


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
AREA INTEGRADA**



**EVALUACIÓN DEL MÉTODO RICCI PARA INFESTACIÓN DE
COCHINILLA *Dactylopius coccus* Costa, SOBRE NOPAL
Opuntia ficus-índica (L.) MILL, BAJO CONDICIONES
SEMICONTROLADAS EN CUATRO LOCALIDADES DE
GUATEMALA.**

HUGO NOEL SOLARES PINEDA

GUATEMALA, AGOSTO DE 2007.

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

**TRABAJO DE GRADUACION REALIZADO EN LA
COMUNIDAD EL TOBON, SAN PEDRO PINULA, JALAPA**

**Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Agronomía
de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

Por

HUGO NOEL SOLARES PINEDA

**En el acto de investidura como
Ingeniero Agrónomo
En Sistemas de Producción Agrícola
En el grado académico de
LICENCIADO**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2007

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

RECTOR

Lic. CARLOS ESTUARDO GALVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Francisco Javier Vásquez Vásquez
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria.
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila.
VOCAL CUARTO	Br. Mirna Regina Valiente
VOCAL QUINTO	Br. Nery Boanerges Guzmán Aquino
SECRETARIO	Ing. Agr. Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, agosto de 2007

Guatemala, agosto de 2007.

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación “Evaluación del método ricci para infestación de cochinilla *dactylopius coccus costa*, sobre nopal *opuntia ficus-índica* (L.) Mill, bajo condiciones semicontroladas en cuatro localidades de Guatemala”, realizado en el proyecto AGROCYT 028-2005 “Adaptación de tecnológica la producción de Cochinilla y extracción de Ácido Carmínico”, 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”

Hugo Noel Solares Pineda

A QUIEN DEDICO:

- DIOS** Fuente de luz y sabiduría que me ha bendecido con vida y salud. Gracias por guiarme por el buen camino en este lapso de mi vida estudiantil.
- MIS PADRES** José Rodolfo Solares Del Cid
Maria Alicia Pineda Monzón de Solares
Gracias por la vida y por estar siempre a mi lado para darme su apoyo, consejos y depositar su confianza en mí y por alcanzar junto a mí este éxito académico. Aquí el fruto de sus grandes esfuerzos... INFINITAS GRACIAS, SON MI ORGULLO, LOS AMO.
- ABUELOS** Felipe Antonio Solares Melgar (Papá Tono) †,
Juana Del Cid Muralles (Mamá Juanita) †.
Mateo Pineda (Papá Mateo) †,
Feliciano Monzón Ovando (Mamá Chana) †.
A quienes llevo en mi corazón con mucho cariño.
- HERMANOS** Julio Rodolfo, José David y Ada Irene. Gracias por su apoyo incondicional, nunca olvidaré de ustedes el cariño y atenciones para mi persona, los amo.
A mis hermanos fraternales Elva Angélica Solares y Rony Estuardo Calderón, agradezco su apoyo y cariño.
- SOBRINAS** Angélica María que ha bendecido y alegrado el seno familiar. En especial a Dania Susana angelito que está en el cielo junto al Señor.
- MI NOVIA** Lesvia Lizet, eres parte de mi felicidad y éxito, gracias por tu amor y apoyo en todo momento.
- A MIS AMIGOS
UNIVERSITARIOS** Juan José Lainfiesta, Marlon Orellana, Danilo Duarte, Jorge Rivera, Walter López, Rony Del Cid, Mario Gómez, Enrique Bolaños, Víctor López y José Rafael Melgar, en tu memoria con mucho cariño. Gracias por su amistad los aprecio mucho y siempre los tendré en mi recuerdo.
- A MIS AMIGOS** En general, cuyos nombres no alcanzaría a mencionar, Gracias por su amistad.

A MIS MAESTROS

Luís Reina, Francisco Cifuentes y José Méndez, gratos recuerdos en mi enseñanza primaria.

A todos mis maestros en general, gracias por sus enseñanzas.

**A MIS COMPAÑEROS
Y AMIGOS DE FRISA**

Gracias por su amistad.

AGRADECIMIENTOS A:

Ing. Luís Felipe León	Por brindarme su apoyo técnico en la realización de mi investigación en el proyecto AGROCYT 028-2005.
Al Equipo del IIA	Por confiar en el desarrollo del trabajo de investigación.
Dr. David Monterroso	Por demostrar su apoyo en la realización de la investigación.
Ing. Agr. Fernando Conde	Por brindarme apoyo durante la ejecución de la investigación.
Sr. Humberto Lorenzo, Sr. Pedro González y Sr. Feliciano Nájera	Por permitirme desarrollar la investigación en sus terrenos.
Las Comunidades de El Tobón, La Montaña y Pampacaya.	Por el apoyo brindado para la ejecución de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
RESUMEN	1
CAPITULO I	3
DIAGNOSTICO DE LA COMUNIDAD EL TOBÓN, MUNICIPIO DE SAN PEDRO PINULA, DEPARTAMENTO DE JALAPA	3
1.1 PRESENTACION	4
1.2 MARCO REFERENCIAL	5
1.2.1 PRINCIPALES CARACTERISTICAS	5
1.2.1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA Y EXTENSION TERRITORIAL	5
1.2.1.2 DIVISION POLITICO ADMINISTRATIVA	6
1.2.1.3 CLIMA	6
1.2.2 RECURSOS NATURALES	7
1.2.2.1 SUELOS	7
1.2.2.2 FISIOGRAFÍA	8
1.2.2.3 HIDROGRAFÍA	8
1.2.2.4 OROGRAFIA	9
1.2.2.5 ZONAS DE VIDA	9
1.2.2.6 OCUPACION AGRICOLA	10
1.2.2.7 CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA	10
1.2.2.7 BOSQUES	11
1.3 OBJETIVOS	11
1.3.1 GENERAL	11
1.3.2 ESPECIFICOS	12
A. Identificar las problemáticas que afectan a los pobladores de la comunidad El Tobón.	12
B. Generar información específica para el establecimiento de un plan de servicios e investigación.	12
C. Determinar en la comunidad la existencia de material vegetativo para el desarrollo del proyecto de investigación.	12
1.4 METODOLOGIA	12
1.4.1 FASE DE GABINETE (Parte I)	12
1.4.1.1 ELABORACION DE PLAN DE DIAGNOSTICO	12
1.4.1.2 RECOPIACION DE INFORMACION	13
1.4.1.3 DEFINICION DEL AREA DE ESTUDIO	13
1.4.1.4 ELABORACION DE BOLETAS DE ENCUESTA	13
1.4.1.5 TABULACION DE LA INFORMACION	14
1.4.2 FASE DE CAMPO	14
1.4.2.1 UBICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DEL AREA DE TRABAJO	14
1.4.2.2 PRESENTACION CON LO POBLADORES	14
1.4.2.3 REUNION CON POBLADORES	14
1.4.3 FASE DE GABINETE (Parte II)	15
1.4.3.1 TABULACION DE LA INFORMACION	15
1.4.3.2 ELABORACION DEL DIAGNOSTICO Y ACCESO	15
1.5 RESULTADOS	15
1.5.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA	15
1.5.2 LÍMITES Y COLINDANCIAS	16
1.5.2 EXTENSION TERRITORIAL	16

1.5.6	POBLACIÓN.....	16
1.5.6.1	POBLACIÓN SEGÚN GÉNERO.....	16
1.5.6.2	POBLACION SEGÚN GRUPOS ETARIOS.....	17
1.5.6.3	POBLACION POR GRUPO ETNICO.....	18
1.5.6.4	POBLACION POR NIVEL DE ESCOLARIDAD.....	19
1.5.6.5	POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA.....	20
1.5.7	MEDIOS DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE.....	21
1.5.7.1	MEDIOS DE COMUNICACIÓN.....	21
1.5.7.2	TRANSPORTE.....	21
1.5.8	INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS.....	22
1.5.8.1	VIVIENDA.....	22
1.5.9	ORGANIZACIÓN.....	23
1.5.9.1	COMITÉ COMUNITARIO DE DESARROLLO (COCODE).....	23
1.5.9.2	SALUD.....	23
1.5.10	SUELOS Y USO POTENCIAL.....	24
1.5.11	COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA.....	25
1.5.12	AREAS PROTEGIDAS.....	25
1.5.13	PRODUCCION.....	25
1.5.13.1	PRINCIPALES CULTIVOS.....	25
1.5.13.1	INFRAESTRUCTURA DE APOYO A LA PRODUCCION.....	28
A.	Carreteras.....	28
B.	Infraestructura en energía eléctrica.....	28
C.	Instituciones de apoyo.....	29
1.5.14	ARBOL Y PRIORIZACION DE PROBLEMAS.....	30
1.6	CONCLUSIONES.....	31
1.7	BIBLIOGRAFIA.....	33
1.8	ANEXO.....	34
CAPITULO II.....		35
EVALUATION OF RICCI METHOD FOR COCHINEAL RAISING OVER NOPAL, UNDER SEMICONTROLLED CONDITIONS IN FOUR LOCATIONS OF GUATEMALA.		35
2.1	PRESENTACIÓN.....	36
2.2	MARCO TEORICO.....	37
2.2.1	MARCO CONCEPTUAL.....	37
2.2.1.1	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y BIOLOGÍA DE LA COCHINILLA.....	37
2.2.1.2	REQUERIMIENTOS AMBIENTALES PARA EL CULTIVO DE COCHINILLA.....	39
2.2.1.3	HOSPEDEROS.....	39
2.2.1.4	USOS.....	39
2.2.1.5	ÁCIDO CARMÍNICO.....	40
2.2.1.6	DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DE <i>OPUNTIA FICUS-INDICA</i> (L.) MILL.....	41
2.2.1.7	INFESTACIÓN DE LA COCHINILLA.....	42
2.2.2	MARCO REFERENCIAL.....	42
2.2.1.1	CULTIVO DE COCHINILLA EN GUATEMALA.....	42
2.2.1.2	ZONAS DE PRODUCCIÓN MUNDIAL.....	43
2.2.1.3	SISTEMAS DE CULTIVO.....	44
2.2.1.4	MÉTODO DE INFESTACIÓN.....	46
2.2.1.5	VARIABLES CONSIDERADAS EN LOS DISTINTOS SISTEMAS DE CULTIVO.....	47

