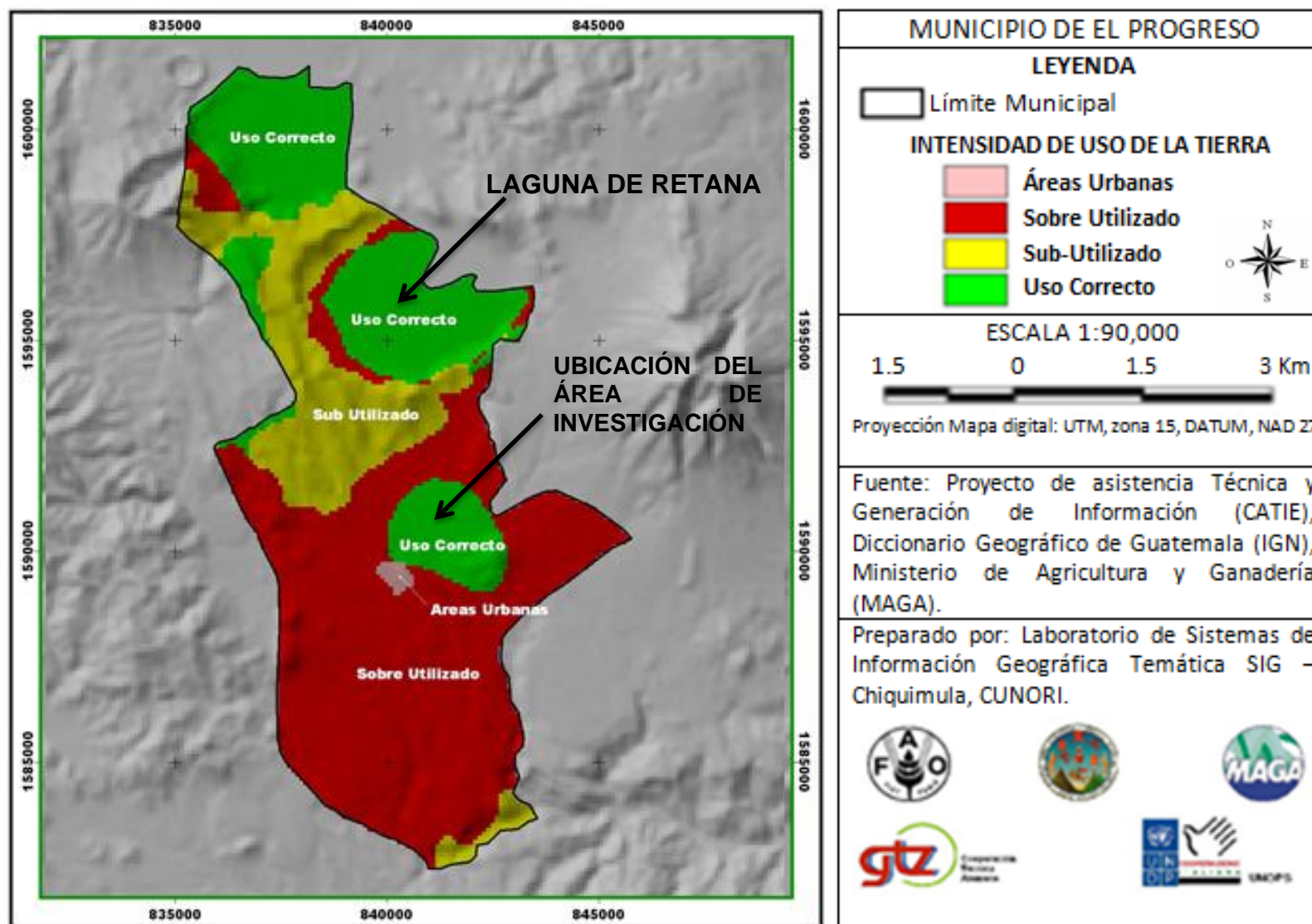


Figura 23 "A". Mapa de intensidad de uso de la tierra del municipio de El Progreso, Jutiapa, Guatemala, C.A.

Fuente: MAGA; CUNORI, 2004.

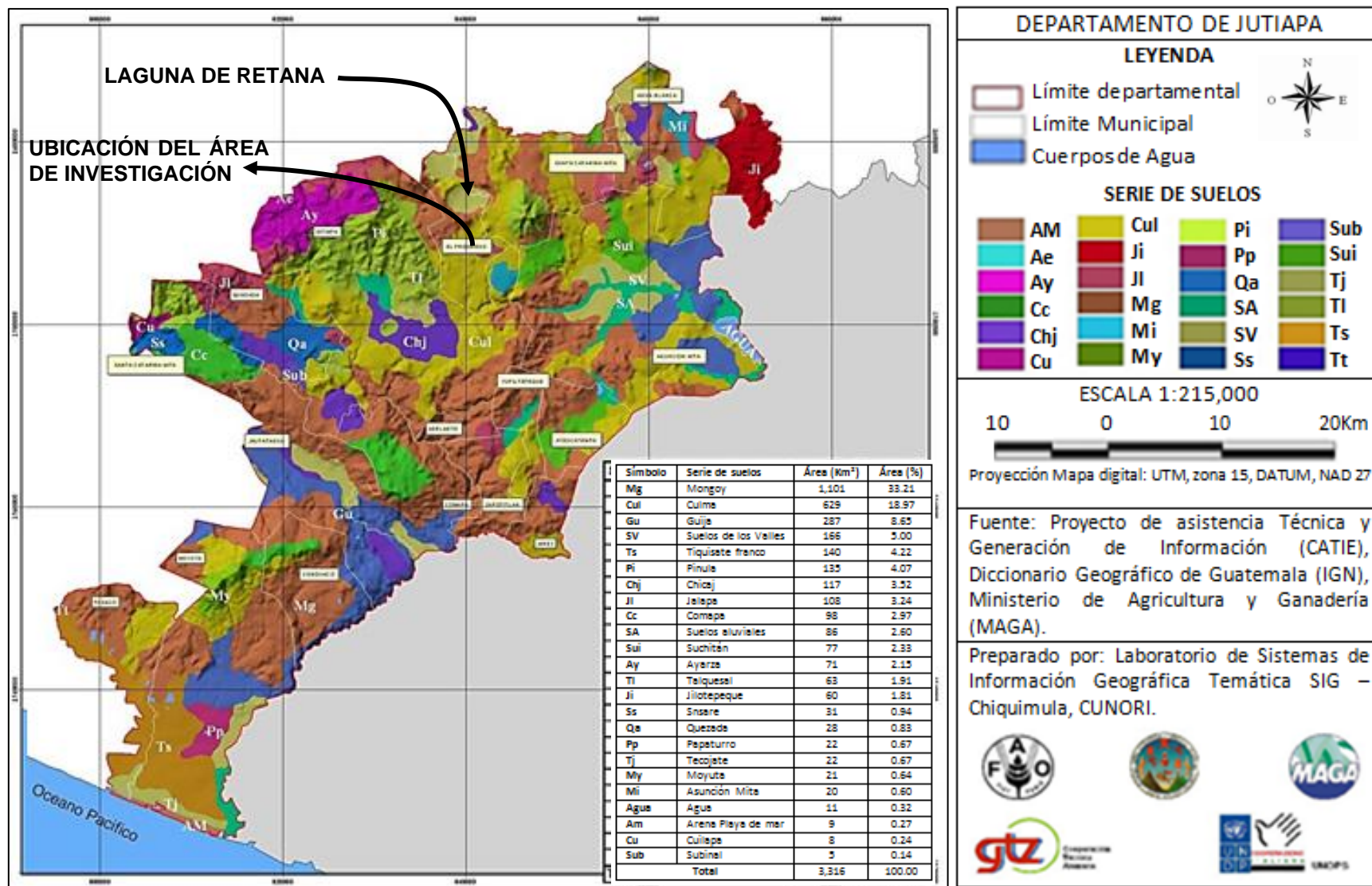


Figura 24 "A". Mapa de serie de suelos del departamento de Jutiapa, Guatemala, C.A.

Fuente: MAGA; CUNORI, 2004.

*Datos de referencia: Condiciones de suelo y clima particulares de la investigación.*

Cuadro 5 "A". Resultados del análisis químico del suelo del área de investigación.

Identificación	PH	Ppm		Meq/100 gr		ppm				Meq/100 gr					%	
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	CIC	Ca	Mg	Na	K	SB	M.O.
Rango adecuado		12-16	120-150	6-8	1.5-2.5	2-4	4-6	10-15	10-15							
M-1	6.1	77	213	5.3	1.7	2.5	3.5	22.5	14.5	9.15	5.99	1.97	0.21	0.87	98.64	1.06

Cuadro 6 "A". Resultados del análisis físico del suelo del área de investigación.

Identificación	Da (gr/cc)	% HUMEDAD						%			CLASE TEXTURAL
		0.33	1	2	5	10	15	Arcilla	Limo	Arena	
M-1	1.4286	15.92	15.37	13.97	12.68	11.53	10.69	31.84	16.21	51.95	FRANCO ARCILLO ARENOSO

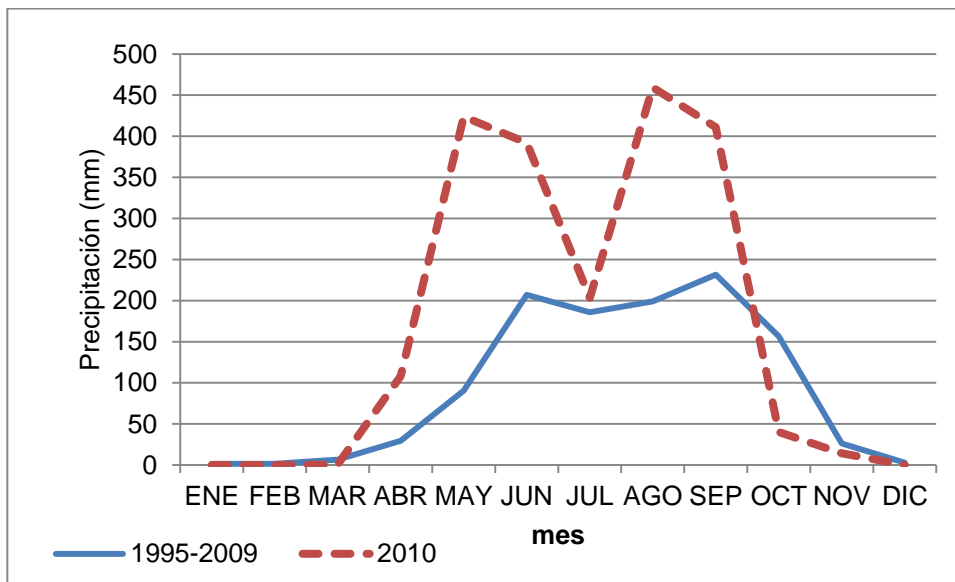


Figura 25 "A". Comparación de los registros históricos de precipitación mensual (1995-2009) y el año 2010.

Fuente: Estación meteorológica de Quezada, Jutiapa. INSIVUMEH, GT.

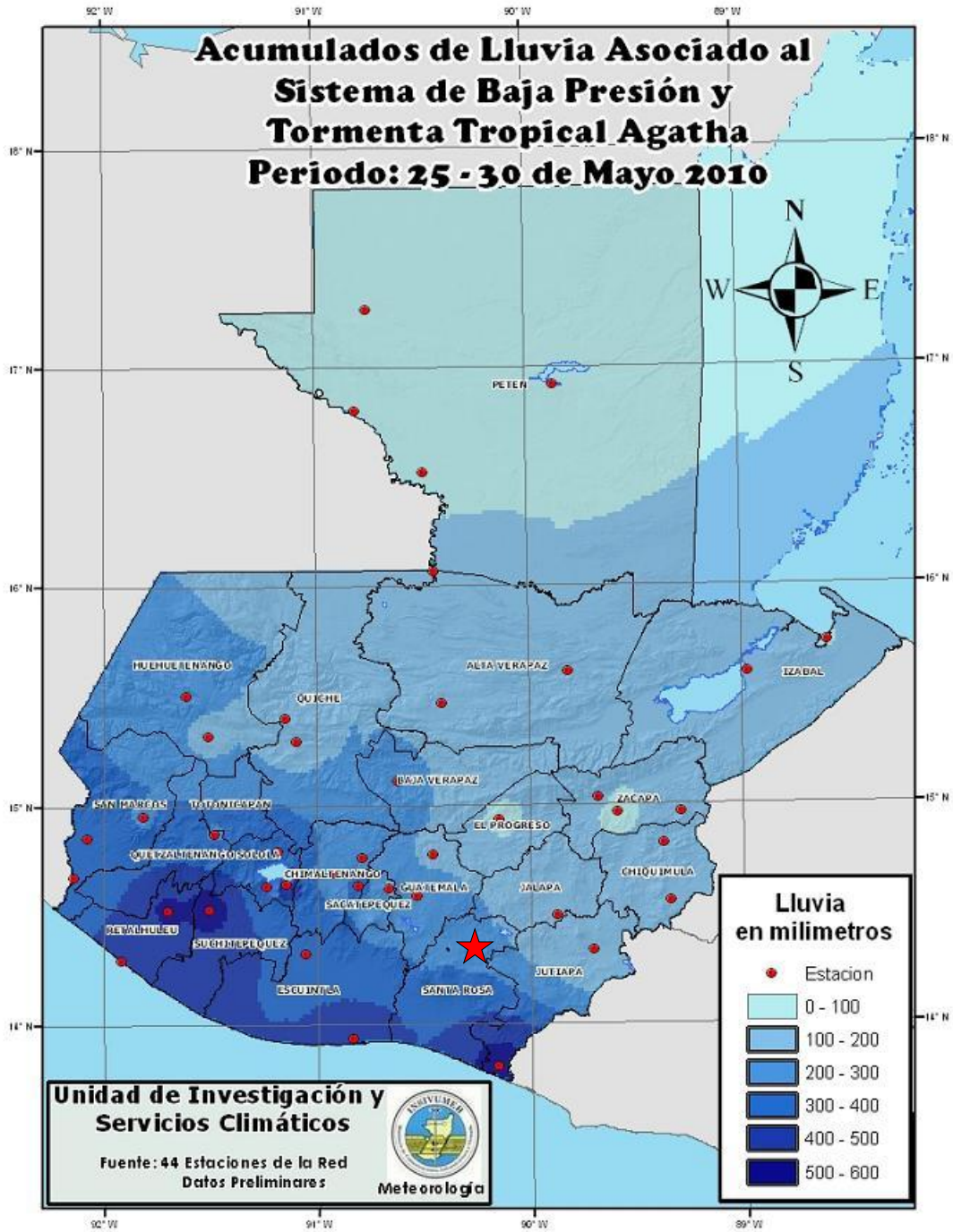
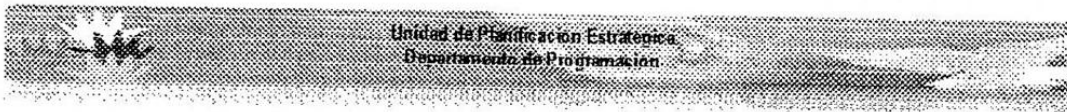


Figura 26 "A". Mapa de acumulados de lluvia asociado a la tormenta tropical Agatha.

Fuente: INSIVUMEH, GT.



**CUadro 24**  
**Población a Programar por Ciclos de Vida y Género**  
 Año: 2010

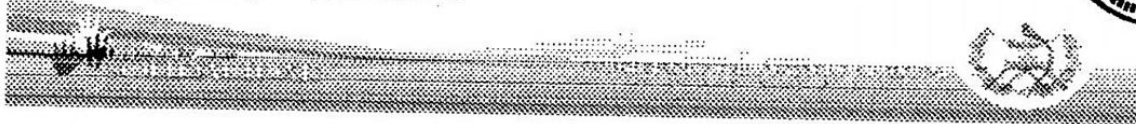
Área de Salud: JUTIAPA Distrito de Salud: EL PROGRESO

Uso del formato: Consolidado de área  Distrito de salud

1 Municipio	2 <29 días		3 29 días a <1 año		4 1 año a <9 años		5 9 años a <20 años		6 20 años a <49 años		7 49 años y más		8 Población Total		9 TOTAL
	Neonatos		Lactantes		Niñez		Adolescencia		Adulto		Adulto mayor		Total		
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	
EL OVEJERO	2	2	26	25	206	198	231	222	299	287	118	114	882	848	1730
POSAS DE AGUA	1	1	9	8	72	69	80	77	104	100	41	40	307	295	602
PARCELAMIENTO OVEJERO	1	0	8	7	61	59	68	66	88	85	35	34	261	251	512
LAGUNA DE RETANA	1	0	5	5	40	39	45	44	59	56	23	22	173	166	339
ASEQUIA	1	0	7	6	53	50	59	56	76	73	30	29	226	214	440
EL PORVENIR	1	1	10	10	84	80	93	90	121	116	48	46	357	343	700
EL PEÑONCITO	1	0	8	8	66	63	73	71	95	91	38	36	281	269	550
LA CIENAGA	0	0	3	2	20	19	22	21	29	27	11	11	85	80	165
MORAN	2	2	22	22	181	173	202	194	261	251	104	99	772	741	1513
PILETAS	1	1	11	10	86	82	95	92	123	119	49	47	365	351	716
LAS UVAS	1	1	9	8	72	69	80	77	104	100	41	40	307	295	602
LAS FLORES	2	2	23	22	187	179	209	201	270	260	107	103	798	767	1565
VALLE ABAJO	2	1	14	14	115	110	129	123	166	160	66	63	492	471	963
EL PINO	1	0	4	4	34	32	38	36	49	47	19	19	145	138	283
CABECERA MUNICIPAL	11	10	115	110	928	891	1037	996	1342	1290	532	511	3965	3808	7773
TOTAL	28	21	274	261	2205	2113	2461	2366	3186	3062	1262	1214	9416	9037	18453

Director General de Servicios de Salud  
 Centro de Salud

Bases para la Programación y Presupuestación Anual





## **CAPÍTULO II**

**EVALUACIÓN DE ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.), EN EL CASERÍO EL RODEO, EL PROGRESO, JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.**

**MULCH PLASTIC PROJECT EVALUATION IN ONION CROP (*Allium cepa* L.), IN VILLAGE EL RODEO, EL PROGRESO, TERRITORIAL DIVISION OF JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.**





## 2.1 PRESENTACIÓN

La utilización de los acolchados plásticos en la agricultura se ha incrementado en los últimos años de manera significativa en varios países, siendo sus principales beneficios que aporta a los cultivos, el control de malezas, obtención de cosechas más tempranas, mejor eficiencia en el uso del agua, mejor aprovechamiento de los fertilizantes e incremento de los rendimientos (Nava 2007).

En Guatemala el uso de acolchado se ha difundido en diferentes cultivos, tal es el caso del melón en el valle de la Fragua en Zacapa (Calderón y Dardón 1995). En el valle de Salamá el 20% de los agricultores utiliza acolchado plástico en el cultivo de tomate (Zembo 2003). En El Progreso, Jutiapa, el uso de acolchado plástico en el cultivo de tomate se ha generalizado, principalmente en el caserío Laguna de Retana (López 2005). Sin embargo, no se ha difundido el uso de esta tecnología en otros cultivos de alta densidad de siembra, tal es el caso de la cebolla, la cual se constituye como una hortaliza de importancia, ocupando el cuarto lugar a nivel mundial, con un volumen de producción de 57.9 millones de toneladas (FAO 2005) y en el ámbito nacional forma parte de la canasta básica familiar (INE 2010).

En el 2004, la empresa productora de plásticos para el desarrollo, Olefinas S.A., desarrollo un acolchado plástico diseñado especialmente para las condiciones de siembra de dicho cultivo, sin embargo, aún no se habían realizado evaluaciones con sustentación científica que validaran la funcionalidad del acolchado en éste cultivo. Desde esta perspectiva nació la propuesta de realizar la presente investigación, mediante la cual se logró evaluar los efectos del acolchado plástico sobre el rendimiento y calidad del cultivo de cebolla.

La presente Investigación fue realizada en el caserío El Rodeo, municipio de El Progreso, Jutiapa; en los meses de mayo a septiembre del 2010. Se contó con el apoyo de la empresa Olefinas S.A, Grupo DISAGRO y agricultores de la región. La investigación consistió básicamente en la evaluación de la tecnología de acolchado plástico en el cultivo de cebolla, utilizando un diseño de parcelas apareadas con 12 repeticiones para contrastarlo con el sistema tradicional empleado por los agricultores de la zona.

Los resultados indican que con el uso de la tecnología de acolchado plástico se obtuvo un incremento de 20.81% en el rendimiento respecto al sistema tradicional; además se obtuvo un mayor porcentaje de bulbos de primera y consecuentemente mayor rentabilidad.

## **2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Según González (2005) el nivel tecnológico utilizado en la producción de cebolla en el municipio de El Progreso, varía de bajo (nivel II) a intermedia (nivel III) para los estratos Microfincas y Fincas Subfamiliares respectivamente; siendo el primer estrato donde se agrupan los pequeños productores. Tanto el nivel tecnológico II como el nivel III, ambos no incluyen el uso de acolchado plástico como tecnología de protección de cultivos, por lo que el desarrollo del cultivo se ve limitado respecto a los beneficios que supone el uso de la tecnología de acolchado plástico.

Según la perspectiva del Banco de Guatemala (2010), las importaciones de cebolla van en incremento, al igual el consumo nacional aparente. Sin embargo, el área cosechada de cebolla tiende a mantenerse al mismo nivel, al igual que la producción y el rendimiento nacional. Esto da lugar a un incremento de la demanda nacional de cebolla que representa una oportunidad de mercado para los productores nacionales, la cual podría ser aprovechada al incrementar los rendimientos mediante la implementación de nuevas tecnologías, como el acolchado plástico.

En el 2004 la empresa productora de plásticos, Olefinas S.A., desarrolló un acolchado plástico diseñado especialmente para las condiciones de «alta densidad de siembra» del cultivo de cebolla. Sin embargo, no se habían realizado las evaluaciones para cuantificar los beneficios del acolchado en este cultivo. Desde esta perspectiva nació la propuesta de realizar la presente investigación, mediante la cual se cuantificaron los beneficios en términos de rendimiento, calidad y rentabilidad.

## 2.3 MARCO CONCEPTUAL

### 2.3.1 TECNOLOGÍA DE CULTIVO PROTEGIDO

La protección de los cultivos se ha convertido en una necesidad para la horticultura y fruticultura moderna y competitiva. La producción anticipada, fuera de estación, la alta calidad de los productos y de alta productividad implican el uso de una serie de tecnologías que se enmarcan dentro del concepto de “Cultivo protegido”.

La tecnología de cultivos protegidos consiste en cultivar plantas protegiéndolas de los factores externos como condiciones climáticas, plagas, enfermedades e igualmente son fertilizadas de acuerdo a los requerimientos diarios de las plantas, por lo cual el rendimiento y calidad obtenidos por éstas, son superiores a los alcanzados en campo abierto (Cardona 2010).

Las instalaciones para protección de cultivos pueden ser muy diversas entre sí, principalmente por las características y complejidad de sus estructuras, así como por la mayor o menor capacidad de control del ambiente. Entre las principales estructuras de protección están: microtúneles, macrotúneles, invernaderos, sombráculos, umbráculos, microtúneles, macrotúneles y acolchado plástico (América 2010).

El **invernadero** es el sistema de protección más utilizado por ser el único que permite el cultivo totalmente fuera de temporada. Este ha experimentado un gran desarrollo acompañado de una notable diversificación de formas, tamaños, materiales de estructuras así como de cobertura. Los **sombráculos** tienen como función el sombreado de los cultivos en terrenos abiertos mediante la disminución de la incidencia de los rayos solares durante el día y la moderación de la temperatura durante las noches frías. Los **umbráculos**, en cambio tienen como utilidad el sostener mallas anti-granizo y/o mallas anti-pájaros y/o anti-insectos, permitiendo, una menor incidencia del ataque de estas plagas y consecuentemente disminuir la utilización de agroquímicos, sin disminuir la ventilación del cultivo (América 2010).

Los **macrotúneles y microtúneles** son una clase de invernaderos que difieren en tamaños (altura y anchura) y generalmente se clasifican en base al volumen de aire encerrado por cada metro cuadrado de suelo (Iturbo 2006).

Otra importante herramienta a la hora de la protección de los cultivos es el uso de los **acolchados plásticos**, que tienen como finalidad varios objetivos, entre los que se destacan: a) impedir el crecimiento de las malas hierbas, b) disminuir el gasto de agua de riego, c) mayor aprovechamiento de los fertilizantes, d) controlar la temperatura del suelo, e) impedir el contacto de los frutos con el suelo para disminuir la incidencia de plagas y enfermedades, etc. (América 2010)

### **2.3.2 PLASTICOS Y SU APLICACIÓN EN LA AGRICULTURA**

La plasticultura va de la mano con el desarrollo de nuevas tecnologías como la de cultivos protegidos. La introducción del plástico en las actividades agrícolas ha generado beneficios en la producción de los cultivos incrementando sus rendimientos; mejorando la calidad de los productos; y haciendo más eficiente su manejo pos-cosecha, pero quizá la ganancia más importante haya sido poder cultivar en tierras aparentemente improductivas (Ocampo 2009).

La diversidad de formas que se le puede dar al plástico permite crear productos específicos para la agricultura, entre ellos: cubiertas de invernaderos, macrotúneles, microtúneles, acolchados, mallas, empaques, solarizado, tuberías de riego, etc.

### **2.3.3 ACOLCHADO O “MULCHING”**

La tecnología del acolchado consiste en colocar materiales tanto orgánicos (compost, residuos como el estiércol, hojas, paja, heno, virutas de madera, etc.) como sintéticos (plástico), cubriendo el suelo, con la finalidad de proteger al cultivo y al suelo de los agentes atmosféricos. El acolchado actúa como barrera de separación entre el suelo y el ambiente para amortiguar los efectos negativos. (Alvarado y Castillo 1999).

El acolchado de polietileno es el material más utilizado a nivel mundial, fundamentalmente por su bajo costo relativo.

El acolchado plástico se fabrica a partir de una resina termoplástica obtenida a partir del etileno polimerizado a altas presiones. Es flexible, impermeable e inalterable al agua, no se pudre ni es atacado por los microorganismos (Alvarado y Gutierrez 1999).

## **A. PROPIEDADES DE LOS PLÁSTICOS**

### **a. PROPIEDADES FÍSICAS**

El *peso* de los filmes de plástico es relativamente bajo, lo que reduce su exigencia en estructuras y por tanto aumenta la uniformidad de la luz en el interior al reducir el sombreo.

La *densidad* está determinada por la cristalinidad de los polímeros. La densidad modifica la flexibilidad, permeabilidad y propiedades térmicas del polímero. Una densidad baja facilita la manipulación y el transporte unido a un menor precio.

La *Resistencia a la rotura* es una propiedad de importancia especialmente en zonas de granizo, nieve o viento; indica la resistencia a la deformación por altas temperaturas y bajas temperaturas.

El *envejecimiento* de los materiales utilizados como cubierta viene determinado por la degradación de sus propiedades físicas, radiométricas<sup>11</sup> y mecánicas (Infoagro.com 2009).

### **b. PROPIEDADES ÓPTICAS**

La *transmitancia* es la propiedad de los materiales de dejar pasar la radiación solar. Se expresa como la relación entre la radiación en el interior de la cubierta y la medida simultáneamente en el exterior, y depende del ángulo de incidencia de la cubierta (Infoagro.com 2009).

### **c. PROPIEDADES TÉRMICAS**

La capacidad de protección contra el frío de un material depende en parte de su transmitancia y de las pérdidas por conducción y convección (Infoagro.com 2009).

## **B. CARACTERÍSTICAS DE LOS PLÁSTICOS PARA ACOLCHADO**

### **a. DURACIÓN DE LOS PLÁSTICOS**

Los plásticos comúnmente empleados tienen diferentes propiedades de elongación tanto a lo largo como a lo ancho (Ibarra y Rodríguez 1991).

---

<sup>11</sup> Cambios en la transmisión de luz de un material.

Todos los plásticos son eventualmente degradados por su exposición a la radiación ultravioleta. La velocidad de este proceso varía en cada plástico y puede ser disminuida por la incorporación de aditivos que inhiben la degradación por radiación ultravioleta. La duración de los plásticos depende principalmente de la latitud y de la estación de crecimiento del cultivo a que se sea expuesto (Ibarra y Rodriguez 1991).

#### **b. ESPESOR DE LOS PLÁSTICOS PARA PLASTICULTURA**

Los plásticos pueden ser producidos en diferentes rangos de espesor, normalmente es dado en micrómetros ( $1 \mu\text{m} = 0.001 \text{ mm}$ ). El termino calibre fue utilizado previamente ( $1 \text{ calibre} = 1 \text{ milésimo de pulgada} = 25.4 \mu\text{m}$ ). Algunos estudios sugieren un espesor de 37.5 micrones tanto en los plásticos negro y transparente para cubrir un ciclo vegetativo hasta de 7 meses. Para un cultivo de 1 año en adelante se sugiere un espesor de 50 a 200 micrómetros (Ibarra y Rodriguez 1991).

#### **c. ANCHURA DE LOS PLÁSTICOS**

Los plásticos angostos son atractivos debido a su bajo costo, pero tienen el inconveniente que solo cubren una porción del suelo, mientras que los plásticos más anchos minimizan el porcentaje de labores culturales fuera del surco (Ibarra y Rodriguez 1991).

### **C. COLOCACIÓN DE ACOLCHADO PLÁSTICO**

La colocación del plástico puede ser manual o mecánica.

#### **a. INSTALACIÓN MANUAL**

Cuando las áreas a acolchar son pequeñas o con inclinaciones que impiden la instalación mecanizada, la instalación debe ser manual. Fernández (1995) recomienda la siguiente metodología:

- i. Una vez realizadas las labores preparatorias del suelo se cava un agujero al inicio del surco.
- ii. Se coloca el extremo de la película dentro del surco.
- iii. Se rellena el orificio con tierra una vez que se ha fijado la película.
- iv. Para cargar el rollo de plástico se pasa una barra por el interior de la bobina.
- v. Para desenrollar la película se necesita de dos personas.

- vi. Se deposita la película sobre el surco lentamente y una tercera persona pondrá paladas de tierra sobre los lados.
- vii. Una vez puesta la película a lo largo del surco córtese el extremo con una navaja y entiérrese como se hizo al inicio de la labor.

#### **b. INSTALACIÓN MECÁNIZADA**

Cuando las áreas a acolchar son extensas debe recurrirse a la colocación mecánica. Para esto se utilizan maquina haladas por tractores, las cuales van colocando el acolchado plástico y las mangueras de riego por goteo de forma simultánea.

### **D. TIPOS DE ACOLCHADO**

Los más utilizados han sido los plásticos negros, pero se han descubierto grandes beneficios adicionales con el desarrollo de los polietilenos coextruidos<sup>12</sup>, plata/negro y blanco/negro, que además de bloquear el paso de luz producen también reflexión, con lo cual aportan luz al reverso de las hojas, estimulando la fotosíntesis y por lo tanto la precocidad y el tamaño de los frutos, además de que inciden en la reducción de áfidos y por lo tanto de ciertos virus de los cuales los insectos son vectores.

Martínez (2009) realizó la siguiente clasificación de los acolchados de polietileno:

#### **a. ACOLCHADO REFLECTIVO.**

Este posee color aluminio en la parte superior reduciendo el ataque de áfidos que transmiten virus. Además, mejora la eficiencia de la difusión de la luz provocando que las porciones inferiores de las hojas del cultivo también realicen la fotosíntesis.

#### **b. ACOLCHADOS COLOR BLANCO.**

Este color reduce la temperatura en relación a los acolchados negros y plata/negro, asemejándose a la temperatura del suelo. Además, mejora la eficiencia de la difusión de la luz provocando que las porciones inferiores de las hojas del cultivo también realicen la fotosíntesis.

---

<sup>12</sup> Se refiere a acolchados plásticos que poseen dos caras. Normalmente la cara inferior es color negro para el control de malezas y la superior varía de acuerdo al efecto que se quiera.



### **c. ACOLCHADO IRT (TRANSMISOR DE INFRARROJOS).**

Trasmite solo los rayos infrarrojos para el incremento de la temperatura en el suelo, pero no la luz visible que es la que utilizan las plantas para realizar la fotosíntesis. Por lo tanto, no hay desarrollo de malezas, pero eleva la temperatura del suelo.

### **d. COMBINACIÓN DE COLORES.**

Son coextruidos (dos caras), normalmente la cara inferior es color negro para el control de malezas y la cara superior puede ser de color gris, blanco, aluminio, etc. para acumular calor, control de insectos, captación de luz, etc.

## **E. EFECTO DEL ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL AMBIENTE FÍSICO.**

El uso de acolchado de polietileno en los cultivos genera importantes modificaciones en el ambiente físico que rodea las plantas, cuya intensidad depende del tipo de polietileno que se utilice. Según Ibarra y Rodríguez (1991) los factores que se modifican con el uso de acolchado son: *humedad, temperatura, estructura y fertilidad del suelo, vegetación espontánea debajo del acolchado y actividad microbiana.*

### **a. MODIFICACIÓN DE LA HUMEDAD**

La impermeabilidad del polietileno impide el escape del agua evaporada del suelo, consiguiendo que el líquido permanezca disponible para las plantas cultivadas, beneficiándose con una alimentación constante y regular.

Los plásticos oscuros, además de impedir el escape de agua, también evitan el crecimiento de malezas, horrándose el agua que éstas pudieran consumir (Alvarado y Castillo 1999).

### **b. MODIFICACIÓN DE LA TEMPERATURA**

Desde el punto de vista térmico, el acolchado se comporta como un amortiguador térmico debido al efecto invernadero producido por el polietileno, que acumula calor en el suelo durante el día y deja salir parte de éste durante la noche, lo que evita o disminuye el riesgo de heladas por bajas temperaturas del aire. Durante la noche el filme detiene en cierto grado el paso de las radiaciones de onda larga (calor) del suelo a la atmósfera.

El calentamiento del suelo se explica por el efecto invernadero ejercido por el polietileno en la pequeña capa de aire que se encuentra entre éste y el suelo. La magnitud de dicho efecto varía según la transmisividad del polietileno a la radiación solar (Alvarado y Castillo 1999).

Con el aumento de la temperatura del suelo hasta un cierto umbral se obtiene un mayor desarrollo radical, que a su vez se expresa en mayor rendimiento y una producción más precoz y de mejor calidad, pero si la temperatura excede dicho umbral los efectos térmicos del acolchado pueden perjudicarlo. El rango óptimo de temperatura para el desarrollo radicular esta entre 20 a 25 °C para la mayoría de las especies. La suma de las temperaturas que actúan sobre una planta tiene importancia primordial en la determinación de su desarrollo y tamaño final (Alvarado y Castillo 1999).

En general no se puede separar totalmente el efecto directo del plástico sobre la temperatura del suelo, por las condiciones de manejo del cultivo. El riego utilizado, disminuye las temperaturas máximas y aumentan las mínimas al mejorar la ganancia térmica en el perfil y suavizar las extremas por el efecto regulador del agua (Alvarado y Castillo 1999).

#### **c. MODIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL SUELO Y ACTIVIDAD MICROBIANA**

El acolchado ayuda a mantener la estructura del suelo, ya que previene la formación de la costra y la compactación mediante la humedad superficial. El suelo permanece poroso, suelto y aireado.

También previene que las lluvias o el riego deterioren la estructura del suelo, además mejoran la tasa de infiltración del agua. Todo ello contribuye a la salud del sistema radicular y al uso más eficaz de los nutrientes. Puesto que las condiciones de aireación son buenas la actividad biológica de los microorganismos del suelo se ve favorecida también (FAO 2002).

#### **d. MODIFICACIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO**

Con el aumento de la temperatura y humedad, en asociación con la actividad de la flora microbiana y la reacción química y bioquímica del terreno, se favorece la

mineralización del suelo, lo que lleva a una mayor disponibilidad de nitrógeno para las plantas. Por otro lado, al reducir la lixiviación evita las pérdidas de este elemento.

También es importante mencionar el efecto de la temperatura sobre la nitrificación, ya que su valor límite para retener la nitrificación se encuentra entre 45 y 52 °C, con una situación óptima que varía según el terreno (muy suelto o muy compacto), entre 25 y 45 °C. Además el terreno desnudo necesita de una saturación hídrica elevada, que varíe entre 60 y 80% para que exista una buena nitrificación. Estos límites de temperatura y humedad son fácilmente obtenibles por medio de acolchado; el abono nítrico queda a disposición en gran parte del acolchado y con un suministro de agua de irrigación; la percolación que es causa de pérdidas de abono nítrico por lavado es reducida al mínimo (Ibarra y Rodríguez 1991).

#### **e. ACCIÓN DEL ACOLCHADO SOBRE LAS MALEZAS**

El crecimiento de malezas bajo el acolchado depende del color del plástico, es decir, de su transmisividad a la luz solar. El polietileno transparente posee una alta transmisión de radiación solar fotosintéticamente activa, lo que favorece el crecimiento de malezas que compiten por agua y nutrientes con el cultivo y además le provocan daño mecánico por levantamiento del acolchado plástico. Sin embargo se puede evitar totalmente el crecimiento de malezas utilizando una película que impida el paso de luz, como es el de color negro o algún coextruido bicolor en que una de sus caras sea de color negro.

Aquellas películas de colores, con valores intermedios de transmisividad, permitirán el desarrollo proporcional de malezas bajo la película, a mayor paso de luz mayor cantidad de malezas (Alvarado y Castillo 1999).

#### **f. MODIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CO<sub>2</sub>.**

El acolchado no permite el paso del CO<sub>2</sub> por lo tanto, el CO<sub>2</sub> producido por la respiración de las raíces se concentra y sale por las perforaciones, por debajo de las plantas, incrementando la concentración de uno de los elementos básicos de la reacción fotosintética. Este efecto se le denomina “efecto chimenea” (Martínez 2009).

## **F. VENTAJAS DEL USO DE ACOLCHADO PLÁSTICO**

Entre los principales beneficios del uso de acolchado plástico están:

- Control de malezas efectivo.
- Reducción de la compactación del suelo permaneciendo suelto y aireado.
- Mejor desarrollo radicular y de la flora microbiana del suelo.
- Mejora fertilidad del suelo.
- Mayor precocidad a la cosecha para aprovechar ventanas de oportunidad
- Reflexión de luz para beneficiar la fotosíntesis.
- Mayor concentración de CO<sub>2</sub> que favorece la fotosíntesis.
- Mejor aprovechamiento del agua.
- Reduce el ahogamiento de las plantas por exceso de humedad.
- Reducción de la lixiviación de fertilizantes.
- Productos más limpios y de mejor calidad al evitar el contacto con el suelo.
- Supresión de labores como: cultivado, desmalezado y aspersiones, evitando así daño mecánico al cultivo.
- Reducción de los costos por mano de obra, herbicidas e insecticidas.
- Alta productividad.
- Incremento en rendimiento total.
- Mayor relación beneficio costo.

## **G. DESVENTAJAS DEL USO DE ACOLCHADO PLÁSTICO**

Las principales desventajas del uso de acolchado son:

- La remoción del acolchado plástico es costoso y puede producir contaminación ambiental.
- Incremento en los costos de producción.
- Requiere de mayor conocimiento para su aplicación correcta.
- Incrementa la erosión del suelo entre las camas de siembra.
- Los cultivos como el ajo, cebolla, cilantro y zanahoria, requieren de acolchados diseñados para alta densidad de siembra, es decir con múltiples perforaciones.
- En terrenos de mayor extensión, debe recurrirse a una colocación mecanizada, lo cual incide fuertemente en los costos de producción.

## 2.3.4 CULTIVO DE CEBOLLA

### A. ORIGEN DE LA CEBOLLA

Planta cuyo origen primario se localiza en Asia central y como centro secundario el Mediterráneo, pues se trata de una de las hortalizas más comunes. Las primeras referencias se remontan hacia 3.200 a.C. pues fue muy cultivada por los egipcios, griegos y romanos. Durante la Edad Media su cultivo se desarrolló en los países mediterráneos, donde se seleccionaron las variedades de bulbo grande, que dieron origen a las variedades modernas. (InfoAgro.com 2009).

Las Cebollas se clasifican según las dimensiones, los colores, la época de maduración de los bulbos y el primer destino del producto.

### B. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DE LA CEBOLLA

La cebolla pertenece a la familia de las liliáceas y su nombre científico es *Allium cepa* L. Su clasificación botánica se describe en el cuadro 7.

Es una planta bianual de días largos, existiendo variedades e híbridos para días cortos, que se adaptan perfectamente a las latitudes de Centro América, países del Caribe y otros países cuyo clima sea similar al que se tiene en Guatemala (Gudiel 1987).



Figura 27. Cebolla (*Allium cepa* L.)

Cuadro 7. Clasificación Botánica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Liliales
Familia:	Liliaceae
Subfamilia:	Allioideae
Tribu:	Allieae
Género:	Allium
Especie:	<i>Allium cepa</i> L.

Fuente: (USDA, 2010)

El tallo es reducido a una plataforma que da lugar por debajo a numerosas raíces y encima a hojas, cuya base carnosa e hinchada constituye el bulbo. El bulbo es tunicado y

está formado por numerosas capas gruesas y carnosas al interior, que realizan las funciones de reserva de sustancias nutritivas necesarias para la alimentación de los brotes y están recubiertas de membranas secas, delgadas y transparentes, que son base de las hojas (InfoAgro.com 2009).

Las hojas son envainadoras, alargadas y puntiagudas en su parte libre. El sistema radicular es fasciculado, corto y poco ramificado; siendo las raíces blancas, espesas y simples, con una profundidad efectiva de 15-20 cm (López y Dennett, 2007). La inflorescencia esta sostenida por un tallo erecto, de 80 a 150 cm de altura. El fruto es una cápsula con tres caras, de ángulos redondeados, que contienen las semillas, las cuales son de color negro, angulosas, aplastadas y de superficie rugosa (InfoAgro.com 2009).

### **C. CICLO VEGETATIVO**

El período vegetativo varía de acuerdo a la época de siembra, cultivar y manejo del cultivo, pero en general la fase de almácigo dura entre 30 y 45 días, y luego el tiempo del trasplante a cosecha en campo es de 120-150 días, sin incluir el período de almacenamiento de postcosecha que es de 1 a 2 meses dependiendo si es para consumo fresco o para producción de semilla botánica (Nicho 2006).

En el ciclo vegetativo de la cebolla se distinguen cuatro fases fenológicas: Ciclo Herbáceo, Formación de Bulbos, reposo Vegetativo y Reproducción sexual.

#### **a. CRECIMIENTO HERBÁCEO**

Comienza con la germinación, formándose un tallo muy corto, donde se insertan las raíces y en el que se localiza un meristemo que da lugar a las hojas. Durante esta fase tiene lugar el desarrollo radicular y foliar (InfoAgro.com 2009).

#### **b. FORMACIÓN DE BULBOS**

Se inicia con la paralización del sistema vegetativo aéreo y la movilización y acumulación de las sustancias de reserva en la base de las hojas interiores, que a su vez se engrosan y dan lugar al bulbo. Durante este periodo tiene lugar la síntesis de glucosa y fructosa que se acumulan en el bulbo. Se requiere fotoperiodos largos, y si la temperatura durante este proceso se eleva, esta fase se acorta (InfoAgro.com 2009).

### **c. REPOSO VEGETATIVO**

La planta detiene su desarrollo y el bulbo maduro se encuentra en latencia (InfoAgro.com 2009).

### **d. REPRODUCCIÓN SEXUAL**

Se suele producir en el segundo año de cultivo. El meristemo apical del disco se desarrolla gracias a las sustancias de reserva acumuladas, y emerge un tallo floral que da lugar a una inflorescencia en umbrela (InfoAgro.com 2009).

## **D. REQUERIMIENTOS EDAFO-CLIMÁTICOS**

### **a. CLIMA**

Se adapta a clima cálido, templado y frío, alturas comprendidas entre los 30 y 2750 msnm<sup>13</sup>, produciéndose mejor en altitudes de 300 a 1800 msnm (Gudiel 1987).

### **b. TEMPERATURA**

Los rangos de 25 a 30° C. aceleran la formación del bulbo si el fotoperiodo es el adecuado (Alvarado 2000).

### **c. LUMINOSIDAD**

La formación del bulbo está influenciada por varios factores, pero el más importante es el fotoperiodo. Esto significa que las condiciones de días largos, estimulan la formación de los bulbos. El umbral crítico en la longitud del día permite clasificar los cultivares en tres grupos: de día corto 12-13 horas, día intermedio 13-14 horas y de día largo 14-16 horas (Alvarado 2000).

### **d. SUELO**

La cebolla prefiere suelos sueltos Franco arenoso y arcillo-arenoso, adaptándose a otras clases siempre que no sean demasiado pesados, con un pH de 6 – 7, sanos, profundos, ricos en materia orgánica, de consistencia media y no calcárea. En terrenos pedregosos, poco profundos, mal labrados y en los arenosos pobres, los bulbos no se desarrollan bien y adquieren un sabor fuerte (InfoAgro.com 2009).

---

<sup>13</sup> Metros sobre el nivel del mar.

## E. RIEGO

Una vez que las plantas han iniciado el crecimiento, la humedad del suelo debe mantenerse por encima del 60% del agua disponible en los primeros 40 cm. del suelo. El exceso de humedad al final del cultivo repercute negativamente en su conservación. Se recomienda que el suelo tenga una buena retención de humedad. El pH debe estar entre 6 y 6.5 (InfoAgro.com 2009).

Después del trasplante se debe mantener el terreno con humedad adecuada para lograr un buen “prendimiento”; asimismo no debe faltar agua en la etapa de desarrollo vegetativo y desarrollo de bulbo. Cuando se inicia a doblarse las plantas (15 – 30 días antes de la cosecha) se debe dejar de regar con el fin de obtener bulbos compactos y buena conservación en postcosecha (Nicho Salas 2006).

## F. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LA CEBOLLA

Según los estudios realizados por Lardizabal (2007) los requerimientos de la cebolla para la producción de 47 Tm ha<sup>-1</sup> son los siguientes:

Cuadro 8. Requerimientos nutricionales.

Compuestos	Kg/ha
N	144
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	134
K <sub>2</sub> O	223
Ca	133
Mg	48
S	49

## G. ÉPOCA DE SIEMBRA

En las zonas cálidas, regiones comprendidas entre los 300 y 1000msnm, se siembra en los meses de julio a noviembre. En la zona templada y fría, regiones comprendidas entre los 1200 a 1800 msnm, de agosto a noviembre.

## H. RECOLECCIÓN

Cuando el 50% las plantas presentan hojas que se doblan, es señal que el cultivo ha llegado al estado conveniente de madurez o cosecha (Nicho Salas 2006).



## I. COMERCIALIZACIÓN

La cebolla seca se comercializa en sacos de malla rojiza y con un peso aproximado de 25 kg. Los bulbos son clasificados por tamaños dependiendo de las preferencias del mercado (InfoAgro.com 2009).

### 2.3.5 CURVAS DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

Según Sancho (2001) una curva de absorción es la representación gráfica de la extracción de un nutriente por parte de la planta durante su ciclo de vida. La importancia radica en determinar las épocas de mayor absorción de nutrientes y definir las épocas de aplicación de los fertilizantes, que generalmente deberán aplicarse una o dos semanas antes de este pico de alto requerimiento de nutrientes.

Con las curvas de absorción se logra maximizar el aprovechamiento de los fertilizantes y también nos permiten también conocer la calidad nutritiva para consumo humano y animal.

La extracción de nutrientes depende de diferentes factores tanto internos como externos, los más sobresalientes son:

#### **A. Factores internos**

- a. El potencial genético de la planta. Por esta razón es ideal determinar la curva de extracción para cada cultivar.
- b. Edad de la planta, o estado de desarrollo de la misma. La curva necesariamente debe reflejar los cambios nutricionales dependientes de la fenología de la planta. Con esto se pueden asociar puntos de máxima absorción con puntos claves de desarrollo como prefloración, floración, fructificación etc.

#### **B. Factores Externos**

Los factores externos son aquellos relacionados con el ambiente donde se desarrolla la planta como la temperatura, humedad, brillo solar, etc.

Sancho propone la siguiente metodología para elaborar una curva de absorción:

- a. Seleccionar el cultivar a estudiarse (es importante no mezclar plantas genéticamente diferentes en una misma curva).
- b. Seleccionar plantas tipo para el muestreo secuencial de biomasa. Estas plantas deben estar desarrollándose en condiciones ideales de suelo y manejo.
- c. Definir las etapas fenológicas más importantes del ciclo de cultivo. Cada una de estas etapas fenológicas debe estar representada en el muestreo. Generalmente se las determina en días después de la siembra o trasplante.
- d. Tomar por lo menos tres muestras en cada etapa fenológica previamente determinada.
- e. Dividir las plantas muestreadas en sus diferentes tejidos morfológicos (raíz, tallo, hojas, peciolo, frutos etc.). Esto depende de la minuciosidad del experimento.
- f. Medir el peso fresco de las muestras y enviarlas al laboratorio para la determinación de peso seco, humedad y contenido de nutrientes.
- g. Calcular el peso seco promedio y el contenido promedio de nutrientes de las plantas muestreadas y determinar la cantidad de biomasa acumulada y las cantidades de nutrientes extraídas por el cultivo en gramos por planta. Conociendo la población por área se puede calcular la extracción en  $\text{kg ha}^{-1}$ .
- h. Graficar la curva de crecimiento (materia seca acumulada en cada estado de muestreo) y la curva de absorción (cantidades extraídas de cada elemento en cada estado de muestreo).

## 2.4 MARCO REFERENCIAL

Las características geográficas, de suelo y clima del área de investigación fueron presentadas en el marco referencias del capítulo anterior, inciso 1.2. En este inciso se precisa contextualizar la investigación con la situación actual de mercado de la cebolla, su impacto en la economía nacional y trabajos realizados por otros autores sobre la temática en cuestión (*antecedente*).

### 2.4.1 IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE CEBOLLA

El principal valor de la cebolla es su uso como condimento, ocupando un lugar preferente en todos los hogares del mundo, pudiendo utilizarse bulbos y tallos verdes en estado fresco, así como también el bulbo seco, deshidratado en polvo (Gudiel 1987).

La cebolla ocupa el cuarto lugar en la producción mundial de hortalizas, con un volumen de 57,9 millones de toneladas (FAO 2005). Según Gudiel (1987) en el mundo se producían más de 20 millones de toneladas métricas de cebolla, procedentes de 2 millones de hectáreas. Los rendimientos oscilaban entre 11 y 15 toneladas (220 – 300 quintales).

Actualmente la producción mundial de cebolla ha crecido en las últimas décadas (figura 28). Este crecimiento ha sido mayor en los últimos años: en 1996 se produjeron 43 millones de toneladas y en el año 2006, casi 65 millones de toneladas. El crecimiento acumulado en este periodo fue de casi un 50%, con una tasa promedio anual de 4.93%. Esto ha sido consecuencia de una expansión de la superficie del cultivo, conjuntamente con un aumento en los rendimientos, de 17.6 toneladas por hectáreas a 19.55 toneladas (Ottone 2008).

Más del 50% de la producción se concentra entre los 5 principales países productores (figura 29); China con 19,80 millones de toneladas. (30.2%), le sigue India con un volumen de 6,44 millones (9,9 %), luego EE.UU con 3,34 millones (5,2 %), Pakistán 2,05 millones (3,2 %) y Rusia con una producción de casi 1,8 millones de toneladas (2.75%) en 2006 (Ottone 2008).

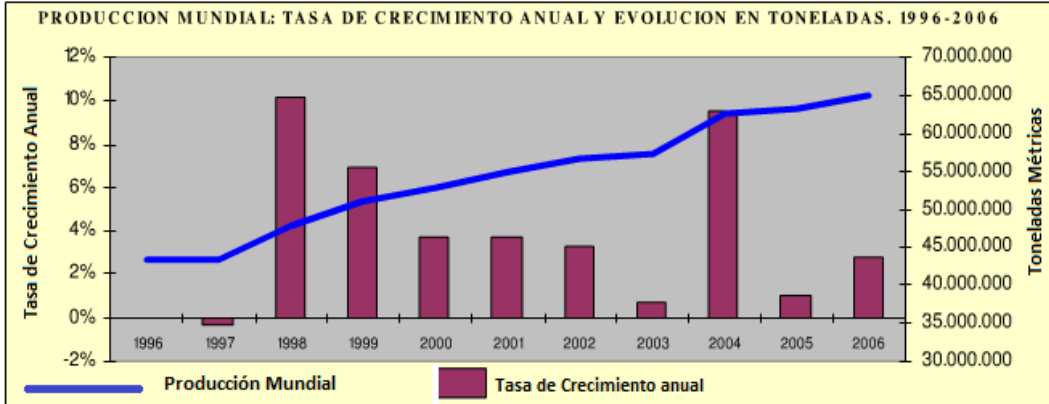


Figura 28. Producción Mundial de cebolla: tasa de Crecimiento Anual 1996 – 2006. (Ottone, 2008)

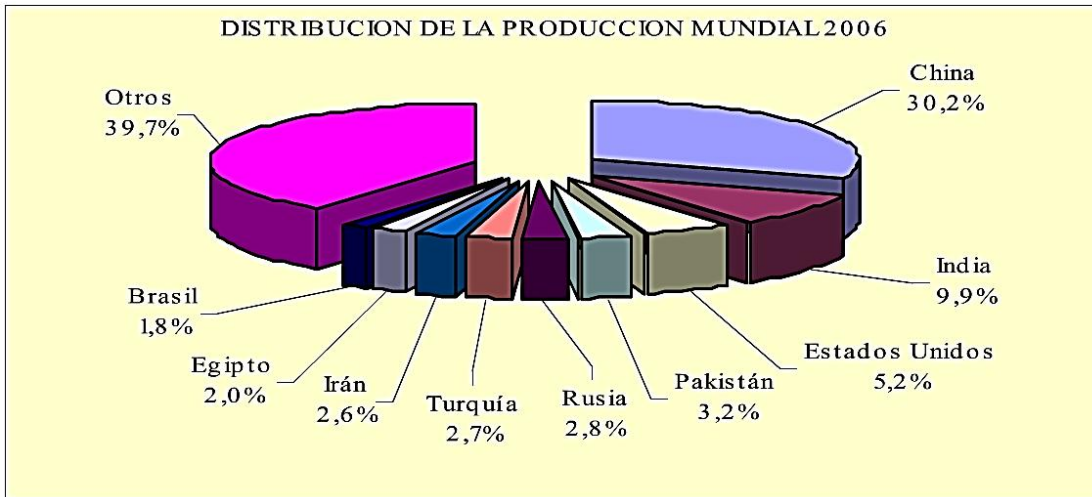


Figura 29. Distribución de la producción Mundial de cebolla (Ottone, 2008).

Fuente: Banco de Guatemala 2010.

## 2.4.2 MERCADO NACIONAL

### A. OFERTA

En los últimos años la producción nacional muestra una tendencia a mantenerse estable (figura 30), sin embargo, en años anteriores han ocurrido algunas fluctuaciones marcadas debido principalmente a factores climáticos, tal es el caso de la tormenta Stan en el 2005, la cual provocó pérdidas en los cultivos y bajas en el rendimiento (figura 31).

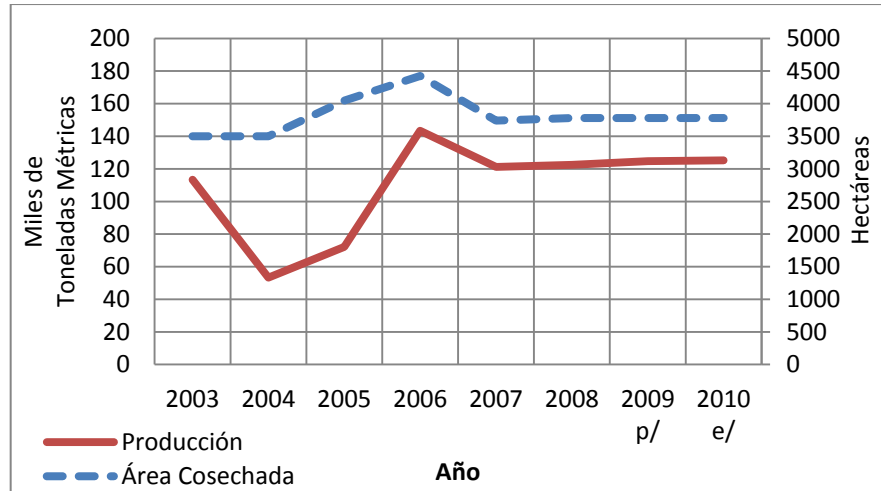


Figura 30. Producción y Área Cosechada de cebolla en la República de Guatemala.