2.2.1.6 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SITIOS DE ENSAYO Y CONDICIONES CLIMÁTICAS	47
2.2.1.7 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DEL ÁCIDO CARMÍNICO	48
A. Determinación de ácido carmínico en solución.....	48
B. Método Japonés	48
2.3 OBJETIVOS	49
2.3.1 GENERAL.....	49
2.3.2 ESPECÍFICOS.....	49
2.4 HIPÓTESIS	49
2.5 METODOLOGÍA.....	50
2.5.1 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	50
2.5.1.1 ÉPOCA Y SISTEMA DE CULTIVO	50
2.5.1.2 ESTABLECIMIENTO DEL LOCAL	50
2.5.1.3 OBTENCIÓN DE PIE DE CRÍA.....	50
2.5.1.4 MÉTODO Y DENSIDAD DE INFESTACIÓN.....	51
2.5.1.5 LOCALIZACIÓN COLECTA Y PREPARACIÓN DEL NOPAL.....	51
2.5.1.6 COSECHA	51
2.5.1.7 TÉCNICA DE MATANZA DE LA COCHINILLA Y SECADO	52
2.5.2 METODOLOGIA ESTADISTICA.....	52
2.5.2.1 MODELO ESTADÍSTICO	52
2.5.2.2 LOCALIDADES Y UNIDAD EXPERIMENTAL	53
2.5.2.3 BLOQUES.....	53
2.5.2.4 VARIABLES DE ESTUDIO	54
A. Tiempo de Generación	54
B. Número de OV por UE.....	54
C. Porcentaje de Ácido carmínico	54
2.6 RESULTADOS	55
2.6.1 TIEMPO DE GENERACIÓN O DESARROLLO	55
2.6.2 NÚMERO DE HEMBRAS POR UE.....	56
2.6.3 PORCENTAJE DE ACIDO CARMÍNICO	59
2.7 CONCLUSIONES.....	61
2.8 RECOMENDACIONES	62
2.9 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	63
2.10 BIBLIOGRAFÍA	64
2.11 ANEXOS	67
ANDEVA Y PRUEBA MULTIPLE DE MEDIAS.....	72
CAPITULO III	78
3.1 PRESENTACION	79
3.2 REALIZACION DE PROPUESTA DE INVESTIGACION PARA EL FONDO COMPETITIVO FODECYT: “DESARROLLO DE HUERTOS FAMILIARES BAJO RIEGO CON AGUA DE LLUVIA ALMACENADA EN DIEZ LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE JALAPA”	81
3.2.1 OBJETIVOS.....	81
A. GENERAL.....	81
B. ESPECIFICOS.....	81
3.2.2 METODOLOGIA	82
3.2.3 RESULTADOS	82
3.2.4 EVALUACION.....	83
3.3 REALIZACION DE PROPUESTA DE INVESTIGACION PARA EL FONDO COMPETITIVO FODECYT: “SELECCIÓN DE VARIEDADES DE HIGUERILLO (Ricinus	

communis L.) PRESENTES EN GUATEMALA PARA SER UTILIZADAS EN LA PRODUCCIÓN DE ACEITE.”	84
3.3.1 OBJETIVOS	84
A. GENERAL	84
B. ESPECÍFICOS	84
3.3.2 METODOLOGIA	85
3.3.3 RESULTADOS	85
3.3.4 EVALUACION	86
3.4 ESTUDIO DE LA CUENCA DE SAN PEDRO PINULA POR ESTUDIANTES DEL MÓDULO DE MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS.	87
3.4.1 OBJETIVOS	87
A. GENERAL	87
B. ESPECIFICOS	87
3.4.2 METODOLOGÍA	87
3.4.3 RESULTADOS	88
3.4.4 EVALUACIÓN	89
3.5 TALLER DE INVESTIGACION “ANÁLISIS DE LAS LÍNEAS Y TEMAS PRIORITARIOS DE INVESTIGACIÓN A EJECUTAR EN LA ZONA DE JALAPA”	90
3.5.1 OBJETIVOS	90
A. GENERAL	90
B. ESPECIFICOS	90
3.5.2 METODOLOGÍA	90
3.5.3 RESULTADOS	91
3.5.4 EVALUACIÓN	92
3.5.5 ANEXO	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Población de la comunidad El Tobón, según el género.....	17
Figura 2. Población de la comunidad El Tobón, según grupos etarios.	18
Figura 3. Población de la comunidad El Tobón, según grupos étnicos.....	19
Figura 4. Población de la comunidad El Tobón, según alfabetismo.	19
Figura 5. Población de la comunidad El Tobón, según nivel de escolaridad.	20
Figura 6. Población Económicamente Activa de la comunidad El Tobón.....	21
Figura 7. Servicios básicos de la comunidad El Tobón, según hogares.....	22
Figura 8. Locales de habitación de la comunidad El Tobón.....	23
Figura 9. Árbol y priorización de problemas de la comunidad El Tobón.	32
Figura 10A. Croquis de la comunidad El Tobón.....	34
Figura 11. Ciclo biológico de <i>Dactylopius coccus</i> Costa.....	38
Figura 12. Estructura química del ácido carmínico.....	41
Figura 13. Número de OV por UE en las diferentes localidades.....	57
Figura 14. Porcentaje de Ácido Carmínico obtenido en las diferentes localidades.....	60
Figura 15A. Preparación y colocación del nopal.....	67
Figura 16A. Estructura de invernadero.....	67
Figura 17A. Cicatriz triangular para infestación mediante método Ricci.....	68
Figura 18A. Infestación mediante método Ricci.....	68
Figura 19A. Localización y colecta del nopal.....	69
Figura 20A. Cosecha o recolección de grana cochinilla.....	69
Figura 21A. Secado y matanza de cochinilla.....	70
Figura 22A. Determinación del tiempo de generación.....	70
Figura 23A. Determinación de número de OV.....	71
Figura 24A. Determinación de Ácido Carmínico.....	71
Figura 25B. Invitación a taller de investigación.....	94