Fuente: Elaborado con datos del Banco de Guatemala, 2010.

El rendimiento promedio nacional de los años 2003 al 2010 es de 28.60 Tm ha<sup>-1</sup>.

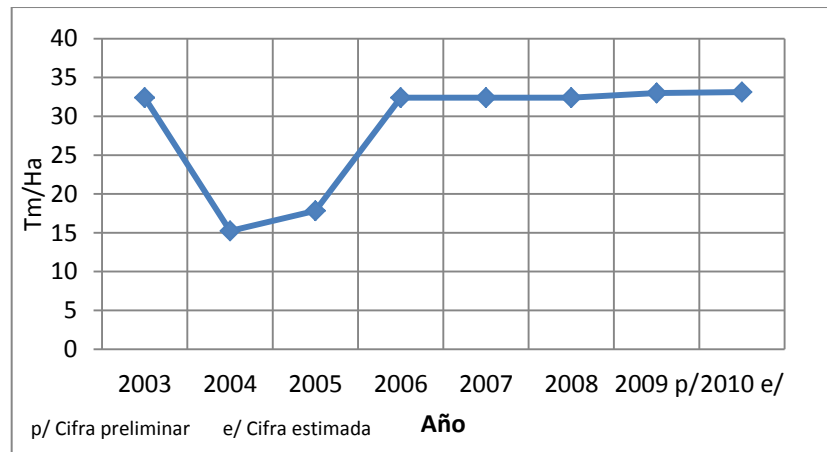


Figura 31. Rendimiento del cultivo de cebolla a nivel nacional.

Fuente: Banco de Guatemala 2010.

La ubicación del área de investigación se justifica considerando que de acuerdo al IV Censo Nacional Agropecuario año 2003, realizado por el Instituto nacional de estadística (INE), el departamento de Jutiapa es uno de los más importantes centros de producción de cebolla, abarcando el 21.4% de la producción nacional (figura 32).

En el municipio de El Progreso el cultivo de cebolla ocupa el segundo lugar en la participación de ingresos, con una producción total de 1,346 quintales a partir de un total de 14 hectáreas cultivadas (González 2005).

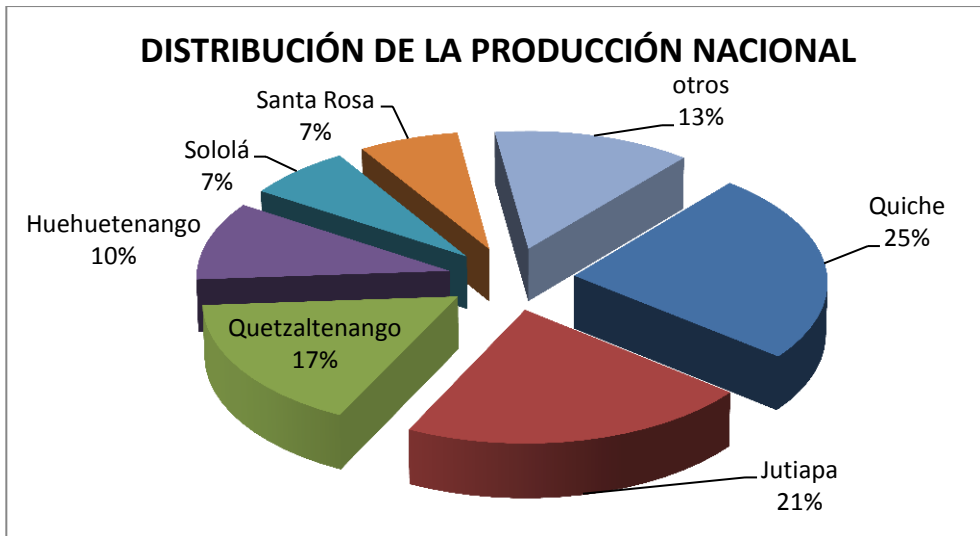


Figura 32. Distribución de la Producción de cebolla a Nivel Nacional.

Fuente: INE 2003.

## B. EXPORTACIONES E IMPORTACIONES

En cuanto al comercio exterior de la cebolla (figura 33), las exportaciones manifiestan un decremento del 2007 al 2009, contrario a las importaciones que se han incrementado. Esto sugiere un mayor consumo de cebolla a nivel nacional.

El principal país de origen de las importaciones es México y los principales países destino de las exportaciones en orden de importancia son El Salvador, Estados Unidos, Costa Rica, Nicaragua y Honduras (Banco de Guatemala 2010).

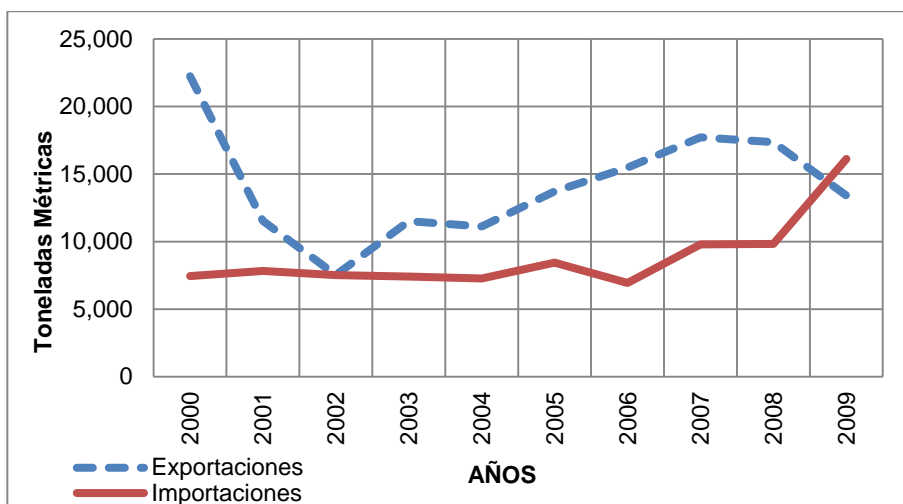


Figura 33. Importaciones y exportaciones de cebolla en Guatemala.

Fuente: Elaborado con datos del Banco de Guatemala.

### C. DEMANDA NACIONAL

Guatemala ha perfilado como un exportador neto de cebolla, sin embargo, en los últimos años el CNA presenta una tendencia al incremento, llegando a consumirse casi lo que se produce actualmente. Esto supone que lo que antes se exportaba ahora se queda dentro del país y además es necesario recurrir a mayor cantidad de importación para satisfacer la demanda actual.

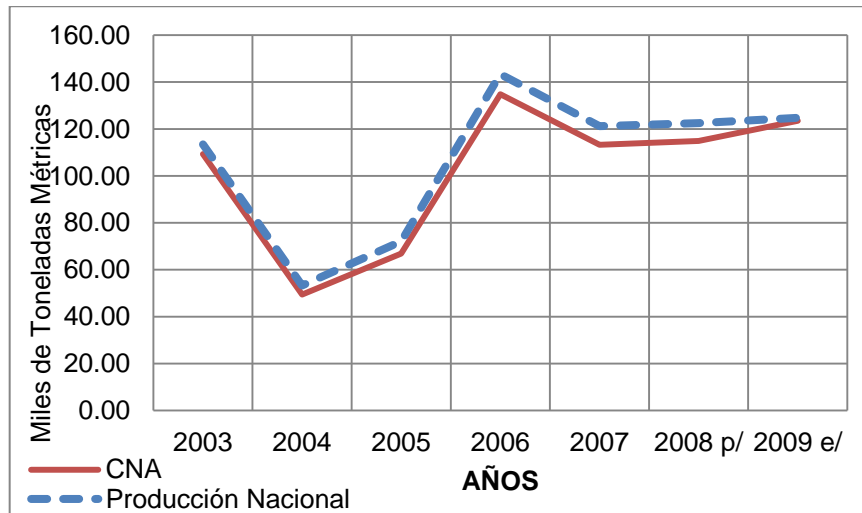


Figura 34. Consumo Nacional aparente de cebolla.

Fuente: Elaborado con datos del Banco de Guatemala.

### D. PRECIOS

Según los precios registrados por el Sistema de Información de Mercados del MAGA<sup>14</sup>, del año 2003 al 2009, éstos varían de acuerdo con el comportamiento estacional de la producción nacional de cebolla, encontrándose los mayores volúmenes en los meses de febrero a marzo (figura 35), período en el cual la tendencia de los precios es a la baja.

La época de menor oferta, en la que los precios tienden a ser más altos se observa durante los meses de septiembre a diciembre; también debe considerarse la participación permanente de cebolla importada principalmente de México para satisfacer la demanda nacional, (Banco de Guatemala 2010).

<sup>14</sup> Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

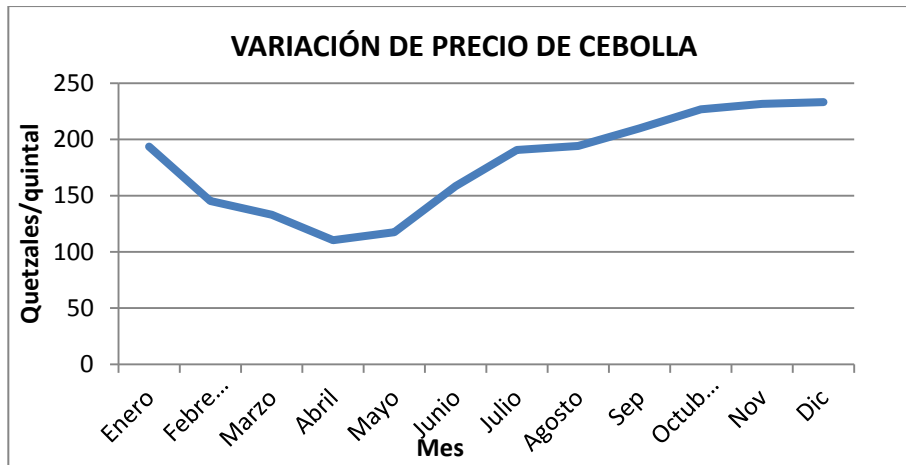


Figura 35. Comportamiento del precios promedio de cebolla (Quetzales/qq), pagados al mayorista en el mercado “LA TERMINAL”, Guatemala, C.A.

Fuente: Banco de Guatemala 2010.

## E. ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA CEBOLLA

En el 2009 el cultivo de la cebolla generó 1,425,600 jornales. La cantidad de empleos permanentes por año es de 5,091 jornales (Banco de Guatemala 2010).

### 2.4.3 NIVELES TECNOLÓGICOS UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN DE CEBOLLA EN EL PROGRESO, JUTIAPA.

Según el estudio realizado por González (2005) el municipio de El Progreso se caracteriza por ser eminentemente agrícola, destacándose los siguientes cultivos: Tomate, cebolla, maíz, frijol, chile pimiento, arroz, maicillo y pepino, los cuales son cultivados en diferentes estratos de fincas que se clasifican de acuerdo a la extensión territorial y el nivel tecnológico empleado para la producción. González consideró tres estratos: a) Microfincas (una cuerda y menos de una manzana, esto es menor de 0.7 hectáreas), b) Fincas Subfamiliares (de una manzana a menos de 10 manzanas, esto es de 0.7 – 7 hectáreas), c) Fincas Familiares (de 10 hasta 64 manzanas, esto es de 7 – 44.8 hectáreas).

En cuanto a los niveles tecnológicos, González diferenció cuatro niveles, los cuales se detallan en la cuadro 23 “A”. En el caso de la cebolla únicamente se produce en los estratos de Microfincas y Fincas Subfamiliares, utilizando los niveles tecnológicos II y III respectivamente.



#### **2.4.4 ANTECEDENTES SOBRE EL TEMA DE INVESTIGACIÓN**

Renquist (1982) señala que al cultivar fresa con acolchado de polietileno en verano, se requiere un tercio del agua en comparación a la que necesita cuando es cultivada sin acolchado y concluyen que el acolchado mejora la eficiencia del uso del agua y se expresa en un mayor rendimiento de frutos; esto da como resultado mejor conservación de la humedad del suelo, e indirectamente, por las mayores temperaturas de suelo registradas al usar acolchado.

Al-Assir et al. (1992) trabajando en lechuga del tipo romana encontraron que el nivel de nitrato del suelo fue mayor en los suelos con acolchado que en los descubiertos y concluyeron que cultivada en climas moderados y suelos con adecuado nivel de nitrógeno, no responde al uso de polietileno transparente.

Contreras (1993) encontró que la lechuga cultivada bajo invernadero aumentó el porcentaje de infección de raíces por micorrizas cuando se usó acolchado de polietileno.

Con parcelas demostrativas sin diseño experimental, se llevó a cabo un estudio en las instalaciones del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), Chimaltenango. Se evaluó el polietileno coextruido blanco-negro en arveja china, recubriendo el suelo con dicho polietileno contra surcos sin recubrir. Se realizó el experimento en dos épocas: en octubre de 1993 a enero de 1994 y la otra de febrero de 1994 a mayo de 1994. Se observó que con acolchado se obtuvo mayor rendimiento, mejor aprovechamiento y conservación de la humedad, se alcanzó una rentabilidad del 58% y al no utilizar este método, la rentabilidad fue de 11% y el polietileno se pudo usar dos veces reduciendo los costos (Calderon y Dardón 1995).

Estudios realizados en el Campo Experimental Antumapu de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, se concluyó lo siguiente: Existe un efecto regulador de las temperaturas mínimas y máximas del suelo bajo las cubiertas plásticas. Las temperaturas mínimas se mantienen 2 - 3 °C sobre el testigo sin acolchar cualquiera sea la época de cultivo; siendo especialmente importante este efecto en los meses de invierno, para favorecer la mineralización del nitrógeno y absorción de nutrientes que se ven afectados por falta de temperatura. Por otra parte, las temperaturas máximas también

superan al testigo sin acolchar pero sin llegar a condiciones estresantes para las plantas. Todo esto se traduce en mayores producciones de los tratamientos con acolchado, respecto al testigo sin acolchar (Citado por Alvarado y Gutierrez 1999).

También concluyeron que los filmes que mejor respuesta han presentado para uso como acolchado en la época de verano están: el de color negro, que presenta la menor reflexión (9%), acercándose a las características propias de un cuerpo negro, que absorbe un 91% de la radiación que incide sobre él, es el que más se calienta pudiendo causar quemaduras en aquellas estructuras de la planta en contacto con el filme. El acolchado color plateado, al igual que el negro, presenta un total control de malezas bajo el filme, se calienta menos que el negro porque su coloración brillante permite que parte de la radiación incidente se refleje, presentando un mayor albedo; y el polietileno coextruido blanco/negro, presenta una ventaja adicional, ya que además del control de malezas éste refleja toda la luz incidente, evitando que se caliente el filme y permitiendo una mayor iluminación para el cultivo, lo que se traduce en mayor fotosíntesis y finalmente en mayor producción (Citado por Alvarado y Castillo 1999).

En un estudio realizado en la Universidad de Maule, Talca, Chile, se evaluó el comportamiento térmico del suelo bajo acolchado transparente, café, blanco y el testigo (figura 36).

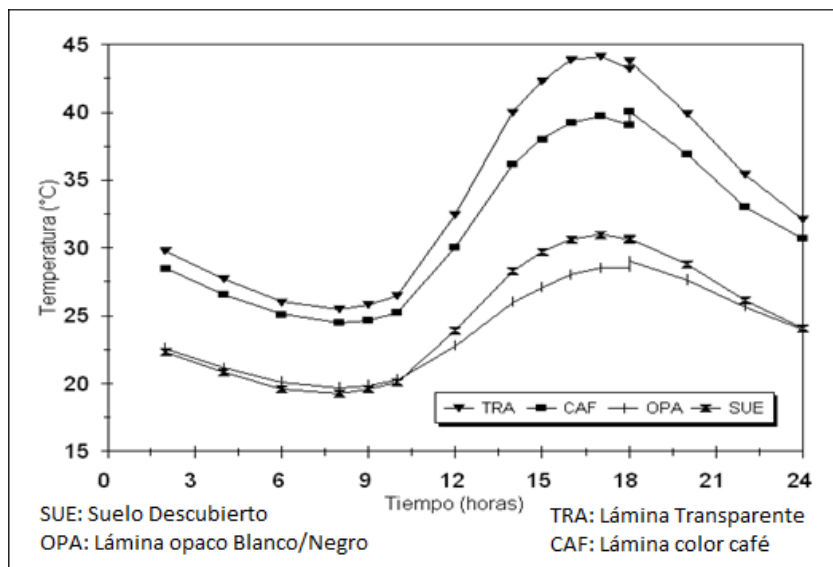


Figura 36. Evolución de la temperatura del suelo a 7 cm de profundidad en un ciclo diario bajo diferentes tratamientos, en la Universidad de Maule, Talca, Chile en el año 2001.

Los registros de las temperaturas durante un ciclo diario revelaron que las diferencias entre tratamientos son expresadas principalmente por la diferente acumulación de calor durante el día, siendo el acolchado transparente el que alcanza las mayores temperaturas, seguido del café. Es interesante destacar que el menor incremento diario del acolchado blanco/negro respecto al testigo se compensa con protección nocturna (Misle y Norero 2001).

Ibarra et al. (2001) evaluaron la efectividad de las cubiertas flotantes en combinación con acolchado plástico en el control de mosca blanca y su efecto en el rendimiento de calabacita. Los tratamientos de acolchado sólo o acolchado más cubierta flotante, indujeron significativamente menores valores de días a inicio de cosecha y mayores valores de cobertura por planta en comparación con el testigo. Los acolchados plásticos blancos, negros y blanco/negro registraron los mayores rendimientos con 35.4 y 35.2 y 31.1 Tm ha<sup>-1</sup>, respectivamente; mientras que en el testigo sólo se alcanzó un valor de 21.4 Tm ha<sup>-1</sup>. Los tratamientos de cubierta flotante registraron prácticamente valores de cero incidencias de mosca blanca, mientras que acolchado plástico blanco aunque registró el mayor rendimiento, también registró el mayor número moscas blancas con respecto al resto de los tratamientos.

Ortiz et al. (2003) evaluaron los efectos del acolchado plástico (con y sin) en el cultivo de algodón. El acolchado redujo los valores de longitud y resistencia de la fibra, pero elevó el porcentaje de fibra. El acolchado también acortó en 22 días el periodo a la cosecha comparado con el promedio regional.

Mendoza et al. (2004) estudiaron la respuesta del crecimiento y rendimiento de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) a dos regímenes de aplicación del riego, usando el sistema de goteo por cintilla y aplicados en dos períodos de desarrollo y seis tratamientos de acolchado plástico. Los tratamientos de acolchado plástico incluyeron seis niveles: color negro, rojo, blanco, azul, verde y sin acolchar. Los resultados indican que el acolchado plástico incrementa el índice de área foliar, producción de materia seca y la tasa de crecimiento relativo; el color del plástico afectó de manera diferencial estas variables durante el ciclo del cultivo. Los efectos del régimen del riego se hicieron evidentes después de los 48 días después del trasplante.

García et al. (2008) evaluaron durante dos años el comportamiento de las cultivares de Esparrago blanco, UC 157 F1 y ocho híbridos experimentales reunidos en dos grupos de precocidad (precoces y tardíos), con el uso de polietileno negro y cristal en acolchado de suelo. El acolchado transparente manifestó un adelanto significativo en la producción de turiones de los cultivares precoces en relación al polietileno negro y al testigo respectivamente.

En cuanto a rendimientos de cebolla, Pineda (1987) evaluó diferentes frecuencias de riego, obteniendo  $27.07 \text{ Tm ha}^{-1}$ ,  $23.65 \text{ Tm ha}^{-1}$ ,  $21.63 \text{ Tm ha}^{-1}$ , y  $12.76 \text{ Tm ha}^{-1}$ , para frecuencias de 8, 12, 16 y 32 días. La variedad utilizada fue "Chata mexicana", se realizó control manual de malezas, sistema de riego por surcos sin tecnología de acolchado, bajo condiciones de La Laguna El Hoyo, Monjas, Jalapa, similares en altitud y zona de vida donde se realizó la presente investigación.

Guevara (2001) evaluó tres niveles de nitrógeno (100, 150, 200, 250  $\text{Kg ha}^{-1}$ ) utilizando la variedad Chata Mexicana, fertilización al voleo y riego por gravedad, obteniéndose un rendimiento promedio de  $25.822 \text{ Tm ha}^{-1}$  y las siguientes extracciones de nutrientes por parte de la planta de cebolla:  $44.54 \text{ Kg N.ha}^{-1}$ ,  $9.73 \text{ Kg.P ha}^{-1}$ ,  $70.21 \text{ Kg K.ha}^{-1}$ ,  $28.94 \text{ Kg Ca.ha}^{-1}$ , y  $7.16 \text{ Kg Mg.ha}^{-1}$ , todos inferiores a los niveles evaluados. Realizado bajo condiciones de Asunción Mita, Jutiapa.

Guerra (2010) determinó que los niveles de extracción de cebolla De Castilla bajo condiciones de San Juan Ermita, Chiquimula fueron:  $58.44 \text{ Kg N.ha}^{-1}$ ,  $7.61 \text{ Kg P.ha}^{-1}$  y  $70.30 \text{ Kg K.ha}^{-1}$ . Se utilizó método de riego por inundación y fertilización al voleo.

Milanez y Duarte (2002) llevaron a cabo la evaluación de cuatro dosis de nitrógeno en Brazil (0, 60, 120 y  $280 \text{ Kg N.ha}^{-1}$ ) y tres de potasio (0, 90,  $180 \text{ Kg K}_2\text{O.ha}^{-1}$ ) en un diseño de bloques al azar. Se concluyó que el óptimo de producción se obtiene con  $96.5 \text{ Kg N.ha}^{-1}$  y  $90 \text{ Kg K}_2\text{O.ha}^{-1}$ , lo que produjo rendimiento de hasta  $36.6 \text{ Tm ha}^{-1}$ .

## **2.5 OBJETIVOS**

### **2.5.1 GENERAL**

1. Evaluar el efecto del acolchado plástico sobre el rendimiento y calidad del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.).

### **2.5.2 ESPECÍFICOS**

1. Evaluar el rendimiento y calidad del cultivo de cebolla utilizando acolchado plástico.
2. Evaluar el comportamiento de la humedad del suelo utilizando acolchado plástico en el cultivo de la cebolla.
3. Evaluar el comportamiento de la temperatura del suelo utilizando acolchado plástico en el cultivo de cebolla.
4. Elaborar las curvas de absorción de macronutrientes en el cultivo de cebolla utilizando acolchado plástico.
5. Evaluar la rentabilidad del cultivo de la cebolla utilizando acolchado plástico.

## 2.6 METODOLOGÍA

### 2.6.1 DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO

El tratamiento evaluado fue el uso de acolchado plástico “cebollero” comparado con el testigo relativo sin acolchar.

T1 = Acolchado plástico “cebollero”, color Plata-negro.

T2 = Testigo relativo (Sin Acolchado).

**Acolchado plástico “cebollero” plata-negro:** Consistió en la utilización de un acolchado coextruido Plata/Negro sobre la base del nivel tecnológico III, que incluye fertirrigación, semilla mejorada y alta aplicación de insumos, así como mano de obra calificada. Las características del acolchado son: Cada rollo tiene medidas de 1.32 m de ancho (52 pulgadas) por 1220 m de largo (4000 pies), 18.75  $\mu\text{m}$  de grosor (0.75 milésimas de pulgada) y una duración garantizada de 10 meses. Posee 5 hileras distanciadas 0.20 m y 0.12 m entre planta. Perforaciones de 32 mm de diámetro (ver figura 37).

**Testigo relativo:** Representa el manejo tradicional que los agricultores le dan al cultivo de cebolla en la región, equivalente al nivel tecnológico III, sin cobertura del suelo.

A ambos tratamientos se les aplicó el mismo manejo agronómico en cuanto a distanciamientos, fertilización y control de plagas, exceptuando el control de malezas. En el caso del testigo se realizaron aplicaciones de herbicidas y control manual, mientras que el acolchado ejerció un control sobre las malezas al evitar el paso de luz, por lo que la cantidad de jornales necesarios se redujo.

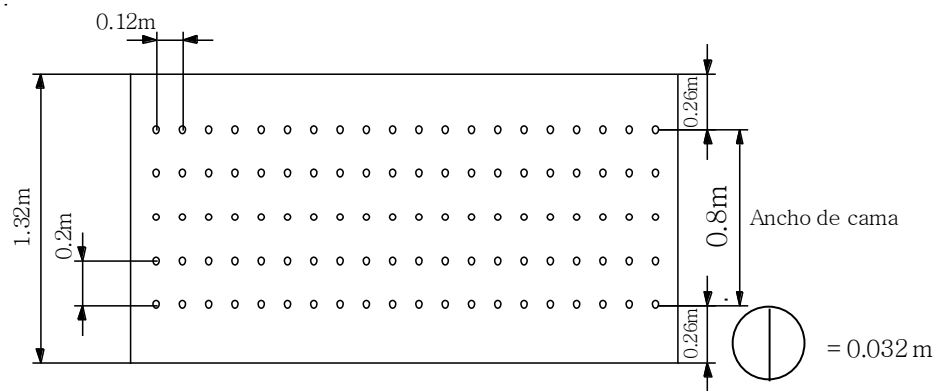


Figura 37. Características del acolchado plástico “cebollero” de 5 hileras.

### 2.6.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó un solo factor correspondiente a la variable independiente “cobertura del suelo”. Debido a que se trató de un solo tratamiento comparado con el testigo relativo, el diseño en campo fue en un arreglo de parcelas apareadas. Se realizaron 12 repeticiones o parejas considerando la homogeneidad del material experimental (acolchado plástico) y la disponibilidad de área experimental (0.072Ha).

### 2.6.3 MODELO ESTADÍSTICO

El diseño en parcelas apareadas es considerado el nivel más básico de un diseño en bloques al azar, donde únicamente se evalúan dos tratamientos.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \left\{ \begin{array}{l} i=1,2,3,\dots,\tau \\ j=1,2,3,\dots,r \end{array} \right\}$$

Siendo:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta observada (rendimiento).

$\mu$  = Media general de la variable respuesta (rendimiento).

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = Efecto de j-ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$  = Error asociado a la ij-ésima unidad experimental.

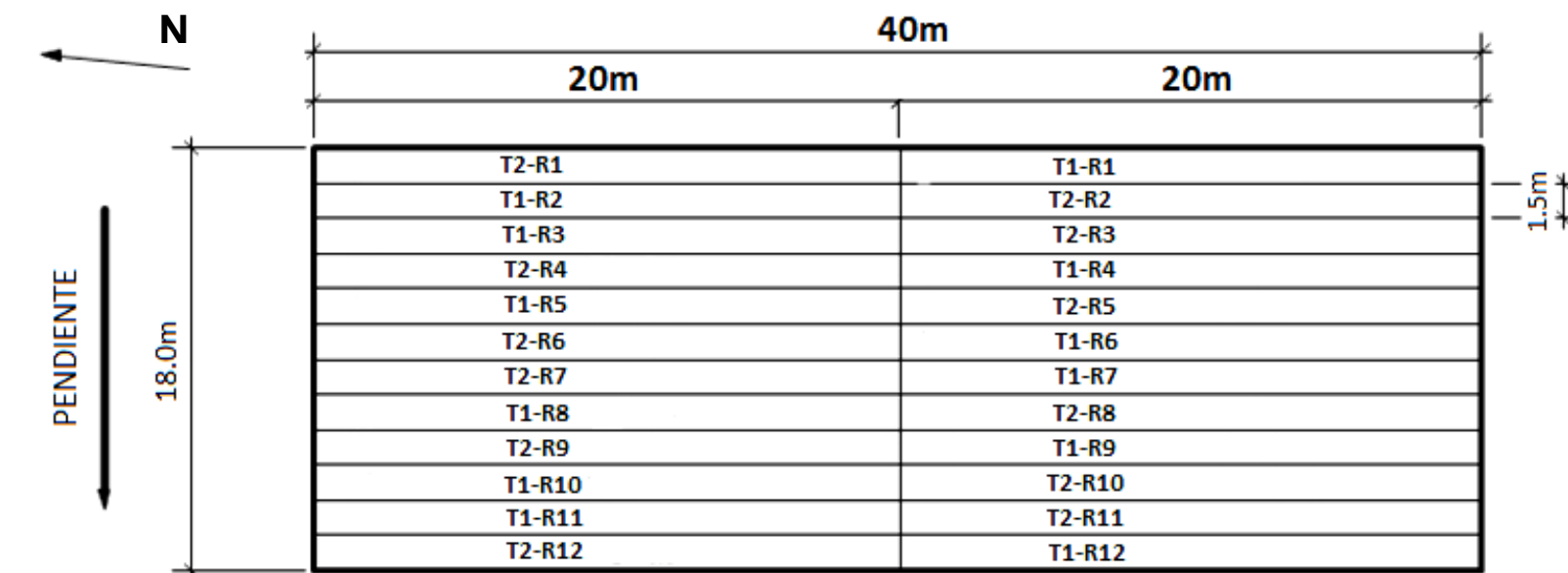
### 2.6.4 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo compuesta por 1 cama de siembra de 5 hileras, de 0.80 m de ancho y 20 m de largo. La distancia entre camas fue de 1.5 m. El área de la unidad experimental fue de 30 m<sup>2</sup>. El experimento estuvo compuesto por un total de 24 unidades experimentales ( $t \times r = 2 \times 12 = 24$  U.E.). La figura 38 muestra el diseño de la parcela neta y unidad experimental, así como la aleatorización de los tratamientos.

### 2.6.5 PARCELA NETA

Para la parcela neta se tomó un espacio de 5 m lineales ubicados en la parte central de la unidad experimental, considerando únicamente las tres hileras centrales de la cama de siembra, dejando las hileras de los extremos para efecto de borde. El tamaño de la parcela neta fue de 3m<sup>2</sup> (figura 38).

## ARREGLO ESPACIAL DE LOS TRATAMIENTOS

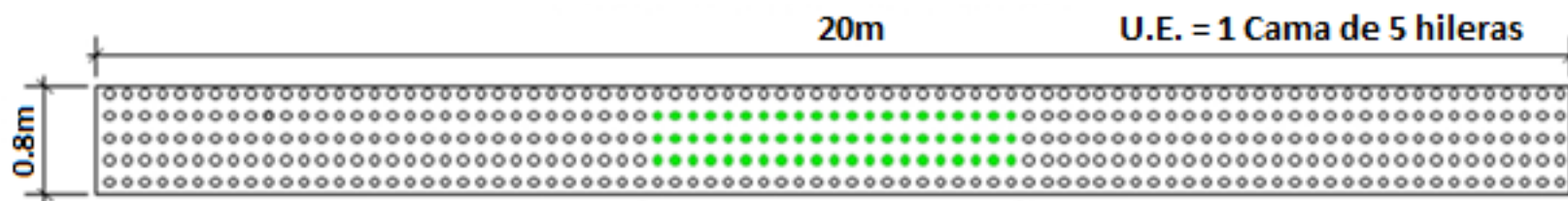


T1: Suelo Acolchado  
T2: Testigo Relativo

ÁREA TOTAL=0.0720 Ha (18m x 40m = 720m<sup>2</sup>)

12 Repeticiones  
Total: 24 U.E.

## UNIDAD EXPERIMENTAL



Características Unidad Experimental

Área: 30m<sup>2</sup> (1.5m x 20m)  
Densidad: 825 cebollas

PARCELA NETA 5m

Características Parcela neta

Área: 3m<sup>2</sup> (0.6m x 5m)  
Densidad: 125 cebollas

Figura 38. Croquis de la investigación.



## 2.6.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO

### A. ÉPOCA DE SIEMBRA

La siembra se realizó en invierno, iniciando en la última semana de mayo y finalizando en la primera semana de septiembre.

### B. MATERIAL VEGETAL

El material vegetal utilizado fue Xon 210W® de Sakata. Es una cebolla de día intermedio, de maduración precoz y amplia adaptación que produce bulbos en forma de globo que llegan a lograr tamaños grandes a jumbo, de color blanco intenso. Presenta tolerancia a Raíz rosada y a la pudrición basal por Fusarium.

Se utilizaron pilones para tener un material más homogéneo.

### C. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Se le dio dos pasos de rastra en forma cruzada para mullir el suelo. Luego se procedió a realizar el surqueo a un distanciamiento de 1.5 m entre tablón o cama de siembra. Luego de forma manual, con azadón, se ajustaron los tablones a una altura de 0.30 m de alto y 0.80 m de ancho.

### D. DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA

La siembra se realizó sobre tablones o camas de siembra. En cada tablón se sembraron 5 hileras separadas 0.20m entre ellas y 0.12m entre planta. La distancia entre camas fue de 1.5 m. En la figura 39 se muestra un diagrama sobre el sistema de siembra. Con este distanciamiento de siembra se estima una densidad de 277,778 plantas por hectárea.

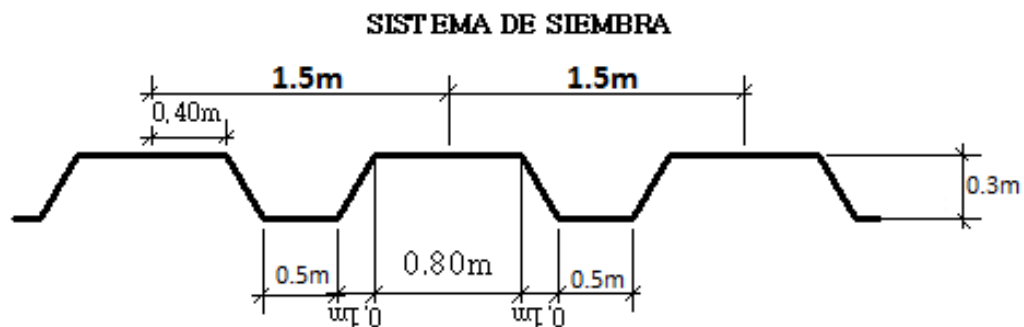


Figura 39. Distanciamiento de Siembra.

## **E. COLOCACIÓN DEL ACOLCHADO PLÁSTICO**

Previo a la colocación del acolchado se realizó una fertilización base y desinfestación del suelo. Una vez hecho lo anterior se procedió a la colocación del acolchado manualmente de acuerdo a la aleatorización (figura 38).

## **F. TRASPLANTE**

Los pilones se trasplantaron a los 45 días después de la siembra.

## **G. CONTROL DE MALEZAS**

En el caso del testigo relativo (sin acolchado), se realizaron dos aplicación de herbicidas, una antes de la siembra para control de gramíneas y 5 días después del trasplante se aplicó un pre-emergente. Posteriormente se realizaron 3 limpiezas manuales tanto en el testigo como en el acolchado, requiriéndose una menor cantidad de jornales en el acolchado.

## **H. CONTROL DE PLAGAS**

Para el control de plagas se aplicaron insecticidas en forma alterna, entre ellos: Carbamatos, piretroides, cypermetrina, benzoato de emamectina. Se requirieron de pocas aplicaciones ya que las condiciones fueron muy húmedas para el desarrollo de algunas plagas como los trips que prefieren condiciones secas para su proliferación.

## **I. CONTROL DE ENFERMEDADES**

Para el control de enfermedades se aplicaron fungicidas como mancozeb, oxiclورو de cobre, estrobilurinas, benzimidazoles y bactericidas, utilizando dosis recomendadas. Debido a las constantes lluvias se realizaron hasta dos aplicaciones por semana para controlar hongos y bacterias.

## **J. RIEGO**

En este caso no fue necesario regar, excepto con fines de nutrición, ya que las lluvias fueron bastante frecuentes y los tensiómetros utilizados para monitorear la humedad de suelo en ningún momento indicaron valores de tensión que requiriera la aplicación de riego.

## K. FERTILIZACIÓN

La fertilización se manejó igual en cada tratamiento, aplicando las siguientes cantidades de elemento puro y según fórmula de los fertilizantes.

Cuadro 9. Cantidad de nutrientes aplicados al cultivo de cebolla.

COMPUESTO	Kg/ha
N	155.44
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	190.01
K <sub>2</sub> O	188.31
CaO	60.86
MgO	54.08
S	109.54

Para completar dichas cantidades, inicialmente se realizó una fertilización granulada con 10-10-10 como base. A partir del trasplante las aplicaciones se realizaron mediante el sistema de riego por goteo, con frecuencia de 1 vez por semana para evitar los excesos de humedad. En la primera etapa se utilizó un iniciador 20-18-20. Posteriormente se utilizó nitrato de calcio, nitrato de potasio, sulfato de calcio, sulfato de amonio y de magnesio, además de otros complementos como enraizadores, ácidos orgánicos y foliares.

## L. COSECHA

La cosecha se realizó a los 98 días después del trasplante, cuando la cebolla terminó su fase de formación de bulbo.

## M. VARIABLES RESPUESTA

### a. RENDIMIENTO

Se cosecharon las plantas correspondientes a la parcela neta, anotando el número de bulbos cosechados y su peso total. Esto se realizó con la ayuda de una balanza de reloj de 100Lb de capacidad.

### b. CALIDAD

Para estimar la calidad se evaluarán 3 aspectos: EL porcentaje de bulbos de primera, segunda y tercera; el diámetro de bulbo y peso de bulbo.

Para determinar el número de bulbos por calidad (1ra, 2da y 3ra.) se requirió de la ayuda de dos personas expertas en la clasificación de cebollas y se anotó el número de

bulbos y peso según clasificación por calidad. Para estimar el diámetro y peso de bulbo promedio se recolectaron aleatoriamente 10 bulbos por cada unidad experimental. Para medir los diámetros se utilizó un vernier; el peso de bulbo se determinó mediante una balanza de reloj de mayor precisión (capacidad de 1Kg).

### c. HUMEDAD

Para medir el comportamiento de la humedad en el suelo se utilizaron 2 tensiómetros, los cuales se colocaran en unidades experimentales representativas de cada tratamiento a una profundidad de 15cm. Las lecturas se realizaron por la mañana (8:00 hrs), ya que en este momento el flujo de agua en el suelo está en equilibrio y por lo tanto el dato es más preciso. En total se realizaron 36 lecturas.

### d. TEMPERATURA DEL SUELO

La temperatura se tomó en la mañana (8:00 hrs), a medio día (12:00 hrs) y en la tarde (17:00 hrs), durante 20 días. Las lecturas se tomaron a 5 y 10 cm de profundidad del suelo con un termómetro digital de vástago, y en el caso del acolchado se adicionó una lectura más en el espacio intermedio, entre el suelo y el acolchado (Debajo del acolchado). Además se registró la temperatura ambiente utilizando un termómetro ambiental digital a una altura de 1.5 m. Las lecturas se realizaron durante 21 días.

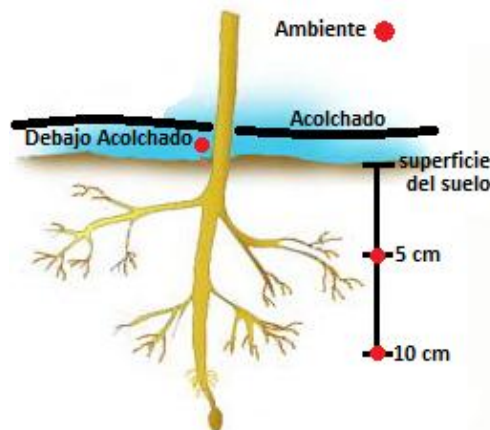


Figura 40. Puntos de medición de temperatura: Debajo del acolchado, a 5 y 10 cm de profundidad, y temperatura ambiente a 1.5 m.

### e. ANÁLISIS NUTRICIONAL

Las plantas se muestrearon inicialmente en la fecha del trasplante (pilonos), y a los 15, 33, 56, 71, 84 y 98 días después del trasplante. El número de plantas muestreadas inicialmente fue de 50 pilonos, en el segundo 2 por repetición (total 24 por tratamiento), y en el resto 1 por repetición (total 12 por tratamiento). En los primeros tres muestreos se analizó la planta competa. A partir del cuarto muestreo se fraccionó la planta en bulbo y follaje.

Los elementos analizados fueron: N, P, K, Ca, Mg y S.

Cuadro 10. Muestreos por etapa fenológica para el análisis nutricional.

MUESTREO	ETAPA FENOLOGICA	DDT	No. DE PLANTAS
1	Crecimiento vegetativo	0	50 plantas (pilonos)
2	Crecimiento vegetativo	15	24 plantas por Tratamiento
3	Crecimiento vegetativo	33	12 plantas por Tratamiento
4	Formación de Bulbo	56	12 plantas por Tratamiento
5	Formación de Bulbo	71	12 plantas por Tratamiento
6	Formación de Bulbo	84	12 plantas por Tratamiento
7	Formación de Bulbo	98	12 plantas por Tratamiento

## 2.6.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

### A. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables que estuvieron sujetas al análisis estadístico fueron las siguientes: rendimiento, diámetro y peso de bulbo, temperatura del suelo y humedad del suelo.

En el caso del rendimiento se realizó un análisis de covarianza para considerar el efecto del número de plantas y realizar los ajustes pertinentes. Para las variables humedad del suelo, diámetro y peso de bulbo, se realizó una prueba de “t” de Student con 11 grados de libertad ( $GL_E = n - 1 = 12 - 1 = 11$ ) para comparar las medias. Para la temperatura del suelo se realizó un análisis de varianza basado en modelo lineal general.

Como herramienta para analizar los datos se utilizó el programa estadístico *IBM SPSS Statistics® versión 19*.

a. *HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS:*

Ho:  $\bar{x}_A = \bar{x}_B$ . (no existe diferencia entre las medias de los tratamientos evaluados)

Ha:  $\bar{x}_A \neq \bar{x}_B$ . (si existe diferencia significativa entre los tratamiento evaluados)

b. *PRUEBA DE HIPÓTESIS:*

Debido a que se evaluó únicamente un tratamiento comparado con el testigo relativo, se realizó una comparación entre dos medias muestrales apareadas utilizando el criterio de prueba de *t* de Student, con 95% de confianza ( $\alpha=0.05$ ).

c. *REGLA DE DECISIÓN:*

Para el caso de la variable humedad, diámetro y peso de bulbo:

- Si Valor de  $t \geq t_{(\alpha/2, n-1)}$ , Rechazar Ho.
- Si Valor de  $t < t_{(\alpha/2, n-1)}$ , No Rechazar Ho.

Para el caso de las variables rendimiento y temperatura:

- Si Valor de  $F \geq F_{(\alpha, n-1)}$ , Rechazar Ho.
- Si Valor de  $F < F_{(\alpha, n-1)}$ , No Rechazar Ho.

## B. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se realizó un análisis simple, donde el valor del dinero no cambia en el muy corto plazo, ya que se trata de un cultivo de ciclo corto y que el fabricante<sup>15</sup> recomienda renovar el plástico cada ciclo de cultivo. Para determinar la rentabilidad se llevó registro de todos los gastos incurridos (CT: costo total) y el ingreso total (IT). Luego se aplicó la siguiente ecuación:

$$R = \frac{IN}{CT} \times 100$$

Donde:

R = Rentabilidad.

CT = Costo Total

IN = Ingreso Neto (IT – CT)

También se calculó la relación beneficio-costos para conocer el ingreso que se recibe por cada quetzal invertido.

---

<sup>15</sup> Olefinas S.A.

## 2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.7.1 RENDIMIENTO Y CALIDAD

En el cuadro 24 "A" se presentan los datos de rendimiento y número de plantas cosechadas por parcela neta. Así también los datos de diámetro y peso de bulbo de cebolla se presentan en el cuadro 25 "A".

Antes de estimar el rendimiento y la calidad es necesario determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Se realizó un análisis de covarianza para reducir la heterogeneidad de la variable rendimiento causada por influencia de la covariable "número de plantas". Se decidió hacerse de ésta manera considerando que el paso de la tormenta tropical Agatha en el país coincidió con la etapa del trasplante (25 al 30 mayo), causando la muerte de pilones, por lo cual el número de plantas por unidad experimental varió, sin llegar a comprometer la confiabilidad de la investigación. Aun así se prefirió estimar la covarianza como método para aumentar la precisión para detectar diferencias. Los valores de precipitación registrados durante el paso de la tormenta Agatha pueden el mapa de acumulados de lluvia publicado por el INSIVUMEH (ver figura 26"A").

En el caso de las variables diámetro y peso de bulbo la diferencia se estimó mediante la prueba de *t* Student.

El resultado del análisis de covarianza indica que la diferencia entre los tratamientos es significativa con 95% de confianza,  $\alpha=5\%$ . Con esto podemos decir que los tratamientos producen efectos diferentes sobre la variable rendimiento. El resumen del análisis se presenta en el cuadro 11.

Cuadro 11. Análisis de covarianza para la variable rendimiento.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	7.847	1	7.847	<b>5.560</b>	<b>&lt;0.040</b>
Repetición	20.928	11	1.903	1.348	<0.323
No.Planta	28.143	1	28.143	19.942	<b>&lt;0.001</b>
Error	14.113	10	1.411		
Total	134.836	23			

Para las variables diámetro y peso de bulbo la descripción estadística y el resumen de la prueba de *t* de Student se muestran en los cuadros 12 y 13.

Cuadro 12. Descripción estadística de las variables diámetro y peso de bulbo.

Variable	Media	N	Desviación típ.	Error típ.
Par 1 T1_Diámetro	6.7758	12	.39137	.11298
T2_Diámetro	6.1275	12	.40062	.11565
Par 2 T1_Peso bulbo	162.7500	12	26.15730	7.55096
T2_Pesobulbo	128.3750	12	18.98699	5.48107

Cuadro 13. Resumen de la prueba de *t* para las variables diámetro y peso de bulbo.

DIÁMETRO Y PESO DE BULBO	Diferencias relacionadas					<i>t</i>	gl	Sig. Bilateral	Valor Crítico $t_{(1-\alpha/2)(n-1)}$
	Media	Desv. típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza					
				Inferior	Sup.				
Par 1 Diámetro T1 -T2	.64833	.49004	.14146	.33697	.95969	4.583	11	<0.001	2.20
Par 2 Peso T1 -T2	34.375	31.314	9.03971	14.478	54.271	3.803	11	<0.003	2.20

Los valores de *t* observados para ambas variables son superiores al valor crítico con  $\alpha=5\%$ . Esto significa que los tratamientos producen efectos distintos sobre estas variables con 5% de significancia.

La estimación del rendimiento en  $\text{Kg ha}^{-1}$ , se realizó tomando como base el peso promedio de bulbo del cuadro 12, multiplicado por la densidad total de plantas que hay en una hectárea con el distanciamiento de siembra utilizado.

El rendimiento con ajuste de pérdida se calculó considerando el porcentaje de pérdida de plantas debido al factor climático ocurrido durante la fase de pegue.

Cuadro 14. Estimación del rendimiento en  $\text{Tm ha}^{-1}$ .

Tratamientos	Peso Promedio de Bulbo (gr)	Densidad poblacional (Plantas/ha)	Rendimiento estimado ( $\text{Tm/ha}$ )	% pérdida de plantas	Densidad con ajuste de pérdida	Rendimiento con ajuste de pérdida ( $\text{Tm/ha}$ )
T1 (Acolchado)	162.75	277,778	45.02 $\text{Tm/ha}$	45.80	150,555.68	24.50
T2 (Testigo rel.)	128.375	277,778	35.65 $\text{Tm/ha}$	45.80	150,555.68	19.33



De manera general, el uso de acolchado plástico en el cultivo de cebolla produjo un incremento del 20.81% sobre el testigo relativo, lo cual concuerda con lo reportado por Ibarra y Rodríguez (1991), quienes indican que puede obtenerse incrementos de producción de 20 a 200% respecto a los métodos convencionales. Calderón y Dardón (1995) obtuvieron un incremento del 91% en arveja china.

El porcentaje de pérdida de plantas es relativamente alto, pero puede explicarse principalmente por las condiciones climáticas particulares de la investigación. Como referencia podemos citar a Guerra (2010) quien estimó una influencia del 20.3% de pérdida promedio de plantas bajo condiciones normales de verano. A pesar de ello los rendimientos con ajuste de pérdida son satisfactorios si los comparamos con los rendimientos nacionales obtenidos en años donde han ocurrido otros eventos climáticos intensos, como en el 2005 con la tormenta tropical Stan, donde el rendimiento fue de  $17.82 \text{ Tm ha}^{-1}$ , mientras que con el testigo relativo se obtuvieron  $19.32 \text{ Tm ha}^{-1}$ .

Tomando como referencia la producción nacional de los años en que no han ocurrido eventos climáticos extraordinarios, los rendimientos se asemejan al rendimiento estimado del testigo relativo, tal es el caso del 2006 y 2007, con rendimientos de  $32.4 \text{ Tm ha}^{-1}$ , muy cercanos a los  $35.65 \text{ Tm ha}^{-1}$  obtenidos con el testigo.

Pineda (1987) evaluó diferentes frecuencias de riego, obteniendo rendimientos de  $27.07 \text{ Tm ha}^{-1}$ ,  $23.65 \text{ Tm ha}^{-1}$ ,  $21.63 \text{ Tm ha}^{-1}$ , y  $12.76 \text{ Tm ha}^{-1}$ , bajo condiciones de La Laguna El Hoyo, Monjas, Jalapa, tal como se cita en los antecedentes. Estos rendimientos aunque difieren un poco respecto del rendimiento estimado del testigo, sirven de referencia considerando el nivel tecnológico empleado. Pineda utilizó la variedad Chata mexicana y sistema de riego por surcos, lo cual difiere con el híbrido aquí utilizado y el sistema de fertirriego, los cuales son factores potenciadores del rendimiento.

Milanez y Duarte (2002) evaluaron la producción en cebolla utilizando fertirriego en Brasil. Concluyeron que el óptimo se obtiene al aplicar  $96.5 \text{ Kg N.ha}^{-1}$  y  $90 \text{ Kg K}_2\text{O.ha}^{-1}$ , obteniéndose un rendimiento estimado de  $36.6 \text{ Tm ha}^{-1}$ , muy similar al rendimiento del testigo relativo, pero aplicando menor nivel de fertilización.

Lardizabal (2007) estima un rendimiento de 34.12 Tm ha<sup>-1</sup> en el presupuesto del manual de producción de cebolla sin emplear la tecnología de acolchado plástico<sup>16</sup>, el cual se aproxima al rendimiento obtenido en el testigo.

La FHIA (2006) evaluó el efecto de la fertilidad nitrogenada en el rendimiento de cebolla, reportando rendimientos de hasta 48tm ha<sup>-1</sup> al aplicar una dosis de 200Kg de Nitrógeno por hectárea. Esto concuerda con el rendimiento obtenido con acolchado plástico, pero difiere con la dosis de nitrógeno aplicado, la cual fue de 155.44Kg N ha<sup>-1</sup>. Esto significa que con una dosis menor de nitrógeno utilizando acolchado se obtuvo un rendimiento similar que al aplicar 200Kg de N ha<sup>-1</sup> sin acolchado. Esto refleja en cierta medida la mejor eficiencia del aprovechamiento de los fertilizantes aplicados utilizando acolchado plástico.

Por otra parte, al igual que el rendimiento, también la calidad fue mejorada con el uso del acolchado plástico, mostrando un incremento del porcentaje de bulbos de primera respecto al testigo y peso de bulbo, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 15. Aspectos de calidad de la Cebolla.

Tratamiento	% Calidad			Diámetro (cm)	Peso bulbo (gr)
	% primera.	% Segunda	% Tercera		
T1 (Acolchado)	49.20%	34.07%	16.73%	6.78	162.75
T2 (Testigo relativo)	35.29%	41.96%	22.75%	6.13	128.37

El incremento del rendimiento y calidad puede ser atribuido a las modificaciones del ambiente inducidos por el acolchado plástico, principalmente mayor humedad, efecto amortiguador de la temperatura y mejor eficiencia en el aprovechamiento de los fertilizantes, los cuales se discutirán a continuación con mayor detalle.

### 2.7.2 HUMEDAD DEL SUELO

Considerando el uso de tensiómetros para monitorear la humedad de suelo se realizó un muestreo de suelo para conocer las propiedades físicas y poder relacionar la tensión con el porcentaje de humedad. En el cuadro 6 "A" se presentan los resultados del análisis físico del suelo, indicando las constantes de humedad, con las cuales se procedió

<sup>16</sup> Calculado en base a una producción esperada de 1500 bolsas de 50 Lb en una hectárea.

a graficar la curva característica de humedad del suelo que relaciona el porcentaje de humedad retenido a diferentes tensiones (figura 41). Posteriormente se calculó la línea de tendencia de la curva utilizando Microsoft Excel® ajustándose la siguiente ecuación tipo logarítmica,  $y = -1.425\ln(x) + 14.836$ , con  $R^2 = 0.9711$ , lo cual indica que la ecuación explica el 97.11% de la variación de la humedad respecto la tensión.

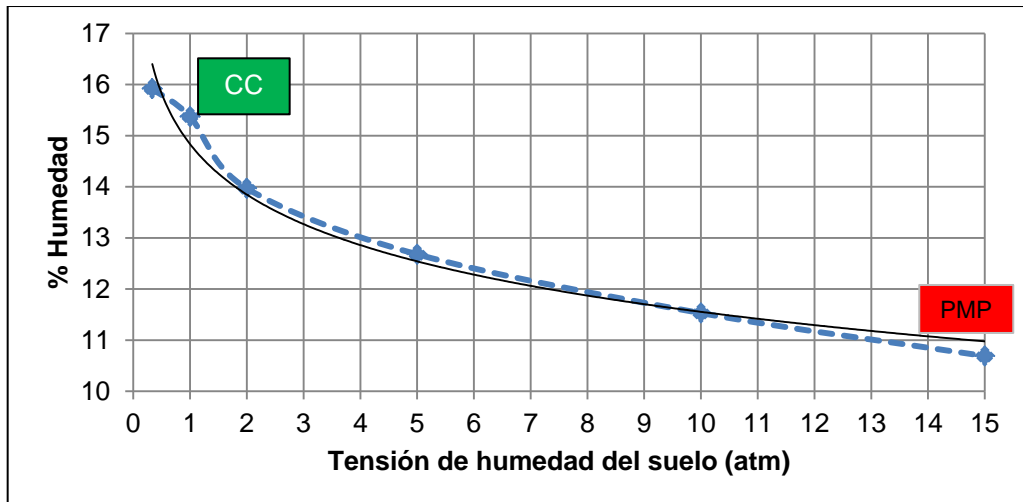


Figura 41. Curva de humedad del suelo del área experimental.

Con la ecuación se logró completar la curva característica de humedad hasta la zona de saturación (figura 42).

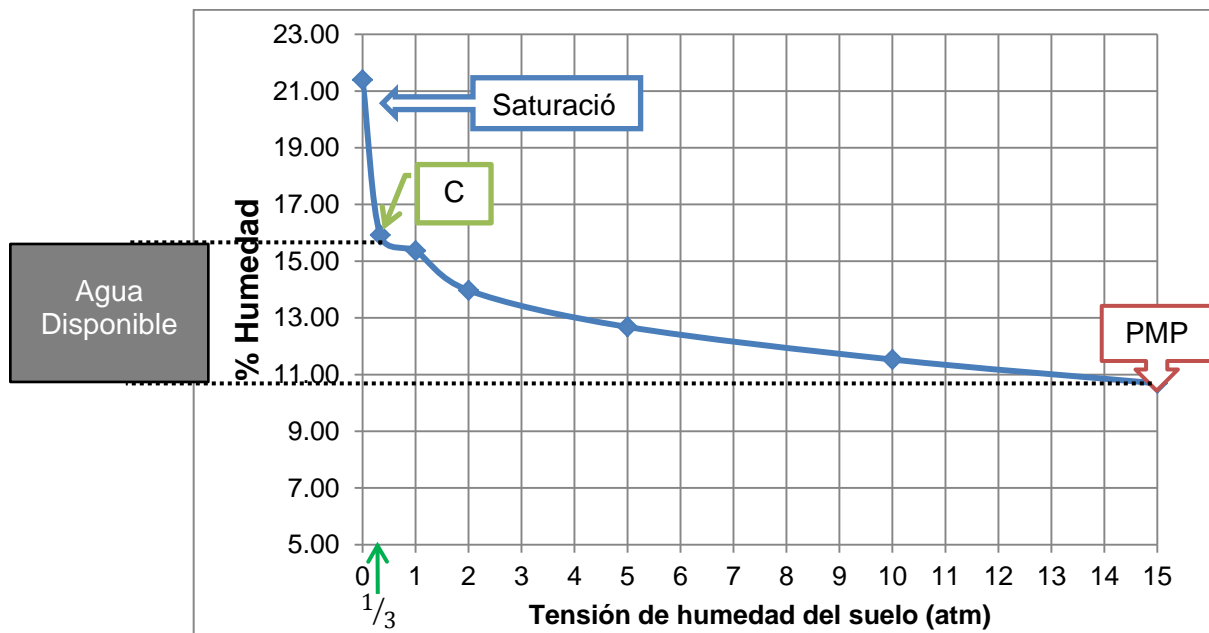


Figura 42. Curva característica de retención de humedad del suelo.