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. División político administrativa del departamento de Jalapa, según municipio.	6
Cuadro 2. Zonas de vida según Holdridge en el departamento de Jalapa.	9
Cuadro 3. Capacidad de uso de la tierra en el departamento de Jalapa.	10
Cuadro 4. Plagas y enfermedades en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en la comunidad El Tobón.	26
Cuadro 5. Plagas y enfermedades en el cultivo de Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en la comunidad El Tobón.	27
Cuadro 6. Instituciones de apoyo.	29
Cuadro 7. Sitios de ensayo para el desarrollo de la cochinilla.	47
Cuadro 8. Localidades a evaluar.	53
Cuadro 9. Identificación de los bloques.	53
Cuadro 10. Tiempo de generación de <i>Dactylopius coccus</i> Costa, en los diferentes localidades.	56
Cuadro 11. Número de oviplenas por UE, según localidades y bloques.	56
Cuadro 12. Cuadro resumen del Análisis de Varianza del número de oviplenas por UE.	56
Cuadro 13. Cuadro resumen de la prueba múltiple de medias.	58
Cuadro 14. Análisis de Ácido Carmínico presente en Cochinilla.	59
Cuadro 15. Cronograma de actividades.	63
Cuadro 16 A. Número de OV por bloques.	72
Cuadro 17 A. Sumatoria de Cuadrados del ANDEVA.	72
Cuadro 18 A. ANDEVA del numero de OV.	72
Cuadro 19 A. Comparación multita de medias de acuerdo con el criterio Tukey.	72
Cuadro 20 A. Matriz de diferencias entre pares de medias.	73
Cuadro 21 A. Presentación de resultados según grupo Tukey.	73

**EVALUACIÓN DEL MÉTODO RICCI PARA INFESTACIÓN DE
COCHINILLA *Dactylopius coccus* Costa, SOBRE NOPAL
Opuntia ficus-índica (L.) MILL, BAJO CONDICIONES
SEMICONTROLADAS EN CUATRO LOCALIDADES DE
GUATEMALA.**

**EVALUATION OF RICCI METHOD FOR COCHINEAL RAISING
OVER NOPAL, UNDER SEMICONTROLLED CONDITIONS IN
FOUR LOCATIONS OF GUATEMALA.**

RESUMEN

El Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales (IIA), de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala aprobó la participación de estudiantes en el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), en la zona piloto de desarrollo rural definida en el departamento de Jalapa, como apoyo a las comunidades del área rural, con el objetivo de determinar la problemática de las mismas y contribuir en la descreencia de la misma.

Mediante el proyecto AGROCYT 028-2005 denominado “Adaptación de tecnológica la producción de Cochinilla y extracción de Ácido Carmínico”, se tuvo participación en las comunidades de El Tobón, municipio de San Pedro Pinula; La Montaña y Pampacaya del municipio de San Luís Jilotepeque, departamento de Jalapa.

La cochinilla (*Dactylopius coccus* C.) es un insecto que se utiliza como fuente de pigmento carmín, cuyo principio colorante (ácido carmínico), es muy apreciado sobre todo por sus cualidades de resistencia a la luz y temperatura, además de ser un colorante natural; crece asociada a la tuna (*Opuntia ficus indica*), planta que se

encuentra en la zona y de cuya savia se nutre a través de un estilete bucal. Su reproducción se realiza en la misma tuna, donde se aloja formando colonias.

El ácido carmínico es utilizado principalmente en la industria de los cosméticos en Japón, Francia y Estados Unidos entre los más importantes, en los alimentos en Italia, Japón, Inglaterra, Alemania y países bajos. Como colorante en el teñido de textiles naturales, Irak es el importador de cochinilla más importante. En la medicina los colorantes de la cochinilla son preferidos por su estabilidad en el tiempo y a los cambios de pH, siendo los países consumidores de cochinilla para este fin Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Alemania entre otros.

El cultivo de la grana cochinilla se desarrollo en las cuatro localidades de Guatemala, obteniéndose como resultado la adaptación del insecto a la zona y reproducción del mismo. Asimismo debido a las concentraciones del ácido carmínico obtenido, el cultivo de este insecto constituye una alternativa viable de producción para los pobladores de dichas comunidades.

Actualmente se cuenta con un sistema de cultivo de grana cochinilla adaptado y establecido en las comunidades mencionadas, esto con el fin de seguir evaluando la factibilidad del mismo.



CAPITULO I
DIAGNOSTICO DE LA COMUNIDAD EL TOBÓN, MUNICIPIO
DE SAN PEDRO PINULA, DEPARTAMENTO DE JALAPA

1.1 PRESENTACION

En agosto de 2005, el Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales (IIA), de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala aprobó la participación de estudiantes en el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), en la zona piloto de desarrollo rural definida en el departamento de Jalapa, mediante el proyecto AGROCYT 028-2005; esto con el objetivo de contribuir a enfrentar la problemática generalizada en que vive alrededor del 57 % de la población del país, en cuanto a pobreza se refiere, que carece de alternativas de producción que contribuyan al desarrollo humano, con atención preferencial del área rural la que concentra al rededor del 75.3 % de la pobreza general. Se sustenta en tres ejes estratégicos en torno a los cuales debe girar la acción del EPS para presentar alternativas que contribuyan a elevar, en el corto y mediano plazos los niveles de bienestar y calidad de vida de la población, estos son: 1) la elaboración de un diagnóstico que coadyuve a ubicar las principales problemáticas de dicha región, mediante la participación ciudadana; 2) la investigación que contribuya en la solución de la(s) problemática(s) de dicha región que estén enfocadas en la implementación de alternativas de producción; y 3) la inversión en capital humano para apoyar en procesos ya existentes que favorezcan la seguridad alimentaria de los habitantes de las áreas rurales y el acceso universal a la educación y salud. Todas las acciones en estos campos deben considerar la realidad multicultural y multiétnica del país, así como la equidad de género características importantes para el desarrollo humano.

Con base en lo anteriormente mencionado, se procedió a elaborar el presente diagnóstico en el departamento de Jalapa, específicamente en la comunidad El tobón del municipio de San Pedro Pinula; área delimitada en base a los requerimientos del proyecto Agrocyt por la existencia de nopal en dicha zona. Tiene como objetivo que sirva de base y oriente las acciones para contribuir con el desarrollo rural de la región, y principalmente en aquellos municipios en los cuales ésta problemática se hace más evidente.

El departamento de Jalapa presenta el 72.59 % de pobreza general y el 29.23 % de pobreza extrema. Además, tiene una serie de problemas que de alguna manera inciden en su desarrollo, tales como: 1) inexistencia o deficiencia del servicio de agua potable, caminos vecinales en mal estado, falta de atención médica para los habitantes; 2) contaminación ambiental; 3) deterioro de los recursos naturales renovables, agua,

suelo y bosques; 4) dificultad en la comunicación terrestre; 5) falta de recursos económicos para la ejecución de proyectos productivos; 6) deficiencia en la cobertura y el servicio de energía eléctrica; 7) sobrepoblación escolar; 8) bajo acceso en los servicios educativos entre otros.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 PRINCIPALES CARACTERISTICAS

1.2.1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA Y EXTENSION TERRITORIAL

El departamento de Jalapa se encuentra ubicado al Sureste de Guatemala, a una altura de 1361.91 msnm. Tiene un área de 2063 Km² que equivale a 206300 Ha., que representa el 1.9 % del área total del territorio nacional. Colinda al Norte y Noreste con los departamentos de Guatemala, El progreso y Zacapa, al Este con el departamento de Chiquimula y al Sur con los departamentos de Jutiapa y Santa Rosa (Anexo 1).

El municipio de San Pedro Pinula se encuentra en el departamento de Jalapa, posee un área aproximada de 376 Km² y esta ubicado al sudeste de la ciudad capital. Posee una municipalidad de 2^a. Categoría (Martín, 2000).

Colinda al Norte con El Júcaro (El Progreso) y San Diego (Zacapa); al este con San Luís Jilotepeque (Jalapa); al sur con Monjas y San Manuel Chaparrón (Jalapa); al oeste con Jalapa (Jalapa).

En el parque de la cabecera municipal, según el banco de marca del IGN, existe una altitud de 1,097.08 msnm, y se encuentra dentro de las coordenadas latitud norte 14°39'44" y longitud oeste 89°50'47". Desde la cabecera departamental de Jalapa al este, por la ruta nacional 18, hay 19 Km. a la cabecera municipal y 121 Km. desde la ciudad capital por carretera asfaltada.

1.2.1.2 DIVISION POLITICO ADMINISTRATIVA

Según Decreto No. 107 del 24 de noviembre de 1,873, formulado por el presidente Justo Rufino Barrios, se constituyó en departamento. Su territorio fue modificado al separársele varios municipios para integrar el actual departamento de El Progreso. Está conformado actualmente por los municipios siguientes: Jalapa, Mataquescuintla, Monjas, San Carlos Alzatate, San Luís Jilotepeque, San Manuel Chaparrón y San Pedro Pinula (Cuadro 1, Anexo 2).

Cuadro 1. División político administrativa del departamento de Jalapa, según municipio.