Con la curva característica de humedad del suelo es posible relacionar la tensión indicada por el tensiómetro con el porcentaje de humedad presente en el suelo, lo cual permite graficar el comportamiento de la humedad del suelo, tal como se muestra en la figura 43, realizada a partir de los datos del cuadro 26 "A".

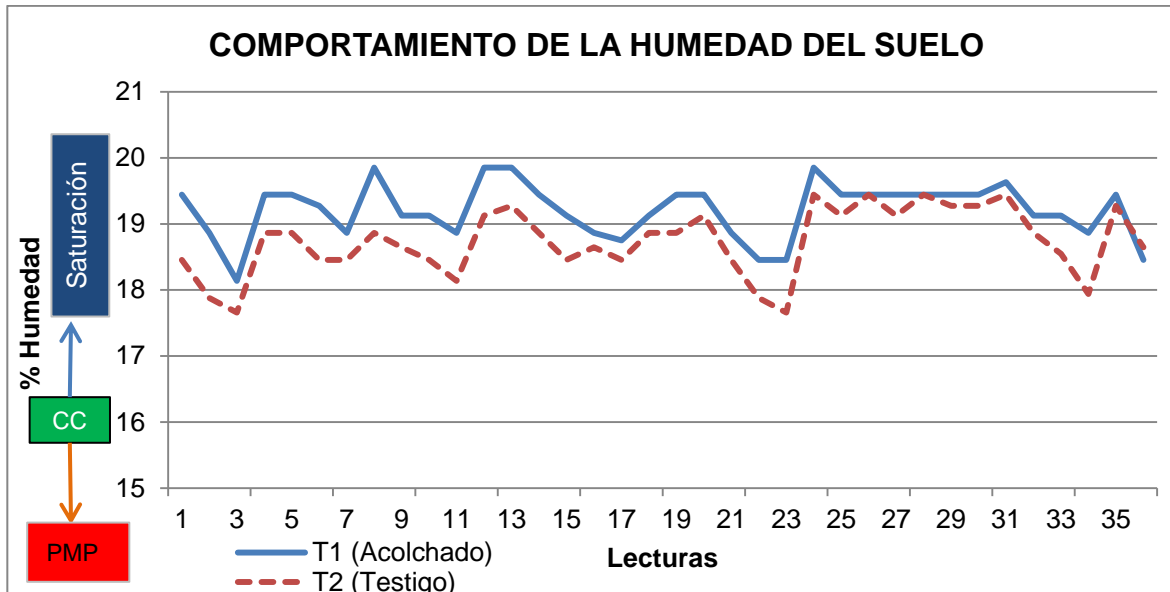


Figura 43. Comportamiento de la humedad del suelo por tratamiento.

El porcentaje de humedad se mantuvo dentro del rango de saturación en ambos tratamientos debido a las constantes lluvias ocurridas durante este invierno (figura 25 "A"), sin embargo, es apreciable una diferencia entre ellos.

El resultado del análisis estadístico para esta variable presenta un valor de  $t$  observado superior al nivel crítico, lo cual indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos. Los resultados del análisis se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 16. Resumen de la prueba de  $t$  para la variable humedad del suelo.

HUMEDAD DEL SUELO	Diferencias relacionadas				t	gl	Sig bilateral	Valor Crítico $t_{(1-\alpha/2)(n-1)}$	
	Media	Desv. típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Inferior					Superior
Par 1 T2-T1	2.09722	1.68107	.28018	1.52843	2.66601	7.485	35	<0.0001	2.03

A pesar de que el área de captación de agua con acolchado plástico queda reducida a sus agujeros, la humedad se mantuvo por encima del testigo, lo cual puede ser explicado por la impermeabilidad del acolchado que evita el escape del vapor de agua y la menor competencia por malezas (Alvarado y Castillo 1999).

En base a esto se puede inferir que parte del incremento del rendimiento puede atribuirse al mayor contenido de humedad en el suelo con acolchado plástico.

### 2.7.3 TEMPERATURA DEL SUELO

Para comprender el comportamiento de la temperatura del suelo se realizó un diagrama de cajas (Box plot), en el cual podemos observar el efecto de los tratamientos sobre la temperatura del suelo a diferentes horas del día (figura 44).

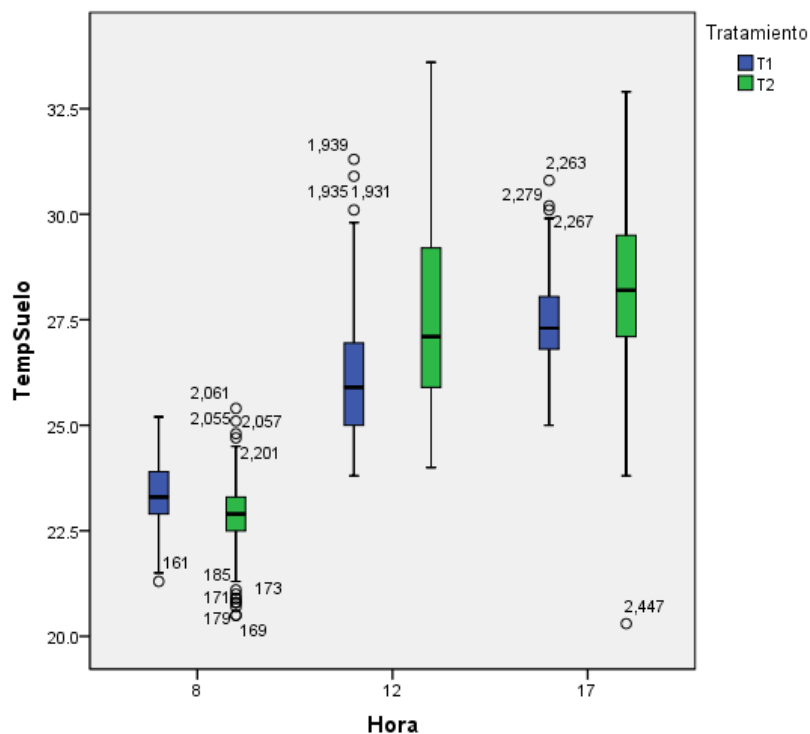


Figura 44. Diagrama de cajas (Boxplot) mostrando el efecto de los tratamientos sobre la temperatura del suelo a diferentes horas del día.

En el diagrama se observa la dispersión de los datos para hacer algunas inferencias. A las 12 pm las cajas se alargan indicando mayor dispersión comparado con las lecturas de la mañana. Esto se debe a que en la mañana la transferencia de energía entre el suelo y la atmosfera es más estable, mientras que a medio día la transferencia de energía es

más activa considerando que los rayos del sol llegan en ángulo recto a la tierra, por lo cual las lecturas son más inestables.

A esto también podemos agregar el efecto de los tratamientos, ya que el suelo con acolchado plástico presenta menor dispersión de los datos comparado con el testigo, lo cual puede atribuirse al mayor contenido de humedad que actúa como amortiguador térmico.

En cuanto al efecto de la hora de medición, se observa que en ambos tratamientos la temperatura del suelo va incrementándose durante el transcurso del día, aunque la tasa de incremento varía, siendo mayor la acumulación de calor en el transcurso de las 8 am. a las 12 pm.

En cuanto al efecto de los tratamientos sobre la temperatura del suelo, en general el acolchado plástico la mantuvo abajo del testigo, a excepción de la lectura de las 8 am. Pero significa que además de refrescar la temperatura, produjo un *efecto amortiguador*, tal como lo menciona Alvarado y Castillo, “disminuyendo las temperatura máximas y aumentando las mínimas” con respecto al testigo, evitando los valores picos que pueden llegar a estresar o mermar el metabolismo de la cebolla, suavizando los cambios de temperatura y manteniéndola más cerca del rango óptimo para el desarrollo radicular, tal como se muestra en la figura 45.

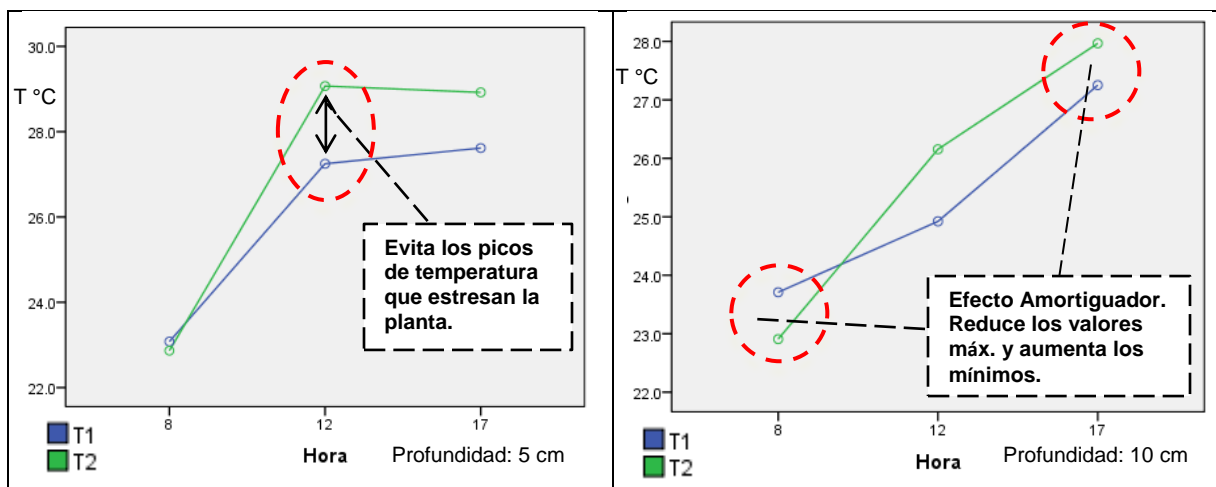


Figura 45. Temperatura del suelo por Hora\*Profundidad\*Tratamiento.

Las figuras siguientes muestran el efecto amortiguador de la temperatura del suelo a lo largo del el ciclo de cultivo.

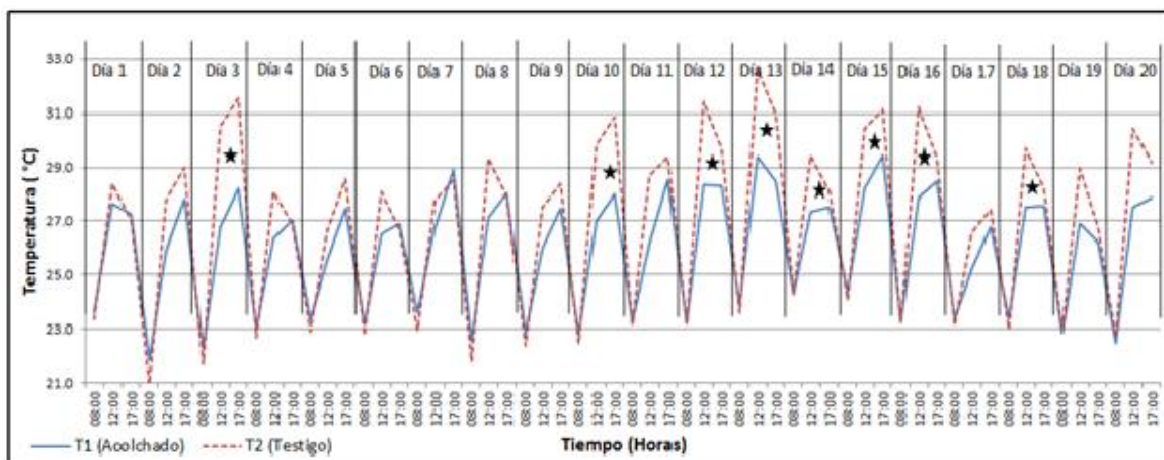


Figura 46. Comportamiento de la temperatura del suelo tomada a 5 cm de profundidad.

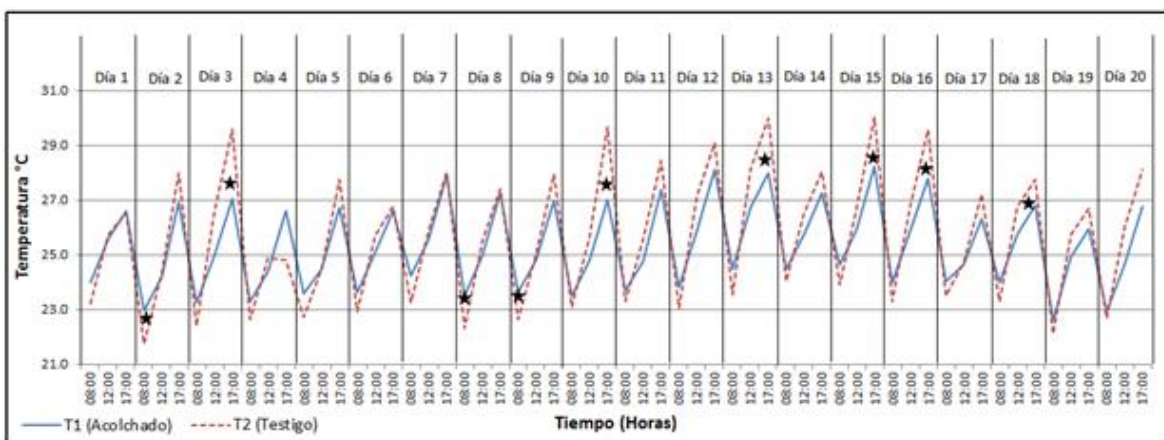


Figura 47. Comportamiento de la temperatura del suelo tomada a 10 cm de profundidad.

Este efecto puede ser explicado por tres razones:

- a. Por la reflexión que produce el color plateado de del acolchado.
- b. Por la mayor retención de agua en el suelo.
- c. La rapidez con que el calor acumulado es liberado a la atmósfera.

La primera se explica por la reflexión que produce el color plateado de la superficie exterior del acolchado, lo cual limita la cantidad de energía solar que el suelo puede recibir, evitando que se alcancen temperaturas que estresan a la planta.

La segunda está relacionada con la mayor retención de agua al impedir que escape en su forma gaseosa, por lo que la ganancia térmica es mayor, suavizando los cambios de temperatura. Aquí cabe mencionar el efecto de la profundidad, ya que a mayor profundidad el contenido de agua es mayor y por consiguiente el efecto amortiguador es aún más marcado, tal como se muestra en la figura 45.

La tercera razón está relacionada con la rapidez con que el calor acumulado es liberado a la atmósfera, y es aquí donde cobra importancia la lectura realizada en el espacio intermedio entre el suelo y acolchado. El comportamiento de la temperatura en este punto intermedio muestra una analogía al efecto invernadero, tal como se muestra en la figura 48, donde el plástico actúa como barrera de retención de las ondas largas, por lo que a medio día los valores de temperatura sobrepasan a la temperatura ambiente. Parte de este calor acumulado es transferido al suelo y otra parte liberado a la atmosfera muy lentamente, por lo que la temperatura se mantiene arriba de las mínimas alcanzadas durante la noche y madrugada.

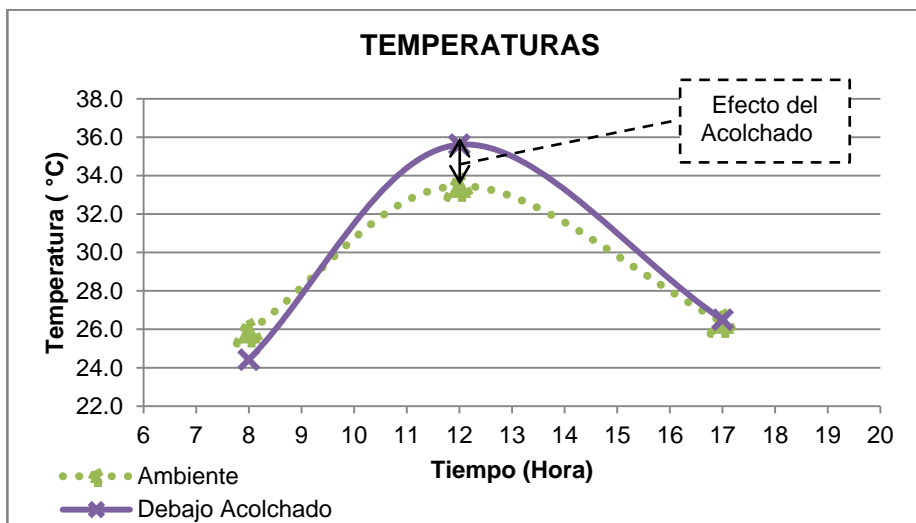


Figura 48. Temperatura Ambiental y del espacio intermedio entre el suelo y el acolchado plástico.

En cuanto al análisis estadístico, el resumen del análisis de varianza para la variable temperatura del suelo se presenta en el cuadro 17.



Cuadro 17. Resumen del análisis de varianza para la variable temperatura del suelo.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	346.345	1	346.345	249.022	<0.0001
Repetición	77.753	11	7.068	5.082	< 0.0001
Día	1351.486	20	67.574	48.586	< 0.0001
Hora	12754.899	2	6377.449	4585.377	< 0.0001
Profundidad	728.063	1	728.063	523.476	< 0.0001
Error	4155.780	2988	1.391		
Total	2059875.260	3024			
Total corregida	19414.327	3023			

Los resultados indican que para la variable temperatura del suelo existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Con esta información se puede inferir que parte del incremento del rendimiento se debe a la modificación de la temperatura, especialmente por el efecto amortiguador inducido por el acolchado plástico.

#### 2.7.4 ANÁLISIS NUTRICIONAL

Los resultados de los análisis nutricionales se resumen en los cuadros 18 y 19.

##### A. EVOLUCIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA

En la figura 49 se presenta la acumulación de materia seca, observándose una diferencia entre tratamientos.

En general el crecimiento del cultivo aumento durante todo el período, alcanzando la mayor tasa de incremento entre los 71 y 84 días después del trasplante. A partir de los 75 días se observa que el bulbo empieza a acumular mayor cantidad de materia seca mientras que el follaje tiende a mantenerse, lo cual indica el cambio a la fase fenológica de crecimiento vegetativo a formación de bulbo.

Entre los tratamientos, es notoria la diferencia y superioridad del acolchado en cuanto a la acumulación de materia seca al momento de la cosecha. Esta diferencia está dada principalmente por la mayor acumulación de biomasa en el bulbo que logra fijar la cebolla con acolchado.

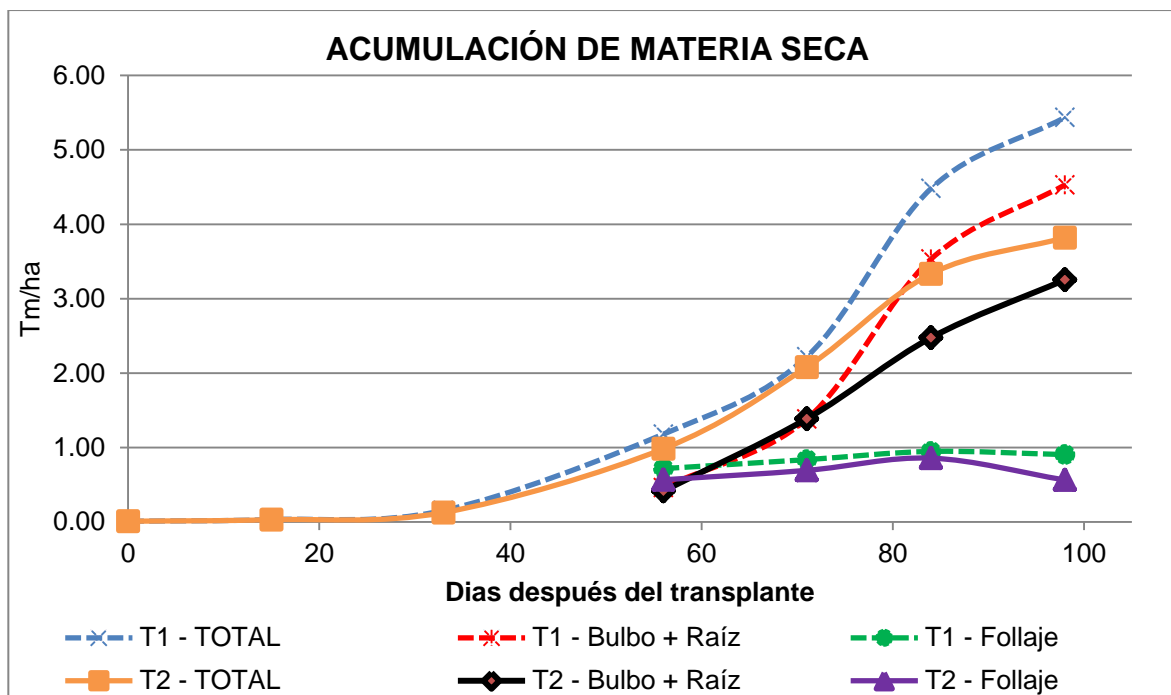


Figura 49. Acumulación de materia seca por tratamiento y órgano vegetal.

Cuadro 18. Concentración y extracción de nutrientes presentes en el tejido vegetal del suelo con acolchado plástico.

Densidad: 277,778 plantas/ha			PESO SECO		CONCENTRACIÓN (%)						CANTIDAD ABSORBIDA (Kg ha <sup>-1</sup> )						
DDT	No. Plantas	TEJIDO	g/planta	Kg ha <sup>-1</sup>	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	
T1 - (ACOLCHADO)	0	50	TOTAL	0.037	10.33	3.22	0.71	6.25	1.85	0.54	0.64	0.33	0.07	0.65	0.19	0.06	0.07
	15	24	TOTAL	0.121	33.47	2.80	0.31	4.50	1.38	0.31	0.32	0.94	0.10	1.51	0.46	0.10	0.11
	33	12	TOTAL	0.558	155.09	3.07	0.30	4.19	1.44	0.32	0.41	4.76	0.47	6.50	2.23	0.50	0.64
	56	12	Follaje	2.583	717.59	2.70	0.34	3.56	1.19	0.28	0.66	19.38	2.44	25.55	8.54	2.01	4.74
			Bulbo + raíz	1.667	462.96	1.25	0.30	1.75	0.69	0.14	0.29	5.79	1.39	8.10	3.19	0.65	1.34
			TOTAL	4.250	1180.56	3.95	0.64	5.31	1.88	0.42	0.95	25.16	3.83	33.65	11.73	2.66	6.08
	71	12	Follaje	3.017	837.96	2.38	0.43	4.84	2.13	0.56	1.29	19.94	3.60	40.56	17.85	4.69	10.81
			Bulbo + raíz	4.979	1383.10	1.32	0.31	2.20	0.37	0.18	0.50	18.26	4.29	30.43	5.12	2.49	6.92
			TOTAL	7.996	2221.07	3.70	0.74	7.04	2.50	0.74	1.79	38.20	7.89	70.99	22.97	7.18	17.73
	84	12	Follaje	3.413	947.92	2.84	0.47	4.33	2.43	0.55	1.23	26.92	4.46	41.04	23.03	5.21	11.66
			Bulbo + raíz	12.718	3532.87	1.16	0.24	1.73	0.46	0.17	0.33	40.98	8.48	61.12	16.25	6.01	11.66
			TOTAL	16.131	4480.79	4.00	0.71	6.06	2.89	0.72	1.56	67.90	12.93	102.16	39.29	11.22	23.32
	98	12	Follaje	3.262	906.02	1.36	0.27	3.33	2.11	0.46	0.48	12.32	2.45	30.17	19.12	4.17	4.35
			Bulbo + raíz	16.305	4529.17	1.48	0.27	1.92	0.23	0.15	0.44	67.03	12.23	86.96	10.42	6.79	19.93
			TOTAL	19.567	5435.19	2.84	0.54	5.25	2.34	0.61	0.92	79.35	14.68	117.13	29.53	10.96	24.28

■ Acumulación máxima.

Cuadro 19. Concentración y extracción de nutrientes presentes en el tejido vegetal del suelo sin acolchar.

Densidad: 277,778 plantas/ha			PESO SECO		CONCENTRACIÓN (%)						CANTIDAD ABSORBIDA (Kg ha <sup>-1</sup> )						
DDT	No. Plantas	TEJIDO	g/planta	Kg ha <sup>-1</sup>	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	
T2 - (TESTIGO)	0	50	TOTAL	0.037	10.33	3.22	0.71	6.25	1.85	0.54	0.64	0.33	0.07	0.65	0.19	0.06	0.07
	15	24	TOTAL	0.113	31.33	2.43	0.34	4.19	1.19	0.29	0.27	0.76	0.11	1.31	0.37	0.09	0.08
	33	12	TOTAL	0.458	127.31	3.17	0.32	4.19	1.38	0.33	0.55	4.04	0.41	5.33	1.76	0.42	0.70
	56	12	Follaje	2.042	567.13	2.7	0.34	3.56	1.19	0.28	0.66	15.31	1.93	20.19	6.75	1.59	3.74
			Bulbo + raíz	1.500	416.67	1.26	0.29	1.75	0.63	0.13	0.26	5.25	1.21	7.29	2.63	0.54	1.08
			TOTAL	3.542	983.80	3.96	0.63	5.31	1.82	0.41	0.92	20.56	3.14	27.48	9.37	2.13	4.83
	71	12	Follaje	2.498	693.98	2.51	0.4	4.26	1.87	0.53	1.15	17.42	2.78	29.56	12.98	3.68	7.98
			Bulbo + raíz	4.994	1387.27	1.19	0.25	1.7	0.33	0.16	0.43	16.51	3.47	23.58	4.58	2.22	5.97
			TOTAL	7.493	2081.25	3.7	0.65	5.96	2.2	0.69	1.58	33.93	6.24	53.15	17.56	5.90	13.95
	84	12	Follaje	3.090	858.33	2.31	0.46	3.95	1.88	0.52	0.94	19.83	3.95	33.90	16.14	4.46	8.07
			Bulbo + raíz	8.915	2476.39	0.99	0.29	1.69	0.39	0.16	0.26	24.52	7.18	41.85	9.66	3.96	6.44
			TOTAL	12.005	3334.72	3.3	0.75	5.64	2.27	0.68	1.2	44.34	11.13	75.76	25.79	8.43	14.51
	98	12	Follaje	2.033	564.82	2.1	0.32	2.05	1.88	0.44	0.51	11.86	1.81	11.58	10.62	2.49	2.88
			Bulbo + raíz	11.717	3254.63	1.23	0.38	2.25	0.28	0.2	0.21	40.03	12.37	73.23	9.11	6.51	6.83
			TOTAL	13.750	3819.45	3.33	0.7	4.3	2.16	0.64	0.72	51.89	14.18	84.81	19.73	8.99	9.72

■ Acumulación máxima.

## B. CURVAS DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

A continuación se analizarán las curvas de absorción para los elementos Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre.

### i. NITRÓGENO

El nitrógeno es absorbido durante todo el ciclo de cultivo, con una diferencia marcada entre el suelo acolchado y testigo relativo, con acumulaciones máximas de  $79.25 \text{ Kg ha}^{-1}$  y  $51.89 \text{ Kg ha}^{-1}$  respectivamente. La acumulación total del testigo relativo se encuentra dentro del rango marcado por Guevara (2001) y Guerra (2010), quienes reportaron  $44.54 \text{ Kg N.ha}^{-1}$  y  $58.44 \text{ Kg N.ha}^{-1}$ .