Municipio	DIVISION POLITICO ADMINISTRATIVA					Número de habitantes
	Ciudad	Villa	Pueblo	Aldea	Caserío	
Jalapa	1	0	0	33	112	105796
Mataquescuintla	0	1	0	17	52	32860
Monjas	0	0	1	13	11	21069
San Carlos Alzatate	0	0	1	4	9	12207
San Luís Jilotepeque	0	0	1	21	15	20696
San Manuel Chaparrón	0	0	1	9	32	7206
San Pedro Pinula	0	0	1	25	40	43092

Fuente: Diccionario Municipal de Guatemala. Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación, 2002.

1.2.1.3 CLIMA

En el departamento de Jalapa el clima es semicálido húmedo hacia el Oeste y semiseco hacia el Este; las precipitaciones anuales más bajas reportadas en la región con menos de 250 mm son los meses de marzo y abril y la época lluviosa en los meses de mayo a octubre, la precipitación oscila entre los 600 a 1,100 mm. La humedad relativa media anual es de 72% (Martín, 2000).

La Evapotranspiración potencial que mayor se presenta en el departamento es de 1200-1500 mm, esto representado en un porcentaje de área de 65.63 % del área total del departamento.

1.2.2 RECURSOS NATURALES

1.2.2.1 SUELOS

En San Pedro Pinula se encuentran clasificados tres grupos de suelos muy amplios:

- I. Suelos sobre materiales volcánicos,
- II. Suelos sobre materiales sedimentarios o metamórficos, y
- III. Clases misceláneas de terreno.

En el grupo I de estos suelos se presenta la siguiente clasificación y serie de suelos:

- I.B Suelos profundos sobre materiales de color claro a mediana altitud.
Serie de suelos: Altombrán, Alzatate, Mataquescuintla.
- I.C Suelos poco profundos sobre materiales de color claro.
Serie de suelos: Ayarza, Fraijanes, Jalapa, Pinula, Zacapa.
- I.D Suelos sobre materiales mixtos o de color oscuro, en relieve escarpado.
Serie de suelos: Jilotepeque, Mongoy, Suchitán.
- I.F Suelos mal drenados.
Serie de suelos: Ansay, Chicaj, Chixocol, Mita.

En el grupo II la clasificación es así:

- II.A Suelos profundos.
Serie de suelos: Marajuma
- II.B Suelos poco profundos sobre serpentina.
Serie de suelos: Sholanima.
- II.C Suelos poco profundos sobre rocas sedimentarias.
Serie de suelos: Sansare, Subinal, Talquesal.

En el grupo III la clasificación es así:

- III. Clases misceláneas de terreno.
Serie de suelos: Suelos de los valles, no diferenciados.

1.2.2.2 FISIOGRAFÍA

La fisiografía del departamento es montañosa y sus alturas varían entre 1700 msnm. en San Carlos Alzatate y los 800 msnm. en San Luís Jilotepeque. En el sur del departamento penetra el ramal de la Sierra Madre, el cual toma diferentes nombres locales según sus montañas como El Norte y la Cumbre de San Pedro Pinula, Güistipeque en San Manuel Chaparrón y El Aguacate en San Carlos Alzatate. Posee también los siguientes volcanes: Jumay y Cerro Mojón en el municipio de Jalapa; volcán Monterrico entre los municipios de San Pedro Pinula y San Manuel Chaparrón; volcán de Alzatate en San Carlos Alzatate y el cerro de La Lagunilla en San Luís Jilotepeque.

San Pedro Pinula está comprendido en la faja denominada Tierras Altas Volcánicas. Desde el punto de vista geológico comprende, especialmente, el Terciario Volcánico; en donde se incluyen rocas volcánicas sin dividir y en algunos casos depósitos volcánicos del cuaternario (Martín, 2000).

1.2.2.3 HIDROGRAFÍA

El departamento de Jalapa cuenta con 10 ríos, 25 riachuelos y 165 quebradas. En el municipio de Jalapa se encuentran los ríos Grande ó Guastatoya, Jalapa, Frío, Blanco y Orchoj. En Mataquescuintla se encuentran los río Aguacate y Agua Caliente; En San Pedro Pinula los riachuelos San Pedro, El Zapote y río Blanco. En San Luís Jilotepeque, Songo tongo, río Blanco y el Paterno; En San Manuel Chaparrón El río Chaparrón. En Monjas se encuentra el río Guirila y en San Carlos Alzatate, Caña Brava, Zapotón, El Molino y Salitre Monjas. Asimismo, se encuentran las lagunas Escondida en Mataquescuintla y Del Hoyo en Monjas.

San Pedro Pinula forma parte de la cuenca del río Motagua y de la vertiente del mar Caribe. Es hacia el río Jalapa que desembocan todos los ríos, riachuelos y quebradas que en el municipio se forman, a partir de las cuatro formaciones montañosas que existen. Los ríos que mayor caudal aportan son los siguientes:

Blanco, Grande y San Pedro. Entre algunas quebradas de importancia se encuentra la del Chucte, en la que se encuentra el conocido balneario “Los Chorros” (Martín, 2000).