Los mayores incrementos se observan entre los 33 y 84 días después del trasplante, concentrándose 15.53% en el follaje y 84.47% en el bulbo más raíz al momento de la cosecha (ver figura 50)

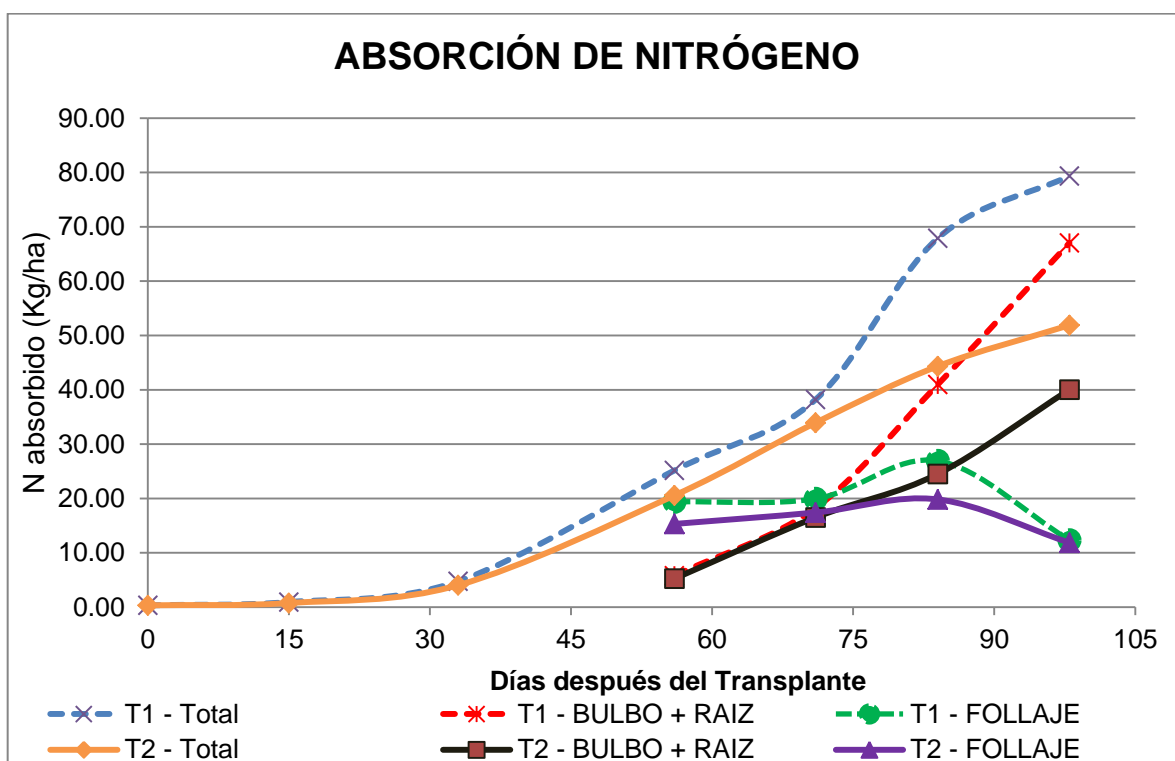


Figura 50. Absorción de Nitrógeno.

## ii. FÓSFORO

Al igual que el nitrógeno, el fósforo es absorbido durante todo el ciclo de cultivo. En este caso la diferencia entre los tratamientos es menor al momento de la cosecha, con valores de 14.68 Kg ha<sup>-1</sup> y 14.18 Kg ha<sup>-1</sup> para el acolchado y testigo relativo respectivamente. Estas extracciones son superiores al rango marcado por Guevara y Guerra, 9.73 Kg P.ha<sup>-1</sup> y 7.61 Kg P.ha<sup>-1</sup>, lo cual puede ser explicado por la mayor eficiencia al utilizar fertirriego. También podemos observar que a partir de los 75 días el bulbo empieza a acumular a tasa acelerada mientras que el follaje decrece. El 16.67% se acumuló en el follaje y el 83.33% en el bulbo más raíz (ver figura 51).

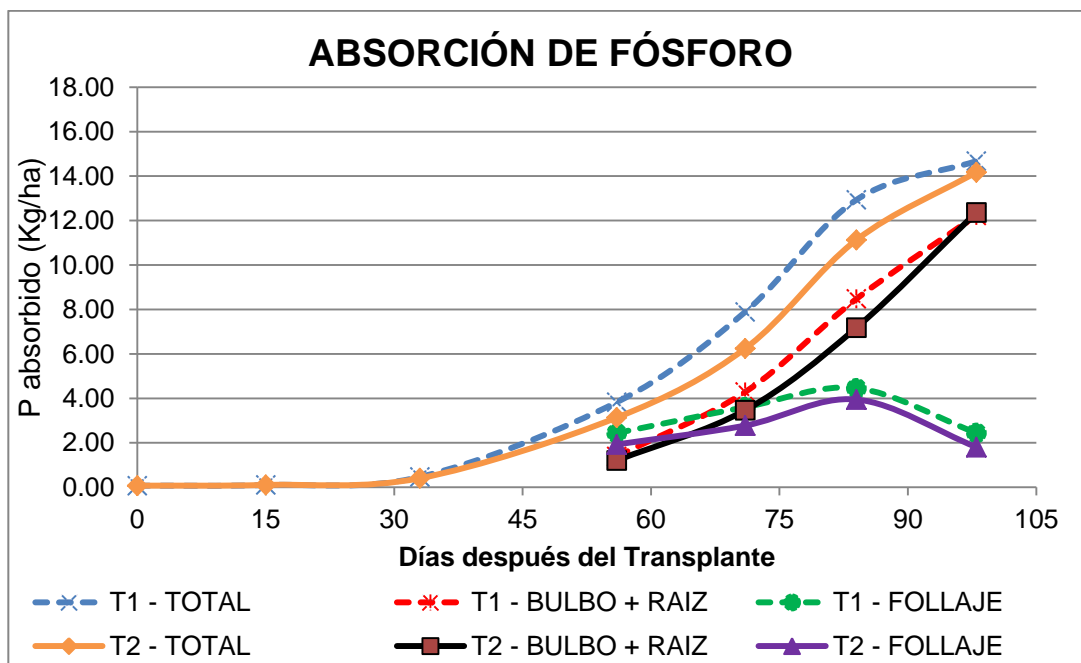


Figura 51. Absorción de Fósforo.

## iii. POTASIO

Es el elemento más demandado por el cultivo de cebolla, con una extracción total de 117.13 Kg ha<sup>-1</sup> y 84.81 Kg ha<sup>-1</sup> para el suelo acolchado y testigo relativo respectivamente. Guevara y Guerra reportaron 70.21 Kg K.ha<sup>-1</sup> y 70.30 Kg K.ha<sup>-1</sup>. Al igual que el nitrógeno y fósforo, la mayor acumulación se atribuye al uso de fertirriego y a las bondades del acolchado. La diferenciación de absorción entre órganos ocurre a los 75 días en el suelo acolchado, retardándose alrededor de 5 días más en el testigo relativo. El 25.76% es absorbido por el follaje y el 74.24% por el bulbo más raíz (figura 52).

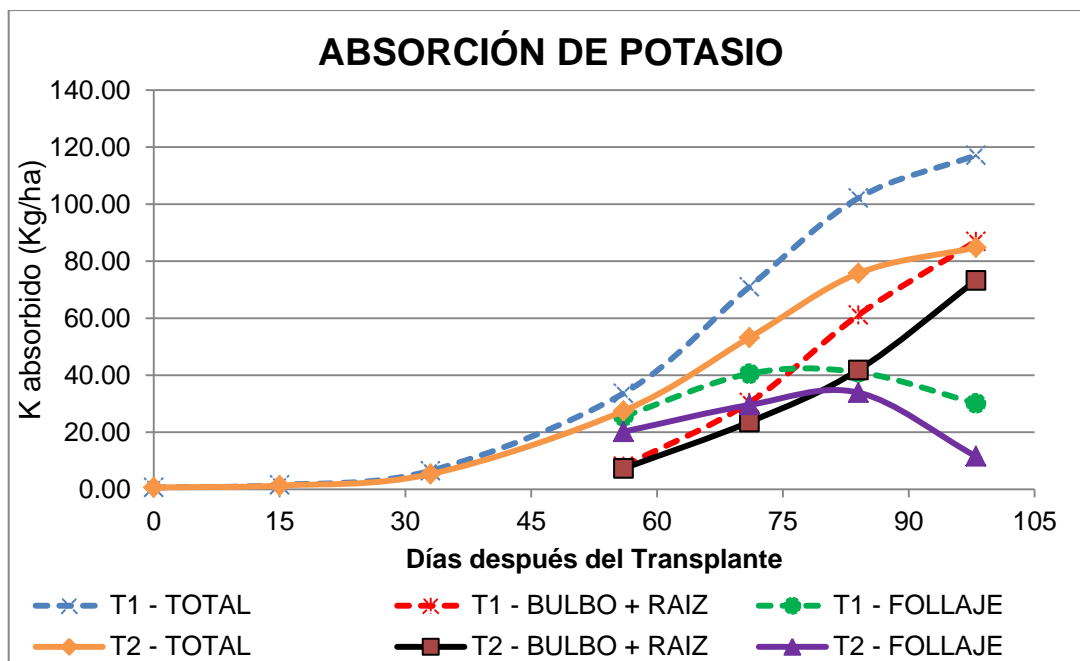


Figura 52. Absorción de potasio.

#### iv. CALCIO

La mayor acumulación se da entre los 71 y 84 días después del trasplante, con un decremento marcado al momento de la cosecha. Existe una diferencia marcada entre los tratamientos, con acumulaciones máximas de  $39.29 \text{ Kg ha}^{-1}$  y  $25.79 \text{ Kg ha}^{-1}$  para el acolchado y testigo respectivamente, los cuales concuerdan con lo reportado por Guevara (2001),  $28.94 \text{ Kg Ca.ha}^{-1}$ . El 58.63% es absorbido por el follaje mientras que el 41.37% es absorbido por el bulbo y raíz (ver figura 53).

#### v. MAGNESIO

Es absorbido durante todo el ciclo de cultivo, con acumulaciones máximas de  $11.22 \text{ Kg ha}^{-1}$  y  $8.99 \text{ Kg ha}^{-1}$  en el acolchado y testigo respectivamente. Guevara (2001) reporte un valor de  $7.16 \text{ Kg Mg.ha}^{-1}$ , muy cercano a los obtenidos. El 46.47% se acumuló en las hojas y el 53.53% en el bulbo más raíz al momento de la cosecha (ver figura 54).

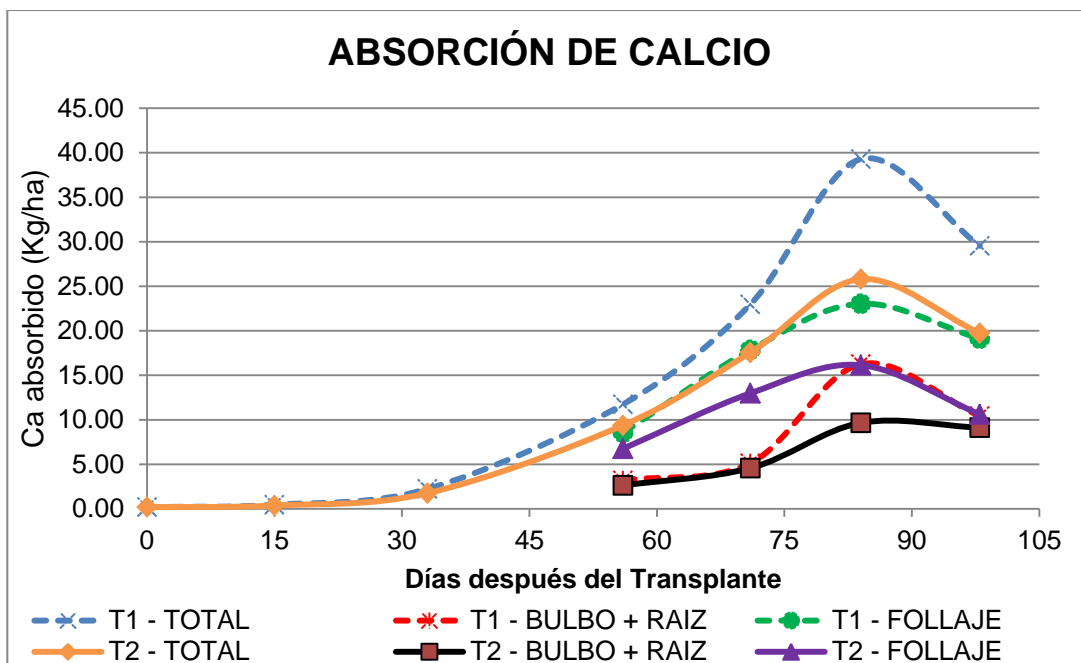


Figura 53. Absorción de Calcio.

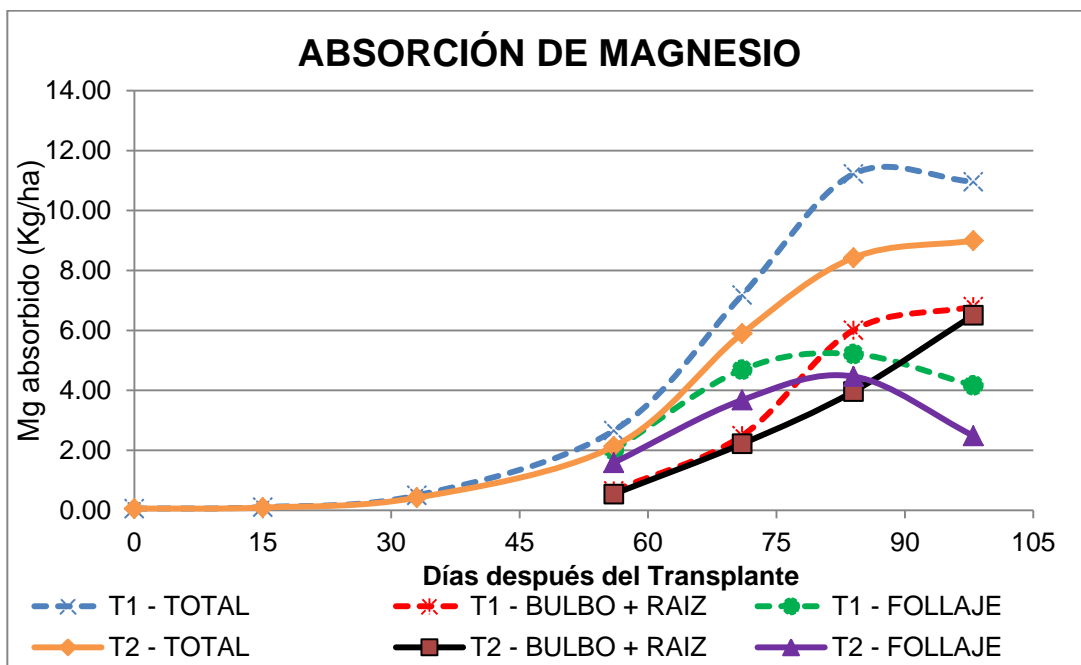


Figura 54. Absorción de magnesio.

## vi. AZUFRE

En el caso del suelo acolchado, el azufre fue absorbido durante el ciclo del cultivo, concentrándose el 82.09% en el bulbo más raíz.



En el caso del testigo relativo, el azufre alcanzó su máximo a los 85 días después del trasplante, a partir del cual empezó a decrecer. Las extracciones máximas alcanzadas fueron de 24.28 Kg ha<sup>-1</sup> y 14.50 Kg ha<sup>-1</sup> para el suelo acolchado y testigo respectivamente (ver figura 55).

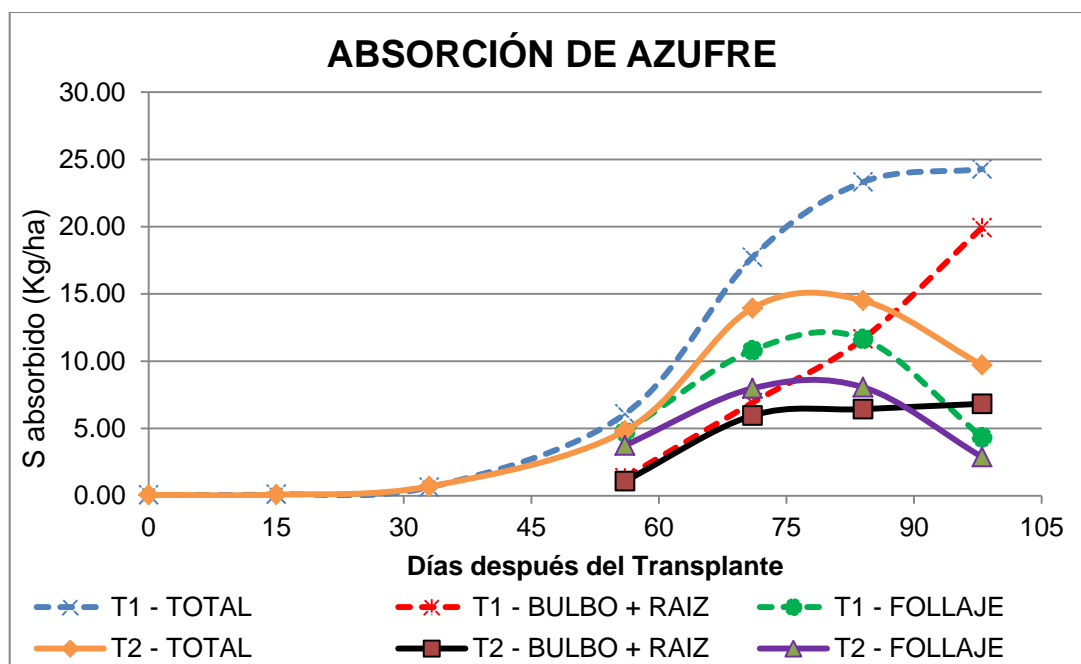


Figura 55. Absorción de azufre.

### C. ACUMULACIÓN DE NUTRIENTES Y EFICIENCIA DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES

En el cuadro 20 se presenta la acumulación total de nutrientes obtenida en base a los resultados de los análisis de tejido vegetal presentados en los cuadros 18 y 19, los cuales nos dan información acerca de la calidad nutricional y aprovechamiento de los fertilizantes aplicados.

Cuadro 20. Acumulación total de nutrientes y materia seca.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO (Tm ha <sup>-1</sup> )	MATERIA SECA (Tm ha <sup>-1</sup> )	ACUMULACIÓN TOTAL (Kg ha <sup>-1</sup> )					
			N	P	K	Ca	Mg	S
T1 (Acolchado)	45.02 Tm ha <sup>-1</sup>	5.435	79.35	14.68	117.13	39.29	11.22	24.28
T2 (Testigo rel.)	35.65 Tm ha <sup>-1</sup>	3.819	51.89	14.18	84.81	25.79	8.99	14.51
Diferencia	9.37	1.62	27.46	0.50	32.32	13.50	2.23	9.77
Porcentaje de incremento en el suelo acolchado.			34.61%	3.41%	27.59%	34.36%	19.88%	40.24%

Las cantidades extraídas tanto en el acolchado como en el testigo son inferiores a los niveles aplicados, sin embargo, es notorio que con el uso de acolchado se produjo una mayor acumulación de nutrientes, lo cual es indicador de una mejor eficiencia en el aprovechamiento de los fertilizantes aplicados, tal como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 21. Eficiencia de aprovechamiento de fertilizantes.

Cantidad Aplicada (Kg ha <sup>-1</sup> )	Equivalente elemento puro (Kg ha <sup>-1</sup> )	T1 (ACOLCHADO)		T2 (TESTIGO)		Diferencia entre eficiencias
		Absorbido (Kg ha <sup>-1</sup> )	Eficiencia (%)	Absorbido (Kg ha <sup>-1</sup> )	Eficiencia (%)	
N = 155.44	N = 155.44	79.35	51.05%	51.89	33.38%	17.67%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 190.01	P = 82.94	14.68	17.70%	14.18	17.10%	0.60%
k <sub>2</sub> O = 188.31	K = 156.34	117.13	74.92%	84.81	54.25%	20.67%
CaO = 60.86	Ca = 43.5	39.29	90.32%	25.79	59.29%	31.03%
MgO = 54.08	Mg = 32.62	11.22	34.40%	8.99	27.56%	6.84%
S = 109.54	S = 109.54	24.28	22.17%	14.51	13.25%	8.92%

En general los niveles de eficiencia de aprovechamiento de los fertilizantes son relativamente bajos considerando que se utilizó fertirriego, pero superiores al sistema tradicional, lo cual indica que el uso de acolchado plástico incrementa la eficiencia, principalmente del nitrógeno, potasio y calcio, que son requeridos por la planta de cebolla en mayor proporción que el resto de elementos. Esto se explica por el efecto protector del acolchado que actuó como barrera contra las lluvias que provocan fuertes lixiviaciones, además del control de malezas que redujo las pérdidas por competencia y también por reducción de pérdida por volatilización. En el caso particular del nitrógeno, las condiciones de humedad y temperatura favorecieron el proceso de nitrificación permitiendo una mayor acumulación de este elemento.

Guevara (2001) obtuvo las siguientes extracciones de nutrientes por parte de la cebolla: 44.54 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 9.73 Kg P.ha<sup>-1</sup>, 70.21 Kg K.ha<sup>-1</sup>, 28.94 Kg Ca.ha<sup>-1</sup>, y 7.16 Kg Mg.ha<sup>-1</sup>. Guerra (2010) también presenta los siguientes niveles de extracción: 58.44 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 7.61 Kg P.ha<sup>-1</sup> y 70.30 Kg K.ha<sup>-1</sup>. Ambos utilizaron método de riego por inundación, fertilización al voleo y variedad de cebolla.

Estas extracciones son bastante cercanas a las extraídas por el testigo, aunque un poco por debajo, lo cual puede ser explicado por la utilización de fertirriego que permitió fraccionar las aplicaciones de nutrientes incrementando así la eficiencia en el aprovechamiento.

Con respecto al acolchado, las extracciones fueron muy superiores al testigo relativo, lo cual coincide con lo expuesto por Calderón y Dardón (1995) quienes también encontraron mayor contenido de macronutrientes en el follaje de arveja china al utilizar acolchado plástico.

### **2.7.5 ANÁLISIS ECONÓMICO**

Este análisis se basó en el criterio del corto plazo, es decir, que el valor del dinero no cambia. Por consiguiente es necesario aclarar que no se consideraron algunos equipos e insumos agrícolas que son utilizados por mucho más de un ciclo de cultivo, tal es el caso de los sistemas de riego, bombas de riego, mangueras de riego por goteo y bombas de fumigación, por lo que se asume que el agricultor ya cuenta con este equipo. Tampoco se consideró la adquisición de préstamos que involucren el pago de intereses.

Bajo el criterio anterior, los registros indican que el uso de acolchado plástico incremento el costo total de producción en un 4.47%, por lo que se requiere de una mayor inversión, pero así mismo los rendimientos se vieron incrementados en 20.81% respecto al testigo relativo, lo cual se traduce en un mayor ingreso y rentabilidad.

Entre los rubros que mayor variación generaron en los costos están: La compra de los royos de acolchado plástico, su instalación y su recolección al final de la cosecha; el desmalezado o limpiezas manuales, aplicación de insumos y herbicidas. El mayor impacto está dado principalmente por la inversión en la compra del acolchado, sin embargo, este gasto se ve amortiguado en una buena parte por el ahorro de jornales para el control manual de malezas y por el menor consumo de herbicidas; el resto es cubierto sobre manera por el incremento en el rendimiento que genera un mayor ingreso.

Para estimar el ingreso se utilizaron los rendimientos con ajuste de pérdida de plantas presentado en el cuadro 14.

La rentabilidad obtenida fue de 176.97% con acolchado plástico y 128.75% bajo el sistema tradicional (testigo relativo). La relación beneficio costo fue de 2.77 y 2.29 respectivamente. Estos valores al parecer son relativamente altos, pero puede explicarse por el criterio bajo el cual se están analizando, además se debe tomar en cuenta que el precio de la época es superior a los de verano, cuando la oferta es mayor (ver cuadro 16).

El precio de la temporada fue el factor principal que permitió obtener estas rentabilidades, por lo que es importante resaltar que en la temporada de invierno la oferta disminuye y los precios suben tal como puede observarse en la figura 35, alcanzándose un precio de Q280/qq pagados al productor el día de la cosecha. Éste precio está dado por unidad de peso, es decir, que el mercado nacional no hace distinción entre calidades, por lo que la mejora de la calidad obtenida con el uso de acolchado influye indirectamente en el ingreso al incrementarse el rendimiento.

En cuanto al rendimiento, a pesar de las condiciones climáticas a las que estuvo sujeta la investigación, son bastante satisfactorios comparados con los rendimientos nacionales obtenidos en años donde ocurrieron eventos climáticos intensos. Aun considerando que ocurran variaciones en el precio, rendimiento y costos, el margen de ganancia obtenido amplio para absorberlos hasta cierto punto y obtener ganancia.

Otro beneficio del acolchado plástico muy importante, pero que no se incluyó en análisis debido al criterio de corto plazo, es la reutilización para un segundo cultivo diferente a la cebolla. Si bien el acolchado puede ser reutilizado, no se recomienda volver a cultivar cebolla debido a que los agujeros se han agrandado y pierde su función protectora en la fase de crecimiento del cultivo, sin embargo, podría ser utilizado para frijol, maíz u otro cultivo que se adapte. Con esto se prolongarían los beneficios del acolchado a un segundo cultivo sin volver a invertir en la compra de nuevo acolchado, y a la vez se ahorraría el costo de mecanización, ya que este mantiene la estructura del suelo.

Además se aprovecharían los residuos de fertilizantes de la cosecha anterior. Esto sin duda incrementaría aún más la rentabilidad.

Cuadro 22. Resumen de costos de producción, ingreso y rentabilidad del cultivo de cebolla.

ÁREA: 1 Hectárea	T1 (ACOLCHADO)	T2 (TESTIGO)
<b>INGRESO</b>		
Rendimiento (Quintales/ha)*	539 qq/ha	425.26 qq/ha
Precio**	Q280/qq	Q280/qq
<i>INGRESO TOTAL</i>	Q 150,920.00	Q 119,072.80
<b>COSTOS DIRECTOS</b>		
<i>ADECUACIÓN TERRENO</i>	SUBTOTAL	SUBTOTAL
Mecanización	Q 1,275.00	Q 1,275.00
<i>MATERIALES</i>		
Acolchado Cebollero	Q 5,700.00	Q -
<i>MATERIAL VEGETATIVO</i>		
Semilla y pilonera	Q 12,450.00	Q 12,450.00
<i>MANO DE OBRA – MANTENIMIENTO CULTIVO</i>		
Adecuación del suelo	Q 660.00	Q 660.00
Colocación de mangueras de riego por goteo	Q 330.00	Q 330.00
Colocación Acolchado	Q 550.00	Q -
Quitar Acolchado	Q 440.00	Q -
Trasplante	Q 3,520.00	Q 3,520.00
Desmalezado (manual)	Q 880.00	Q 3,740.00
Aplicación de insumos	Q 2,340.00	Q 2,640.00
Cosecha	Q 825.00	Q 825.00
Recoger Mangueras de riego por goteo	Q 275.00	Q 275.00
<i>INSUMOS</i>		
Fertilizantes	Q 13,815.00	Q 13,815.00
Fungicidas	Q 3,970.00	Q 3,970.00
Insecticidas	Q 1,615.00	Q 1,615.00
Herbicidas	Q 315.00	Q 1,590.00
Combustible	Q 150.00	Q 150.00
<i>TOTAL COSTOS DIRECTOS</i>	Q 49,110.00	Q 46,855.00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>		
Arrendamiento	Q 1,450.00	Q 1,450.00
Costos administrativos***	Q 1,473.30	Q 1,405.65
Imprevistos****	Q 2,455.50	Q 2,342.75
<i>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</i>	Q 5,378.80	Q 5,198.40
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>Q 54,488.80</b>	<b>Q 52,053.40</b>
<b>INDICADORES</b>		
Costo Unitario (Quetzales/qq)	Q 101.09	Q 122.40
Ingreso Neto	Q 96,431.20	Q 67,019.40
Rentabilidad	176.97%	128.75%
Relación B/C	2.77	2.29

\*Los rendimientos presentados se convirtieron a partir de los ajustados con pérdida de planta.

\*\* Precio pagado al productor el día de la cosecha.

\*\*\*3% Sobre costos directos

\*\*\*\*5% Sobre costos directos

## 2.8 CONCLUSIONES

1. El uso de acolchado plástico en el cultivo de cebolla incremento el rendimiento en 20.81%, con estimaciones de 45.02 Tm ha<sup>-1</sup> y 35.65 Tm ha<sup>-1</sup> para el testigo, sin considerar porcentaje de mortandad, y con ajuste de pérdida de plantas 24.50 Tm ha<sup>-1</sup> y 19.33 Tm ha<sup>-1</sup> respectivamente.
2. El diámetro y peso del bulbo de cebolla fueron mejorados con el uso de acolchado, incrementándose el porcentaje de bulbos de primera.
3. El acolchado produjo un efecto amortiguador de la temperatura, disminuyendo las temperatura máximas y aumentando las mínimas” con respecto al testigo, evitando los valores picos que pueden llegar a estresar o mermar el metabolismo de la cebolla, lo cual favorece el desarrollo radicular de la planta.
4. El acolchado plástico mantuvo un mayor porcentaje de humedad en el suelo respecto al testigo relativo.
5. El uso de acolchado mejoró la eficiencia de aprovechamiento de fertilizantes, alcanzándose las siguientes cantidades de extracción de macronutrientes: 79.35 14.68, 117.13, 39.29, 11.22 y 24.28 Tm ha<sup>-1</sup> para N, P, K, Ca, Ma y S respectivamente. Los porcentajes de incremento respecto al testigo fueron de 34.61%, 3.41% y 27.59% para N, P y K respectivamente.
6. El uso de acolchado plástico incremento el costo total de producción en 4.47% respecto al sistema tradicional, por lo que se requiere de una mayor inversión, pero así mismo los rendimiento fueron incrementados, alcanzando una rentabilidad mayor que la del testigo, 176.97% y 128.75% respectivamente.

## **2.9 RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda el uso de acolchado plástico en el cultivo de cebolla en época de invierno, siempre y cuando se tenga un buen control fitosanitario y manejo de la humedad.
2. Se recomienda adecuar y replantear la investigación bajo condiciones de verano para estimar el rendimiento y evaluar el comportamiento de las variables explicativas consideradas en la presente investigación y poder contrastar los resultados entre las dos épocas de siembra.

## 2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. Al-Assir, I; Rubeiz, I; Khoury, R. 1992. Response of all greenhouse cos lettuce to clear mulch and nitrogen fertilizer (resumen). Horticultural Abstracts 62:3893.
2. Alvarado, PA. 2000. Consultoría: monitoreo de la producción y comercio de ajo y cebolla en Chile (en línea). Chile, Programa de Reconversión y Desarrollo de la Granja. Consultado 28 feb 2010. Disponible en [http://74.125.47.132/search?q=cache:hh6GJpDGZFIJ:mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/pa/ciencias\\_agronomicas/a20021022112707informeajoicebolla.doc](http://74.125.47.132/search?q=cache:hh6GJpDGZFIJ:mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/pa/ciencias_agronomicas/a20021022112707informeajoicebolla.doc)
3. Alvarado Valenzuela, P; Castillo Gutierrez, H. 1999. Acolchado de suelo mediante filmes de polietileno (en línea). Chile, Universidad de Chile, Revista Agroeconómica de la Fundación Chile Consultado 20 mar 2010. Disponible en: [http://74.125.47.132/search?q=cache:GngGxV4d4R8J:mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/pa/ciencias\\_agronomicas/a2002101895807publiacolchadodesuelo1999.doc](http://74.125.47.132/search?q=cache:GngGxV4d4R8J:mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/pa/ciencias_agronomicas/a2002101895807publiacolchadodesuelo1999.doc)
4. América.com. 2010. Cultivos protegidos (en línea). Montevideo, Uruguay. Consultado 20 mar 2010. Disponible en <http://www.america.com.uy/productos/index.php?IndexId=42>
5. BANGUAT (Banco de Guatemala, GT). 2007. Cebolla: aspectos productivos, comercio exterior y mercado nacional (en línea). Guatemala. Consultado 28 feb 2010. Disponible en [http://portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/uc\\_upie/documentos/17-cebolla.pdf](http://portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/uc_upie/documentos/17-cebolla.pdf)
6. Calderon Bran, LF; Dardón Avila, D. 1995. Evaluación de polietileno coextuido blanco negro en la conservación de humedad y mejor aprovechamiento de nutrientes en el cultivo de arveja china (en línea). Guatemala. Consultado 21 mar 2010. Disponible en [http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom\\_/hortalizas/Evalpolietileno.pdf](http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom_/hortalizas/Evalpolietileno.pdf)
7. Cardona, C. 2010. Casas de cultivos aumentan producción agrícola a fin de garantiza la seguridad alimentaria (en línea). Venezuela, INIA. Consultado 20 mar 2010. Disponible en [http://www.inia.gob.ve/index.php?option=com\\_content&task=view&id=550&Itemid=145](http://www.inia.gob.ve/index.php?option=com_content&task=view&id=550&Itemid=145)
8. CITAB (Centro de Investigaciones Territoriales y Ambientales Bonaeren, AR). 2005. Suelos (en línea). Buenos Aires, Argentina. Consultado 21 mar 2010. Disponible en <http://www.bapro.com.ar/citab/estadisticas/02%20MEDIO%20GEOGRAFICO/0202%20SUELOS.pdf>
9. Contreras, EA. 1993. The effects of plastic protection on the development of mycorrhizal infection in roots of diferent horticultural cultivars (resumen). Horticultural Abstracts 63:1117.
10. FAO, IT. 2002. El cultivo protegido en clima Mediterráneo (en línea). Roma, Italia. Consultado 20 mar 2010. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/005/S8630S/s8630s05.htm>

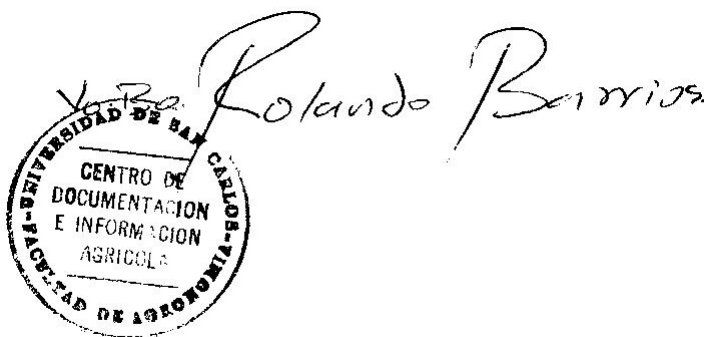


11. Fernández Cabrera, CE. 1995. Efectos de trampas amarillas en el control de trips (Thysanoptera: Thripidae) y mosca minadora (Diptera: Agromyzidae) y análisis de su fluctuación poblacional en arveja china (*Pisum sativum* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 66 p.
12. FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, H). 2006. Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de la cebolla (en línea). Comayagua, Honduras, Programa de Hortalizas, hoja técnica No. 8. Consultado 26 ene 2011. Disponible en [http://www.fhia.org.hn/downloads/hortalizas\\_pdfs/hojatecnica8efectocebolla.pdf](http://www.fhia.org.hn/downloads/hortalizas_pdfs/hojatecnica8efectocebolla.pdf)
13. García, SM *et al.* 2008. Acolchado plástico para la obtención de precocidad en esparrago blanco (en línea). Santa Fe, Argentina, Universidad Nacional de Rosario, Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias. Consultado 21 mar 2010. Disponible en <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Investigacion/revista/rev13/2.htm>
14. González, RA. 2005. Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión en el municipio de El Progreso, Jutiapa. Guatemala. Tesis Lic. Econ. Guatemala, USAC, Facultad Ciencias económicas. v. 1.
15. Gudiel, VM. 1987. Manual agrícola SUPERB. 6 ed. Guatemala, Productos Superb. 393 p.
16. Guerra López, SA. 2010. Efecto de la aplicación de tres niveles de nitrógeno y potasio sobre el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L. cv. De Castilla) en condiciones a campo abierto en San Juan Ermita, Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 136 p.
17. Guevara Paredes, MA. 2001. Efecto de cuatro niveles y tres fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento de cabolla (*Allium cepa* L.). Asunción Mita, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 74 p.
18. Ibarra Jiménez, L *et al.* 2001. Cubiertas flotantes, acolchado plástico y control de mosca blanca en el cultivo de calabacita (en línea). México, Universidad de Chapingo, Revista Chapingo, Serie Horticultura. Consultado 21 mar 2010. Disponible en <http://www.chapingo.mx/noticias/img/revistas/articulos/doc/a534d49b6dea8c3d6b71dad3b7c45c8a.PDF>
19. Ibarra Jimenez, L; Rodriguez, A. 1991. Acolchado de suelo con películas plásticas. México, Limusa. 131 p.
20. IBM, US; SPSS, US. 2010. Analytical statistics software, ver. Trial 19.0 (en línea). US. Consultado 20 nov 2010. Disponible en [http://forms.cognos.com/davidgonz%C3%A1lez122314?elqPURLPage=4333&mc=-web\\_spss\\_download](http://forms.cognos.com/davidgonz%C3%A1lez122314?elqPURLPage=4333&mc=-web_spss_download)
21. IICA, NI; MAGFOR, NI; JICA, NI. 2005. Estudio de oportunidades comerciales para productos agrícolas de Nicaragua: mercado de Guatemala (en línea). Nicaragua. Consultado 14 mar 2010. Disponible en [http://www.iica.int.ni/Estudios\\_PDF/Estudio\\_Guatemala.pdf](http://www.iica.int.ni/Estudios_PDF/Estudio_Guatemala.pdf)

22. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2003. Censo nacional agropecuario 2003 (CENAGRO) (en línea). Guatemala. Consultado 28 feb 2010. Disponible en <http://www.ine.gob.gt/index.php/agricultura/45-agricultura/74-cenagro-2003>
23. \_\_\_\_\_. 2010. Canasta básica de alimentos (en línea). Guatemala. Consultado 22 mayo 2010. Disponible en <http://www.ine.gob.gt/index.php/estadisticasdeprecios/58-estadisticasdeprecios/137-cba>
24. Infoagro.com. 2009a. El cultivo de la cebolla (en línea). Madrid, España. Consultado 28 feb 2010. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/cebolla.htm>
25. \_\_\_\_\_. 2009b. Los plásticos en la agricultura (en línea). España. Consultado 20 mar 2010. Disponible en [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/plasticos.htm](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/plasticos.htm)
26. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2010a. Mapa de acumulados de lluvia asociado a la tormenta tropical Agatha (en línea). Guatemala. Consultado 13 oct 2010. Disponible en [http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/agatha\\_lluvia.jpg](http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/agatha_lluvia.jpg)
27. \_\_\_\_\_. 2010b. Registros históricos, datos mensuales de lluvia (en línea). Guatemala, Estación meteorológica Quezada, Jutiapa. Consultado 13 oct 2010. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/JUTIAPA/Quesada/Lluvia%20m.m.%20QUESADA.htm>
28. Iturbo Orbe, E. 2006. Plan rector sistema producto ornamental de Chiapas 2005-2015 (en línea). México, Fomento Económico de Chiapas AC-SDR-SAGARPA-Gobierno de Chiapas. Consultado 20 mar 2010. Disponible en <http://www.agrochiapas.gob.mx/tmp/SP/archivos/SP-Ornamentales.pdf>
29. Lardizabal, R. 2007. Manual de producción: el cultivo de la cebolla (en línea). Honduras, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Consultado 26 mar 2010. Disponible en [http://www.sag.gob.hn/files/Infoagro/Cadenas%20Agro/Hortofruticola/OtraInfo/Manuales/Manual\\_Produccion\\_Cebolla.pdf](http://www.sag.gob.hn/files/Infoagro/Cadenas%20Agro/Hortofruticola/OtraInfo/Manuales/Manual_Produccion_Cebolla.pdf)
30. López, J; Dennett, M. 2007. Estimulación del uso del agua en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en las condiciones de Quíbor, Estado Lara, Venezuela (en línea). Revista Bioagro 19(3):127-132. Consultado 22 mar 2010. [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-33612007000300002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-33612007000300002&script=sci_arttext)
31. López, PR. 2005. Sistematización de las experiencias de uso de tecnologías en el cultivo de tomate en Laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 27 p.
32. López Sandoval, PR. 1993. Diagnóstico del caserío Laguna de Retana, aldea Las Flores, municipio de El Progreso, departamento de Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 38 p.

33. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2004. Base de datos digital del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación; de suelos, zona de vida, etc del municipio de El Progreso, Jutiapa. Guatemala. 1 CD.
34. Martínez De la Cerda, J. 2009. Acolchado en hortalizas (en línea). Nuevo León, México, UANL, Facultad de Agronomía. Consultado 20 mar 2010. Disponible en <http://www.camponl.gob.mx/oeidrus/hortalizas/8alcolchado.pdf>
35. Mendoza, SF *et al.* 2004. Crecimiento y rendimiento de chile jalapeño acolchado con plástico y regado con cintilla (en línea). México. Consultado 21 mar 2010. Disponible en [http://www.world-pepper.org/2004/memorias2004/191\\_mendoza\\_moreno\\_wpc2004.pdf](http://www.world-pepper.org/2004/memorias2004/191_mendoza_moreno_wpc2004.pdf)
36. Milanez, G; Duarte, N. 2002. Yield and storage of onion (*Allium cepa* L.) submitted to nitrogen and potassium levels through fertirrigation in summer planting (en línea). Brasil. Consultado 14 mar 2010. Disponible en [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542009000500017](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542009000500017)
37. Misle, E; Norero, A. 2001. Comportamiento térmico del suelo bajo cubiertas plásticas (en línea). Agricultura Técnica (Chile) 61(4):488-499.
38. Nava López, S. 2007. Producción de hortalizas con el sistema de acolchado (en línea). México. Consultado 21 mar 2010. Disponible en <http://www.dgose.unam.mx/ss/LaUNAMentuComunidad/pdf/Copandaro/Proyectos%20de%20Copandaro.pdf>
39. Nicho Salas, P. 2006. Cultivo de cebolla roja (en línea). Perú. Consultado 14 mar 2010. Disponible en <http://www.inia.gob.pe/SIT/consPR/adjuntos/730.pdf>
40. Ocampo, SA. 2009. Ventajas de los plásticos en la agricultura (en línea). México. Consultado 20 mar 2010. Disponible en [http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id\\_sec=1&id\\_art=733](http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_sec=1&id_art=733)
41. Oficina Municipal de Planificación, El Progreso, Jutiapa, GT. 2005. Plan estratégico participativo municipal. El Progreso, Jutiapa, Guatemala. 126 p.
42. Ortiz Uribe, N *et al.* 2003. Respuesta del algodónero al acolchado plástico y fechas de siembra (en línea). México, Revista Fitotecnia Mexicana. Consultado 21 mar 2010. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=61026302>
43. Ottone, M. 2008. Situación de mercado de cebollas frescas (en línea). Consultado 28 2010. Disponible en <http://www.scribd.com/doc/11581547/El-Mercado-Mundial-de-La-Cebolla-Ano-2008>
44. Pineda Herrera, DA. 1987. Efecto de siete frecuencias de riego en el rendimiento y evapotranspiración de la cebolla (*Allium cepa* L.) para la unidad de riego Laguna El Hoyo municipio de Monjas, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 76 p.

45. Pino, N. 2001. Técnicas isotópicas en el estudio de suelos (en línea). Chile. Consultado 20 mar 2010. Disponible en [http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_agronomicas/miscelaneasagronomicas38/C15.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronomicas/miscelaneasagronomicas38/C15.html)
46. Renquist, B; Martin, L. 1982. Effect of polyethylene mulch and summer irrigation regimes on subsequent flowering and fruiting of "Olympus" strawberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 107(2):373-376.
47. Sancho, H. 2001. Curvas de absorción de nutrientes: importancia y uso en los programas de fertilización (en línea). San José, Costa Rica, *Informaciones Agronómicas* no.36:11-13. Consultado 20 mar 2010. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/8DD2B8D2DBA77FC205256A310075B334/\\$file/Curvas+de+Absorci%C3%B3n.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/8DD2B8D2DBA77FC205256A310075B334/$file/Curvas+de+Absorci%C3%B3n.pdf)
48. Simmons, C; Táran, JM; Pinto, JH. 1956. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1,000 p.
49. Sinclair, RH; Dobod, R. 1997. Use of land capability classification system in the surface mining control and reclamation (en línea). Consultado 21 mar 2010. Disponible en [http://www.imwa.info/docs/imwa\\_2006/2032-Sinclair-NE.pdf](http://www.imwa.info/docs/imwa_2006/2032-Sinclair-NE.pdf)
50. Steel, R; Torrie, J. 1989. *Bioestadística: principios y procedimientos*. 2 ed. México, McGraw-Hill. 622 p.
51. USDA, US. 2010. Plant database: *Allium cepa* L. (en línea). US. Consultado 20 mar 2010. Disponible en <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=ALCE>



## 2.11 APÉNDICE

Cuadro 23 "A". Niveles tecnológicos diferenciados por González (2005) en El Progreso, Jutiapa, Guatemala, C.A.

Niveles	Manejo de Suelos	Mano de Obra	Uso de agroquímicos	Sistema de Riego	Semillas	Financiamiento	Asistencia y asesoría.
<b>I Tradicional</b>	No se usa ningún método de conservación de suelo.	Propia y familiar, no calificada.	No usan; se emplean nutrientes naturales como broza y excretas animales.	Natural. El Cultivo depende del invierno.	Criolla.	Propio. No hay crédito bancario ni otra forma de financiamiento.	No reciben.
<b>II Baja Tecnología</b>	Usan pocas técnicas y barreras naturales, construcción de cunetas temporales.	Propia, familiar y asalariada, en baja escala, medio calificada.	Usan fertilizantes en baja proporción, no hay control fitosanitario (manual)	Natural y artificial combinados. El artificial es por gravedad.	Criolla y mejorada.	Limitado y con restricciones, de familiares, amigos y eventualmente prestamistas.	De proveedores de agroquímicos e insumos.
<b>III Tecnología intermedia</b>	Combinan barreras naturales y técnicas adecuadas.	Propia, familiar y asalariada en alta escala y calificada.	Usan en cantidades y dosis adecuadas. Fertilizan con abonos específicos. Emplean herbicidas, insecticidas, fungicidas para control fitosanitario.	Lluvia y fuentes artificiales (pozos). Riego a presión, por goteo o aspersión.	Mejorada y certificada en menor proporción. Uso de cepas y estirpes locales.	Crédito bancario, de proveedores (agroservicios), de ONG's y cooperativas.	Técnicos y agrónomos.
<b>IV Alta tecnología</b>	Métodos específicos, obra civil adecuada, diseñada por estudio, sistemas hídricos y ambientes artificiales.	Solo asalariada, con todas las prestaciones, especializada y contratación única.	Emplean productos con fórmulas específicas de control fitosanitario no disponibles al público. Generalmente son parte de un clúster agrícola.	Solo riego artificial. Agua de calidad y fertirriego.	Solo certificada, genéticamente manipuladas (transgénicos).	Crédito local y externo, apoyo y subsidios privados y estatales para investigación y desarrollo.	Planes y programas integrados de manejo, equipo de manejo, equipos multidisciplinarios, laboratorios propios especializados.

*Datos recolectados en campo*

Cuadro 24 "A". Rendimiento parcela neta y numero de bulbos agrupados por calidad.

TRATA.	Rep.	No. Plantas	Rendimiento Parcela Neta	Calidad		
				1ra.	2da.	3ra.
			Kg	No. bulbos	No. bulbos	No. bulbos
T1	1	69	8.41	34	24	11
T1	2	81	9.77	40	28	13
T1	3	78	10	38	27	13
T1	4	58	5.23	25	20	13
T1	5	75	9.55	34	30	11
T1	6	70	7.05	31	25	14
T1	7	81	10.57	48	24	9
T1	8	71	8.18	33	24	14
T1	9	47	5.23	20	18	9
T1	10	53	8.75	36	14	3
T1	11	61	4.77	17	25	19
T1	12	69	10.8	44	18	7
T2	1	76	7.39	27	32	17
T2	2	54	5.45	19	23	12
T2	3	74	7.5	31	24	19
T2	4	84	9.32	32	41	11
T2	5	69	5.23	16	29	24
T2	6	62	5	16	35	11
T2	7	79	9.77	40	28	11
T2	8	47	3.86	8	18	21
T2	9	57	6.82	23	24	10
T2	10	43	4.77	18	20	5
T2	11	30	1.82	7	11	12
T2	12	59	5.45	22	23	14

Cuadro 25 "A". Diámetro y peso de bulbos de cebolla según repetición y tratamiento.

MUESTRAS	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
	Rep/Variable	$\theta$ (cm)	Peso (gr)	$\theta$ (cm)	Peso (gr)	$\theta$ (cm)	Peso (gr)	$\theta$ (cm)	Peso (gr)	$\theta$ (cm)	Peso (gr)	$\theta$ (cm)	Peso (gr)	$\theta$ (cm)	Peso (gr)	$\theta$ (cm)	Peso (gr)	$\theta$ (cm)	Peso (gr)	$\theta$ (cm)	Peso (gr)
T1 (ACOLCHADO)	T1 – R1	8.8	330	6.6	240	7.2	155	6.2	140	6.2	145	4.9	95	7.8	260	5.6	115	5.6	90	7.9	245
	T1 – R2	5.9	70	7.3	155	7.6	200	7.3	200	5.7	90	6.3	110	8.5	240	6.4	175	6.6	130	7.6	260
	T1 – R3	6.7	140	5.7	90	8	210	7.1	160	5.9	110	8	205	7.6	240	5.5	110	6	110	8.6	270
	T1 – R4	5.3	90	7.1	145	7.2	235	6.8	155	6.5	140	5.8	90	7.4	185	6.1	125	5.9	110	8	210
	T1 – R5	8.1	245	8.9	270	5.3	95	7.1	195	5.4	115	7.2	170	6.7	160	5.3	100	8.4	255	7.9	220
	T1 – R6	7.1	170	7.2	175	6	90	5.6	110	7.5	195	5.9	85	4.5	65	8.2	230	6.9	135	5.3	80
	T1 – R7	7.4	215	7.1	165	7.1	155	7.6	105	6.3	145	6	115	7.8	220	6.1	120	7	175	6.2	120
	T1 – R8	9.1	320	7.5	195	5.6	120	7.2	155	5.9	90	6.8	165	7.2	160	6.4	160	6.4	135	6.3	150
	T1 – R9	6.4	135	7.9	210	6.1	90	7	140	4.3	55	6.1	140	7.1	160	7.8	240	7.2	155	5	55
	T1 – R10	7.2	160	8.8	340	5.8	100	5.8	80	8.8	310	7.2	160	8.1	235	7.9	190	5.7	80	9.2	400
	T1 – R11	7.2	160	7.3	180	5.2	100	4.1	50	6.3	125	4.2	45	6	105	5.9	140	7.9	210	5.2	75
	T1 – R12	5.9	125	8	225	5.8	120	9.5	350	6.4	160	7.8	255	7.5	210	6.4	120	5.6	100	8.8	320
T2 (TESTIGO)	T2 – R1	6.5	155	7	175	6.8	165	8	250	7.8	215	6.4	125	5	70	6.8	145	5.8	100	4.7	60
	T2 – R2	7.1	170	6.4	120	5.9	100	7.2	185	6.8	140	7	155	7.3	170	7.1	160	6.3	110	8.6	270
	T2 – R3	7.3	175	5.7	100	6.4	110	6.7	190	6.8	205	5.9	115	6.4	145	7.6	240	6	105	6.8	195
	T2 – R4	8	240	6.2	145	5.3	90	8.4	310	3.8	50	5.7	90	5.1	100	5.6	90	5.8	100	4.7	70
	T2 – R5	8.1	240	5.8	115	7	160	4.4	55	5.6	90	5.8	125	6.3	120	6.4	150	5.7	80	5.8	95
	T2 – R6	5.7	110	6.3	140	6.1	145	4.4	60	5.3	100	5.3	90	7.3	185	4.4	65	6	145	6.7	150
	T2 – R7	6.4	140	4.1	45	8.1	245	5.9	115	6.8	180	5.8	110	5	75	6.3	110	4.9	55	7.5	225
	T2 – R8	6.6	160	5.9	120	7.7	225	5.6	90	5.7	95	7.4	210	5.6	100	6	95	6.2	120	6	100
	T2 – R9	6.6	160	5.7	105	6.4	120	6.5	160	7.9	225	5.2	70	5.2	60	7.8	210	4.9	65	5.5	90
	T2 – R10	6.1	140	4	40	5.5	90	8.2	150	5.9	140	5.9	85	5.3	90	7	140	4.3	50	4.4	60
	T2 – R11	6.1	105	6	120	4.4	45	5.8	115	4.8	80	6.3	125	4.8	70	7.2	150	5.3	90	5.3	95
	T2 – R12	7	180	5.9	95	5.9	115	6.5	140	6.4	135	4.8	85	5.9	100	7.9	220	5.6	90	4.5	60



Cuadro 26 "A". Registro de los valores de tensión indicados por los tensiómetros.

LECTURA	T1 (ACOLCHADO)		T2 (TESTIGO)	
	Tensión (centibar)	% HUMEDAD*	Tensión (centibar)	% HUMEDAD*
1	4.0	19.4	8.0	18.5
2	6.0	18.9	12.0	17.9
3	10.0	18.1	14.0	17.7
4	4.0	19.4	6.0	18.9
5	4.0	19.4	6.0	18.9
6	4.5	19.3	8.0	18.5
7	6.0	18.9	8.0	18.5
8	3.0	19.9	6.0	18.9
9	5.0	19.1	7.0	18.6
10	5.0	19.1	8.0	18.5
11	6.0	18.9	10.0	18.1
12	3.0	19.9	5.0	19.1
13	3.0	19.9	4.5	19.3
14	4.0	19.4	6.0	18.9
15	5.0	19.1	8.0	18.5
16	6.0	18.9	7.0	18.6
17	6.5	18.8	8.0	18.5
18	5.0	19.1	6.0	18.9
19	4.0	19.4	6.0	18.9
20	4.0	19.4	5.0	19.1
21	6.0	18.9	8.0	18.5
22	8.0	18.5	12.0	17.9
23	8.0	18.5	14.0	17.7
24	3.0	19.9	4.0	19.4
25	4.0	19.4	5.0	19.1
26	4.0	19.4	4.0	19.4
27	4.0	19.4	5.0	19.1
28	4.0	19.4	4.0	19.4
29	4.0	19.4	4.5	19.3
30	4.0	19.4	4.5	19.3
31	3.5	19.6	4.0	19.4
32	5.0	19.1	6.0	18.9
33	5.0	19.1	7.5	18.5
34	6.0	18.9	11.5	17.9
35	4.0	19.4	4.5	19.3
36	8.0	18.5	7.0	18.6

\*Equivalente en porcentaje de humedad obtenido mediante la ecuación de regresión  $y = -1.425\ln(x) + 14.836$ , donde  $x$  es el valor de tensión.

Fotografías tomadas en el campo de investigación.



Figura 56 "A". Distribución de unidades experimentales, diseño en parcelas apareadas.



Figura 57 "A". Identificación de unidades experimentales.



Figura 58 "A". Instrumentos para la toma de datos. a) Tensiómetro de humedad del suelo. b) Termómetro de vástago para medición de la temperatura del suelo.



Figura 59 "A". Clasificación por calidad, de primera, segunda y tercera.



Figura 60 "A". Toma de datos durante la cosecha: rendimiento, diámetro y peso por bulbo.



Figura 61 "A". Muestras de cebolla para realizar análisis de tejido vegetal en laboratorio.





### **CAPÍTULO III**

**SERVICIOS REALIZADOS EN EL CASERÍO LAGUNA DE RETANA, MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.**



### 3.1 PRESENTACIÓN

Del diagnóstico realizado en el caserío Laguna de Retana se identificaron una serie de problemas, los cuales se priorizaron de la siguiente manera: a) Incremento de plagas y enfermedades, b) Conocimiento limitado para el manejo de nuevas tecnologías y c) Contaminación ambiental. A partir de estos problemas se planearon y ejecutaron algunos servicios con la finalidad de mitigarlos. Los servicios consistieron básicamente en tres proyectos: Capacitaciones, Montaje de parcelas demostrativas de acolchados y la gestión de un proyecto de manejo de desechos plásticos.



Figura 62. Problemas identificados con sus respectivos proyectos de mitigación.