1.2.2.4 OROGRAFIA

Los principales accidentes orográficos se encuentran rodeando el valle de San Pedro Pinula. Las montañas más conocidas son: del Silencio, del Norte, El Pinalón y La Cumbre (Blanco, 2001).

1.2.2.5 ZONAS DE VIDA

En el siguiente cuadro se pueden identificar las zonas de vida predominantes en el departamento: bosque húmedo subtropical templado con el 71.73 por ciento del área total, bosque húmedo montano bajo subtropical con 12.47 de cobertura y la de bosque seco subtropical con una 13.71 por ciento del total; las restantes zonas de vida ocupan áreas de poca significancia.

Cuadro 2. Zonas de vida según Holdridge en el departamento de Jalapa.

ZONAS DE VIDA SEGÚN HOLDRIDGE			
Código	Zona de Vida	Área (Ha)	Área (%)
Bh-s(t)	Bosque húmedo subtropical (templado)	145,908	71.73
Bs-S	Bosque seco subtropical	27,898	13.71
Bh-MB	Bosque húmedo montano bajo subtropical	25,375	12.47
bmh-MB	Bosque muy húmedo montano bajo subtropical	2,841	1.40
bmh-S(c)	Bosque muy húmedo subtropical (Cálido)	1,342	0.66
me-s	Monte espinoso subtropical	56	0.03
TOTAL		203,420	100

Fuente: Jefatura de Oficina Departamental de Jalapa. 2003.

Según De la Cruz (De la Cruz, 1976), basado en el sistema de Holdridge, San Pedro Pinula se encuentra dentro de las siguientes zonas de vida:

Bosque húmedo subtropical (templado)	bh-s(t)
Bosque seco subtropical	bs-s.

1.2.2.6 OCUPACION AGRICOLA

En el municipio se producen los siguientes cultivos: maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), sorgo (*Sorghum bicolor*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), maní (*Arachis hypogea*), caña de azúcar (*Sacharum officinarum*), café (*Coffea arabica*), algunas hortalizas en pequeños huertos familiares. Frutos tales como: jocote (*Spondias purpurea*), mango (*Mangifera indica*) y bananos (*Musa sp.*). El pastoreo de ganado vacuno y equino es una de las actividades que más ocupa la atención en el municipio (2).

1.2.2.7 CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA

Como lo muestra el cuadro 3 la mayor parte del área del departamento tiene potencial forestal (73.55%), estas son tierras marginales para uso agrícola o pecuario intensivo. Tienen como objetivo preservar el ambiente natural, conservar la biodiversidad, así como las fuentes de agua. En segundo plano las tierras no cultivables salvo el uso para cultivos perennes con un 11.57%, seguidamente se encuentran las tierras con mediana limitación, las cuales permiten el desarrollo de pastos naturales o cultivados y/o asociados con especies arbóreas.

Cuadro 3. Capacidad de uso de la tierra en el departamento de Jalapa.

CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA		
Clase	Área (Ha)	Área (%)
Tierras no cultivables (Fin Forestal)	149606.84	73.55

Tierras no cultivables salvo cultivos perennes	23537.82	11.57
Tierras cultivables mediana limitación	14561.99	7.16
Tierras cultivables con severas limitaciones	12366.45	6.08
Tierras cultivables con poca limitación	1844.83	0.93
Tierras no aptas para cultivo	1462.33	0.71
TOTAL	203380.26	100.00

1.2.2.7 BOSQUES

Actualmente el bosque municipal “El Pinalón” es una de las pocas reservas naturales de la región sur-oriental del país. Se encuentra localizado a 10 kilómetros al nor-este de la cabecera municipal de San Pedro Pinula y a 30 kilómetros de la cabecera departamental de Jalapa. Cuenta con un área aproximada de 90 caballerías. En su vegetación natural predominan las especies forestales de *Pinus oocarpa* (pino de ocote) y *Quercus spp* (roble). El bosque se encuentra en un proceso acelerado de deterioro por causas tales como: tala inmoderada, anillamiento de troncos, ocoteo, plagas de insectos, incendios forestales, etc. Las presiones sociales y actividades como el aprovechamiento tradicional del bosque, las grandes ventas de madera, el régimen de tenencia de la tierra y otros, han hecho que cada año la cobertura forestal en el área disminuya notoriamente (Blanco, 2001).

Hoy en día diferentes Universidades del país, ONG’s, e instituciones gubernamentales, han planificado acciones para contrarrestar la explotación de este bosque. Sin embargo, por la complejidad social, la poca participación comunitaria y la falta de un proceso, no se ha podido alcanzar el manejo adecuado y sostenido del mismo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

Realizar un diagnóstico de la situación actual en la comunidad El Tobón, municipio de San Pedro Pinula, departamento de Jalapa.

1.3.2 ESPECIFICOS

- A.** Identificar las problemáticas que afectan a los pobladores de la comunidad El Tobón.
- B.** Generar información específica para el establecimiento de un plan de servicios e investigación.
- C.** Determinar en la comunidad la existencia de material vegetativo para el desarrollo del proyecto de investigación.