Las capacitaciones a agricultores y montaje de parcelas demostrativas de acolchado estuvieron orientadas a mitigar el problema de incremento de plagas y enfermedades así como para ampliar el conocimiento acerca del manejo de nuevas tecnologías. Para mitigar el problema de la contaminación ambiental se gestionó una reunión donde participaron agricultores, COCODES, Alcalde Municipal y representantes del Ministerio de Ambiente, así también se contó con la participación de la iniciativa

privada, la empresa productora de plásticos para el desarrollo Olefinas S.A., la cual expuso un proyecto para el manejo de desechos plásticos. Esta reunión finalizó con la aceptación y compromiso del alcalde municipal para llevar a cabo el proyecto que contribuirá en gran manera a la mejora del medio ambiente local. También se realizaron capacitaciones con los niños, en las cuales se impartieron charlas de educación ambiental y prácticas de reforestación entre otras actividades orientadas a concientizar a la nueva generación sobre el cuidado del ambiente.

Con la ejecución de estos proyectos se contribuyó a mitigar los principales problemas que limitan el desarrollo integral de la Laguna de Retana, cumpliendo así con la visión de nuestra *alma mater*, la extensión y servicio a nuestro país.



### **3.2 OBETIVO GENERAL**

Contribuir al desarrollo integral del caserío Laguna de Retana mediante la realización de proyectos orientados a mitigar el problema de las plagas y enfermedades, ampliar el conocimiento de los agricultores para el manejo de nuevas tecnologías, y contribuir a la mejora y conservación del medio ambiente.

### **3.3 SERVICIO 1: CAPACITACIONES A AGRICULTORES Y NIÑOS DE LA ESCUELA DE LA LAGUNA DE RETANA.**

Las capacitaciones se realizaron tanto a nivel de *agricultores* como con los *niños* de la escuela de la Laguna de Retana. Los temas impartidos variaron según el segmento al que se impartían las charlas.

En las capacitaciones a agricultores se impartieron temas sobre el manejo de nuevas tecnologías orientadas a mitigar el problema de las plagas y enfermedades, y ampliar sus conocimientos para mejorar sus cosechas. Las capacitaciones a los niños consistieron básicamente en exposiciones de temas de educación ambiental orientados al cuidado y mejora del ambiente, así como de la higiene personal.

#### **3.3.1 OBJETIVOS**

1. Aportar conocimientos a los agricultores sobre el manejo de nuevas tecnologías que contribuyan a mitigar la problemática de las plagas y enfermedades, y mejorar las cosechas.
2. Despertar en los niños una conciencia de conservación del medio ambiente y del cuidado personal.

#### **3.3.2 METODOLOGÍA**

Los temas de capacitación impartidos a los agricultores se definieron en base a las entrevistas realizadas en la fase de diagnóstico, siendo el manejo de macro túneles y micro túneles, y uso de acolchado plástico los más solicitados por los agricultores. En base a los temas se contactó a las empresas promotoras de dichas tecnología para solicitar su colaboración con el aporte de un profesional experto en el tema para dar a conocer los beneficios y detalles del manejo de las tecnologías. Las empresas participantes fueron Vista Volcanes S.A. y Olefinas S.A., impartiendo los temas de macrotúnel y acolchado plástico respectivamente.

En cuanto a la logística, se definió la fecha más accesible para los agricultores y como lugar de reunión, el centro de acopio por la cercanía.

Una vez definido el lugar y fecha se realizaron las invitaciones y se distribuyeron a todos los agricultores. Además se realizaron todos los preparativos como refacción, planta eléctrica, limpieza del lugar de reunión. La capacitación se dividió en dos partes; a) La exposición en el centro de acopio sobre la tecnología de macrotúnel y microtúnel, y acolchado plástico, y b) visita en campo a algunos productores que ya implementaron dichas tecnologías.

Las capacitaciones impartidas a los niños de la escuela de la Laguna de Retana se dividieron en exposiciones en aula y actividades extra-aula, orientadas a concientizar a la nueva generación acerca del cuidado del ambiente.

- a. Exposiciones en Aula:** Se realizaron exposiciones en coordinación con la directora de la escuela, en las cuales se impartieron temas de educación ambiental, entre ellos: Cambio climático, calentamiento global, plaguicidas agrícolas, desechos sólidos e higiene personal, orientados al cuidado del medio ambiente e higiene personal.
- b. Actividades Extra-aula:** Se realizaron diversas actividades prácticas para reforzar las exposiciones y despertar el interés de los niños sobre nuevas formas de producir minimizando el daño al ambiente. Entre las actividades realizadas están: elaboración de una abonera, huerto hidropónico, manejo de un cultivo agrícola y reforestación.

### **3.3.3 RESULTADOS**

#### **A. CAPACITACIÓN A AGRICULTORES**

La capacitación consistió en el aporte de conocimientos sobre tecnología de cultivo protegido y los beneficios del uso de acolchado plástico, a cargo de representantes de las empresas promotoras de dichas tecnologías. También se realizó una visita en campo para observar las tecnologías. Con la capacitación se logró reforzar el conocimiento de los agricultores para mitigar el problema de las plagas y enfermedades.



Figura 63. Capacitación a los agricultores de la Laguna de Retana. a) Representante de Olefinas S.A. a cargo de la exposición de acolchado plástico. b) Recorrido en campo para observar las tecnologías de macrotúnel y acolchado plástico.

## B. CAPACITACIÓN A LOS NIÑOS DE LA ESCUELA DE LA LAGUNA

Los niños son el futuro de nuestro país y es de conocimiento común que en la etapa de la niñez la mente es altamente receptiva, por lo que con estas actividades se concientizó a los niños sobre el cuidado del ambiental e higiene personal, ya que el medio en el que viven, están expuestos al contacto con productos químicos utilizados en la agricultura.

**a. Exposiciones en aula:** Básicamente las charlas se basaron en temas de educación ambiental entre ellos: contaminación ambiental, calentamiento global, cambio climático, plaguicidas agrícolas e higiene personal. Estas charlas fueron coordinadas y ejecutadas por el epesista encargado.



Figura 64. Exposiciones impartidas a los niños en la escuela de la Laguna de Retana.

- b. Las actividades extra-aula:** Estas actividades sirvieron de complemento para el aprendizaje integral de los niños. Entre ellas están:
- i. Elaboración de Abonera:** Se realizó una abonera utilizando residuos de la actividad agropecuaria, principalmente estiércol bovino y rastrojo de maíz. Conforme se elaboraba la abonera se explicó la función de cada material utilizado y el cuidado de la abonera después de su preparación (figura 65).
  - ii. Huerto hidropónico:** Para despertar el interés de los niños por la tecnología se montó un mini-huerto hidropónico, el cual fue asistido por los niños, siempre bajo supervisión (figura 66a y 66b).
  - iii. Establecimiento y manejo de un cultivo agrícola:** La escuela cuenta con una pequeña área dedicada a la práctica agrícola. Con la finalidad de poner en práctica los criterios expuestos en aula, se estableció el cultivo de maíz, el cual fue asistido por los niños bajo la respectiva supervisión del epesista encargado (figura 66c y 66d).
  - iv. Reforestación:** Se realizó una práctica de reforestación en la parte adyacente de la iglesia católica de esta misma localidad. En esta práctica se enfatizó sobre la importancia de plantar árboles para conservar el ambiente (figura 66e y 66f).



Figura 65. Elaboración de la abonera con la participación de los niños de la escuela.



Figura 66. Actividades extra-aula. a) Elaboración de semillero de lechuga, b) Desarrollo del cultivo de lechuga bajo sistema de huerto hidropónico; c) Siembra de maíz, d) Cultivo en fase de floración; e) Siembra de árboles y f) Se sembraron e identificaron 62 árboles en toda el área adyacente a la iglesia.

### **3.3.4 EVALUACIÓN**

1. Con las capacitaciones se reforzó el conocimiento de los agricultores sobre el manejo de los cultivos utilizando tecnología de protección de cultivos, en este caso, microtúnel, macrotúnel y acolchado plástico, logrando que una buena parte de los agricultores adoptaran e implementará dichas tecnologías, quienes reportaron un incremento del 20 a 30% en el rendimiento respecto a los cultivos a campo abierto.
2. Con las exposiciones en aula y actividades extra-aula se contribuyó a inculcar en los niños de La Laguna de Retana una conciencia de conservación del medio ambiente e higiene personal.

## **3.4 SERVICIO 2: MONTAJE DE PARCELAS DEMOSTRATIVAS**

### **3.4.1 OBJETIVO**

1. Dar a conocer y asesorar a los agricultores sobre las nuevas tecnologías de acolchado plásticos que permiten mejorar las cosechas.

### **3.4.2 METODOLOGÍA**

Se solicitó a la empresa promotora de plásticos para el desarrollo Olefinas S.A. su colaboración con un rollo de acolchado plástico blanco/negro y un rollo de acolchado cebollero para montar parcelas demostrativas con algunos de los agricultores de la Laguna. Al momento de su instalación se les dio asesoría a los agricultores sobre el uso y beneficios que aportan estos nuevos acolchados y consecuentemente se le dio seguimiento a las parcelas para observar la evolución de los cultivos y conocer los comentarios de los agricultores.

En el caso del acolchado cebollero se montaron parcelas tanto en la Laguna de Retana como en la aldea Tiucal, perteneciente al municipio de Asunción Mita, Jutiapa, ya que es considerada un área fuerte en la producción de cebolla.

### **3.4.3 RESULTADOS**

Se montaron parcelas demostrativas de acolchado coextruido blanco/negro en el cultivo de tomate en la Laguna de Retana. En el caso de acolchado cebollero se montaron parcelas en la Laguna de Retana y en la aldea Tiucal, Asunción Mita.



Figura 67. Establecimiento y seguimiento de parcelas demostrativas de acolchado blanco/negro.



Figura 68. Adopción e implementación de la tecnología de acolchado tomatero blanco/negro en la Laguna.



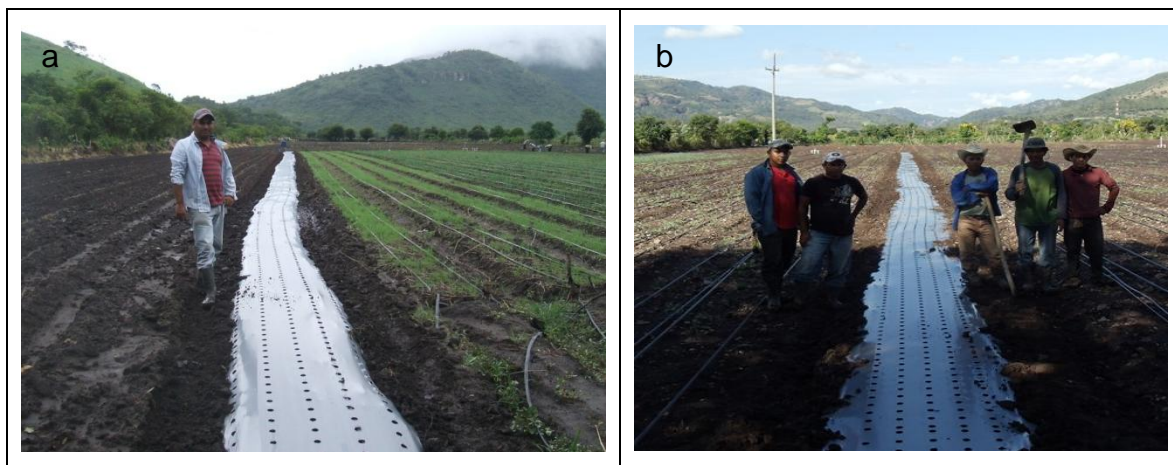


Figura 69. Montaje de parcelas de mostrativas de acolchado cebollero. a) En la laguna de Retana, b) En Tiucal, Asunción Mita, Jutiapa.

#### 3.4.4 EVALUACIÓN

1. Con el montaje de parcelas demostrativas se dio a conocer a los agricultores tanto de la Laguna de Retana como de la aldea Tiucal, en Asunción Mita, las nuevas tecnologías de acolchado plástico que han sido diseñadas para mejorar las cosechas. En el caso de las parcelas de acolchado tomatero blanco/negro los agricultores comentaron que la fruta fue más uniforme en cuanto a su tamaño. En las parcelas de cebolla se obtuvo mejor rendimiento y calidad según informaron agricultores.
2. Como resultado de la de la promoción de dichas tecnologías, se observaron por lo menos dos parcelas de algunos agricultores que implementaron la tecnología de acolchado blanco/negro para enfrentar el segundo ciclo agrícola.

### **3.5 SERVICIO 3: GESTIÓN DE MANEJO DE DESECHOS PLÁSTICO**

#### **3.5.1 OBJETIVOS**

1. Contribuir al mejoramiento y conservación del medio ambiente de la Laguna de Retana mediante.

#### **3.5.2 METODOLOGÍA**

A raíz de los problemas de contaminación ambiental detectados durante la fase de diagnóstico, con una estimación mayor que 32.4 Tm/anales de desechos plásticos, surgió la iniciativa de gestionar un proyecto para mitigar el daño al ambiente, en el cual participaron tanto empresas productoras de plásticos así como la comunidad y dirigentes municipales.

Hasta el momento la única empresa reconocida en Guatemala que se dedica a la producción de plásticos para la agricultura y que se ha preocupado por darle una correcta disposición a los desechos plásticos que han sido utilizados en el campo es Olefinas S.A., citando como ejemplos a las empresas productoras de Melón en Zacapa y las bananeras en la costa sur que utilizan una gran cantidad de plásticos y a la vez producen grandes cantidades de desechos, a los cuales Olefinas S.A. se ha encargado de darles una correcta disposición para mitigar el daño al ambiente. Con esta referencia, el primer paso consistió básicamente en plantearle a dicha empresa la problemática de contaminación por desechos plásticos en la Laguna de Retana y solicitar su apoyo y participación para darle solución al problema. Los directivos de la empresa manifestaron interés en la iniciativa propuesta y se comprometieron a implementar el proyecto de manejo de desechos plásticos con la condición de que la comunidad se organizara para facilitar la logística de dicho proyecto, por lo cual, el siguiente paso consistió en hacer las gestiones respectiva con el alcalde municipal de El Progreso Jutiapa y los respectivos COCODES del caserío Laguna de Retana.

Luego de solicitar la participación y contar con el apoyo de los miembros del COCODES y del señor alcalde municipal, se procedió a organizar una reunión en la cual se convocaría a todos los agricultores para darles a conocer la iniciativa acerca del proyecto de manejo de desechos plásticos propuesto por la empresa Olefinas S.A.

Antes que resaltar los aspectos de logística de la reunión, cobra mayor importancia detallar quienes fueron los participantes y la agenda para el desarrollo de la actividad, lo cual se detalla a continuación.

Convocados de la localidad:

- Alcalde municipal.
- COCODES (Consejo Comunitario de Desarrollo).
- Directivos de ADDILARE (Asociación de Agricultores para el desarrollo Integral de La Laguna de Retana).
- Agricultores.

Invitados:

- Ministerio de Ambiente y Recursos Renovables.
- Olefinas S.A.
- Cementos Progreso.

El detalle de la agenda de la reunión se presenta en el cuadro 27 "A".

### 3.5.3 RESULTADOS

Como resultado de las gestiones realizadas se logró llevar a cabo una reunión donde participaron agricultores, líderes comunitarios, alcalde municipal, representantes del Ministerio de Ambiente y representantes de la iniciativa privada como lo es Olefinas S.A. y Cementos Progreso.

La reunión se concentró básicamente en tres puntos:

- a. Concientización sobre el cuidado del ambiente:** Las charlas fueron impartidas por representantes del ministerio de ambientes, tratando temas de contaminación al ambiente para hacer reflexionar a los agricultores e iniciativa privada del daño que los productos utilizados en la agricultura ocasionan al ambiente después de ser utilizados.
- b. Presentación del proyecto de manejo de desechos plásticos:** Estuvo a cargo de Olefinas S.A. y Cementos Progreso. La propuesta del proyecto de manejo de desechos plásticos se resumen a continuación:

Descripción del proyecto: Se propuso el establecimiento de un centro de acopio para la disposición de los desechos plásticos agrícolas, entre ellos: Acolchado, techos hortícolas, sogas, mangueras de riego por goteo y mantas agril. En este centro de acopio se manejará el plástico de forma adecuada para que luego por procesos de reciclaje o termo conversión se dé un mejor uso a los plásticos sin causar ningún tipo de contaminación a la comunidad.

Tratándose de un esfuerzo conjunto entre la comunidad y Olefinas S.A., se presentó la inversión que cada parte debe realizar, lo cual se describe a continuación.

Participación Local: A través de la municipalidad, la comunidad debe invertir lo siguiente:

- Terreno bien ubicado para establecer el centro de acopio.
- Tractor para operar la máquina que hace las pacas de plástico.
- Operador del tractor.
- De 4 a 6 ayudantes para llenar la máquina.
- Alambre galvanizado calibre 12 para amarrar las pacas.
- Una retro excavadora para cargar las pacas a los camiones, su operador y dos ayudantes.

Participación de Olefinas: Olefinas se compromete con lo siguiente:

- Préstamo del equipo para formar las pacas de plástico.
- Capacitar a operarios a utilizar máquina.
- Capacitación a los agricultores de la comunidad para enseñar la correcta forma de retirar el acolchado plástico del suelo.
- Coordinar la correcta disposición de las pacas en el centro de acopio.
- Coordinar el retiro de las pacas plásticas del centro de acopio para su disposición final.

- c. **Participación de agricultores, líderes comunitarios y del señor alcalde municipal:** Se contó con la participación de agricultores y líderes comunitarios que manifestaron verbalmente su aceptación por la propuesta y solicitaron al señor alcalde que aceptara la propuesta. Luego el alcalde tomó la palabra para confirmar verbalmente su participación y compromiso ante todos los presentes, de aportar los recursos requeridos para llevar a cabo el proyecto.



Figura 70. Reunión de Manejo de desechos plásticos. a) La reunión fue presentada y dirigida por el epesista organizador, b) Intervención del presidente de AADILARE exhortando a los agricultores a cuidar el ambiente, c) y d) Participación de representantes del Ministerio de Ambiente abordando los temas de contaminación ambiental; e) Propuesta del proyecto por parte del representante de Olefinas S.A., f) Intervención del alcalde municipal aceptando y comprometiéndose ante los participantes de la localidad.

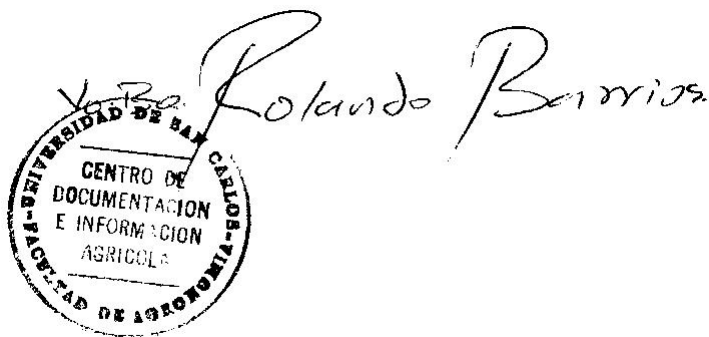
Como resultado de las gestiones realizadas y de la reunión que se llevó a cabo, se dio a conocer la propuesta del proyecto de manejo de desechos plásticos a los agricultores y líderes comunitarios, logrando la aceptación del proyecto por parte del alcalde municipal, quien públicamente asumió el compromiso de aportar los recursos respectivos planteados en el proyecto para llevarlo a cabo, así también las empresa Olefinas S.A. (figura 70).

#### **3.5.4 EVALUACIÓN**

1. Como resultado de las gestiones realizadas ante la empresa Olefinas S.A., los líderes comunitarios y alcalde municipal, se logró el compromiso tanto de la iniciativa privada como municipal, de aportar los recursos requeridos para llevar a cabo el proyecto y que están planteados en el proyecto de manejo de desechos plásticos, con la finalidad de contribuir a la mejora del medio ambiente local.
2. Con las exposiciones sobre los temas de contaminación ambiental se concientizó e instó a los agricultores a reflexionar acerca del daño que se hace al ambiente producto de actividades como la quema del acolchado y mantas agrícolas, así como la creación de basureros clandestinos y demás actividades agrícolas que repercuten negativamente en el estado del medio ambiente.

### 3.6 BIBLIOGRAFÍA

1. EPA (Environmental Protection Agency, US). 2010. Uso seguro de los pesticidas (en línea). Washington, DC, US. Consultado 16 mayo 2010. Disponible en: <http://www.epa.gov/pesticides/contacts/index.htm#mailing>
2. Guillén, F. 1996. Educación, medio ambiente y desarrollo sostenible (en línea). Revista Iberoamericana de Educación no.11:103-110. Consultado 16 mayo 2010. Disponible en: <http://www.rieoei.org/oeivirt/rie11a03.pdf>
3. Martín, V. 2004. Hábitos de higiene personal en las escuelas (en línea). Revista Digital "Investigación y Educación" no. 12. Consultado 17 mayo 2010. Disponible en [http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod\\_sevilla/archivos/revistaense/n12/higiene.pdf](http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_sevilla/archivos/revistaense/n12/higiene.pdf)



### **3.7 APÉNDICE**



A

Quien interese.

Pte.

La infrascrita directora de la Escuela oficial Rural Mixta Caserío Madre Tierra, Aldea Laguna de Renata, de el Municipio de El Progreso, departamento de Jutiapa , HACE CONSTAR: Que el INGENIERO AGRONOMO DAVID OMAR GONZALEZ DIEGUEZ, DE LA CARRERA DE Producción Agrícola hizo su proyecto en nuestra escuela y comunidad desde el mes de febrero a octubre de dos mil diez, realizado las siguientes actividades.

- Abonera (Abono Orgánico)
- Cultivo Agrícola con fines Didácticos
- Huerto Hidropónico
- Reforestación
- Capacitaciones: Temas de educación Ambiental higiene personal, ciencia y tecnología, cultura general.
- Asistencia y apoyo al vivero forestal del magisterio a nivel municipal,

Y para los usos que el interesado convenga, extendo la presente en una hoja de papel bond en aldea Laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa a los veinticinco días del mes de Octubre de dos mil diez. -----

F



Erika Mirella Sandoval Herrera  
Directora E.O.R.M. CASERIO MADRE TIERRA  
Aldea laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa



LISTADO DE PRODUCTORES DE TOMATE Y CHILE  
PARTICIPANTES EN LA CHARLA SOBRE  
ACOLCHADOS PLASTICOS, EN  
LA GUNA DE RETANA, JUTIAPA:

	NOMBRE	TELEFONO	FIRMA
1)	Oscar Samalval	51625573	
2)	Fredy Zepeda	51625564	
3)	Saúl Salvador	41079814	
4)	Marco Cesilio Barrera	-	
5)	Hugo Najarro	56886965	
6)	Melvin Najarro	57419015	
7)	Hector Najarro	53334091	
8)	Samuel Zepeda	57230320	
9)	Edgar Zepeda	48788466	
10)	Gabriel Zepeda	58073193	
11)	Carlos Najarro	-	
12)	Nelson Najarro	-	
13)	Fredy Navarro	58966673	
14)	Esteban Barrera	-	

Listado de Asistencia de agricultores a la capacitación sobre acolchados plástico.

# Manejo de Desechos Plásticos



Plásticos para el desarrollo



**GRUPO OLEFINAS**  
**ГРУПО ОЛЕФИНАС**



Recibido  
01-09-10  
*[Handwritten signature]*

Proyecto de manejo de desechos plásticos.

Firmado y sellado por parte del alcalde municipal de El Progreso.

Cuadro 27 "A". Agenda de la Reunión de manejo de desechos plásticos.

TEMA	EXPOSITOR	CARGO ACTUAL
Importancia de la Conferencia.	Ing. Cesar Palma.	Presidente de la Asociación de Agricultores para el desarrollo integral de la Laguna de Retana.
Contaminación Ambiental <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesticidas y Agroquímicos</li> <li>• Bifenilos Policlorados PCB's</li> <li>• Dioxinas y Furanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ing. Miguel González.</li> <li>• Ing. Elvis Ajanel.</li> <li>• Ing. Jenifer Zamora.</li> </ul>	Representantes del Ministerio de Ambiente y Recursos Renovables.
Propuesta del proyecto de Manejo de Desechos Plásticos	P. Agr. Denis Marroquín.	Gerente Área Agrícola, Olefinas S.A.
Proceso de los materiales plásticos en la planta Cementera	Ing. Juan Pablo Masariegos.	Gerente de Recursos alternativos, Cementos Progreso.
Palabras de Señor Alcalde	Sr. Marvin Enrique Zepeda	Alcalde Municipal de El Progreso.
Tiempo de Preguntas y opiniones.	Productores y directivos de la Laguna de Retana.	
Palabras de Agradecimiento	David González	Epesista – Facultad de Agronomía, USAC.

ASISTENCIA A REUNIÓN: MANEJO DE DESECHOS PLÁSTICOS

Fecha: 14/10/10

NOMBRE	Teléfono	Firma
<u>Juan Pablo Mazariños</u>	<u>22864100</u>	<u>[Firma]</u>
<u>ANA PATRICIA FUENTES F.</u>	<u>22864100</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Edgar R. Salazar S.</u>	<u>45218896</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Raúl Salvador Hernández</u>	<u>41-0798-14</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Raquel Barrera G.</u>	<u>57469565</u>	<u>[Firma]</u>
<u>JULIO AC</u>	<u>57684910</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Melina Peral</u>	<u>59416067</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Vidal NAJARRO</u>	<u>57273145</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Esteban Barrera G.</u>	<u>53474126</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Nelson Najarro</u>	<u>57695359</u>	<u>Nelson Najarro</u>
<u>Rolando Ruano Najarro</u>	<u>55518231</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Esmeralda Ruiz Gozales</u>	<u>45056342</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Florita Orozco Yujalva</u>	<u>53457478</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Jose Rilda Canales</u>	<u>40884293</u>	<u>[Firma]</u>
<u>D. Antonio Guzmán</u>	<u>44-66-28-00</u>	<u>D. Antonio Guzmán</u>
<u>Amilcar Godínez</u>	<u>58074866</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Miguel González</u>	<u>57155043</u>	<u>[Firma]</u>
<u>César Palma</u>	<u>40047452</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Marvin Zepeda</u>	<u>55113253</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Oliver Aguilar</u>	<u>59822144</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Carlos NAJARRO</u>	<u>55250585</u>	<u>[Firma]</u>



Listado de Asistencia de agricultores a la reunión de manejo de desechos plásticos.





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
AREA INTEGRADA



Guatemala, 22 de agosto de 2011

Ref. SAIEPSA: Trabajo de Graduación 076-11

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

“EVALUANDO EL ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) Y SERVICIOS COMUNITARIOS EN EL CASERÍO LAGUNA DE RETANA, MUNICIPIO DE EL PROGRESO, JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.”

ESTUDIANTE:

DAVID OMAR GONZÁLEZ DIÉGUEZ

No.CARNÉ

200610555

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

“EVALUACIÓN DE ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN EL CASERÍO EL RODEO, EL PROGRESO, JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

Ing.Agr. Miguel A. Morales Cayax  
Ing.Agr. Iván Dimitri Santos  
Ing.Agr. Pedro Peláez Reyes

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

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Vo.Bo. Ing.Agr. Pedro Peláez Reyes  
Coordinador Área Integrada – EPSA



c.c. Control Académico, Estudiante, Archivo,  
PPR/azu.







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



REF. Sem. 22/2011

LA TESIS TITULADA: "EVALUACIÓN DE ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN EL CASERÍO EL RODEO, EL PROGRESO, JUTIAPA"

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: DAVID OMAR GONZÁLEZ DIÉGUEZ

CARNE: 200610555

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Miguel Morales Cayax  
 Ing. Agr. Iván Dimitri Santos  
 Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

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

Ing. Agr. Iván Dimitri Santos  
 ASESOR

Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes  
 ASESOR-SUPERVISOR

MSc. Álvaro Gustavo Hernández Dávila  
 DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES

AHD/nm  
 c.c. Archivo





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



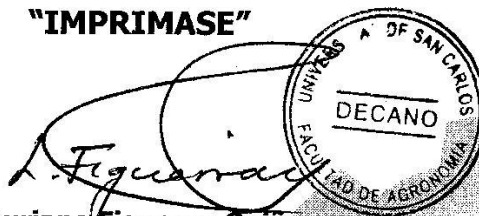
No. 36.2011

Trabajo de Graduación: "EVALUANDO EL ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) Y SERVICIOS COMUNITARIOS EN EL CASERÍO LAGUNA DE RETANA, MUNICIPIOS DE EL PROGRESO, JUTIAPA, GUATEMALA, C.A.".

Estudiante: David Omar González Diéguez

Carné: 200610555

**"IMPRIMASE"**



**Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez**  
**DECANO**