1.4 METODOLOGIA

Para el buen desarrollo metodológico del presente diagnóstico se llevó a cabo en dos fases: una fase de campo y otra de gabinete, dividiéndose esta última en dos sub-fases. El trabajo se basó principalmente en visitas a instituciones, tanto gubernamentales como no gubernamentales (ONG's), reuniones con pobladores de la comunidad, visitas de campo y revisión de literatura sobre la zona en mención.

1.4.1 FASE DE GABINETE (Parte I)

1.4.1.1 ELABORACION DE PLAN DE DIAGNOSTICO

Se elaboró el plan de diagnóstico en base a los lineamientos de la Facultad de Agronomía y al Proyecto Agrocyt 028-2005, con la finalidad de realizar un programa de actividades acordes a las necesidades de ambas partes en mención, para organizar aspectos tales como la movilización para la presentación personal con los personeros de las instituciones cooperantes de la zona, conocimiento de la zona piloto de desarrollo rural y pobladores de la comunidad.

1.4.1.2 RECOPIACION DE INFORMACION

Se procedió a la recopilación de información general de la zona en diferentes fuentes bibliográficas, así mismo con el apoyo de instituciones gubernamentales como no gubernamentales (ONG's), ubicadas en el departamento de Jalapa, complementándola con datos aportados por el INE.

Con respecto a la información obtenida de la comunidad, se elaboró una encuesta, la cual tuvo resultado la recaudación de datos de importancia para la estructuración y realización del presente diagnóstico.

1.4.1.3 DEFINICION DEL AREA DE ESTUDIO

De acuerdo en los lineamientos del proyecto AGROCYT 028-2005, se procedió a trabajar en las comunidades El Tobón, del municipio de San Pedro Pinula; La Montaña y Pampacaya, municipio de San Luís Jilotepeque, por presentar estas condiciones favorables para el desarrollo del mismo.

1.4.1.4 ELABORACION DE BOLETAS DE ENCUESTA

Se elaboraron boletas para hacer una encuesta a los pobladores de El Tobón para poder conocer los diferentes aspectos socioeconómicos, culturales, etc., de la misma y poder determinar así las diferentes problemáticas que aquejan dicha comunidad.

1.4.1.5 TABULACION DE LA INFORMACION

Se procedió a la tabulación de la información obtenida a través de las encuestas y revisión bibliográfica. Esta información sirvió para observar los aspectos más importantes a tratar en este diagnóstico.

1.4.2 FASE DE CAMPO

1.4.2.1 UBICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DEL AREA DE TRABAJO

Esta se llevó a cabo con la Coordinación del Proyecto AGROCYT 028-2005, en el que se realizó un recorrido en la zona piloto en la que está ubicado dicho proyecto, donde se nos fue mostrando las comunidades donde se trabajaría, además de presentarnos en las instituciones de apoyo dentro del departamento de Jalapa, así mismo con los pobladores de cada una de las comunidades.

1.4.2.2 PRESENTACION CON LO POBLADORES

Durante la gira de reconocimiento de la zona de estudio, el Coordinador del Proyecto, presentó a cada uno de los pobladores contactados con el personal que estaría uniéndose al proyecto, con la finalidad de darles a conocer el trabajo que se estaría realizando en las comunidades.

1.4.2.3 REUNION CON POBLADORES

Fue necesario hacer varias reuniones con algunos de los pobladores para recopilar información de los problemas que acontecen dentro de sus comunidades. Para tal propósito ya se había establecido un lugar en cada una de las comunidades donde se estaría trabajando. Con dicha información primaria aunada a la información bibliográfica se realizó un árbol de problemas.

1.4.3 FASE DE GABINETE (Parte II)

1.4.3.1 TABULACION DE LA INFORMACION

Se tabuló la información obtenida en la Fase de Campo, la que fue originada por medio de entrevistas, encuestas y reuniones con pobladores.

1.4.3.2 ELABORACION DEL DIAGNOSTICO Y ACCESO

Este fue elaborado en base a la información originada en las tres fases realizadas, la cual se analizó y ordenó para la estructuración del presente. El mismo fue de gran importancia para la prestación de servicios y poder realizar una adecuada investigación en las comunidades anteriormente mencionadas.

Para llegar a esta comunidad se toma el transporte público que conduce hacia Jalapa el cual tiene un costo de Q 12.00. En este punto sólo salen dos autobuses diarios siendo los horarios de 7:00 a.m. y 1:00 p.m., con excepción del miércoles que no hay transporte, el costo del pasaje es de Q 6.00 (Solares, 2005).

1.5 RESULTADOS

1.5.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA

La comunidad El Tobón se encuentra al suroeste de la cabecera municipal de San Pedro Pinula a una distancia de 27 kilómetros, la vía es de terracería la cual se encuentra en buenas condiciones debido al mantenimiento que dan a la misma. Se

encuentra localizada dentro de las coordenadas Latitud Norte 90°81'53" y Longitud Oeste 16°38'47.9". Dicha comunidad esta a una altura de 1675 msnm (Fig. 10A).

1.5.2 LÍMITES Y COLINDANCIAS

La comunidad colinda con áreas utilizadas para actividad ganadera, el Cerro Tobón y otras comunidades.

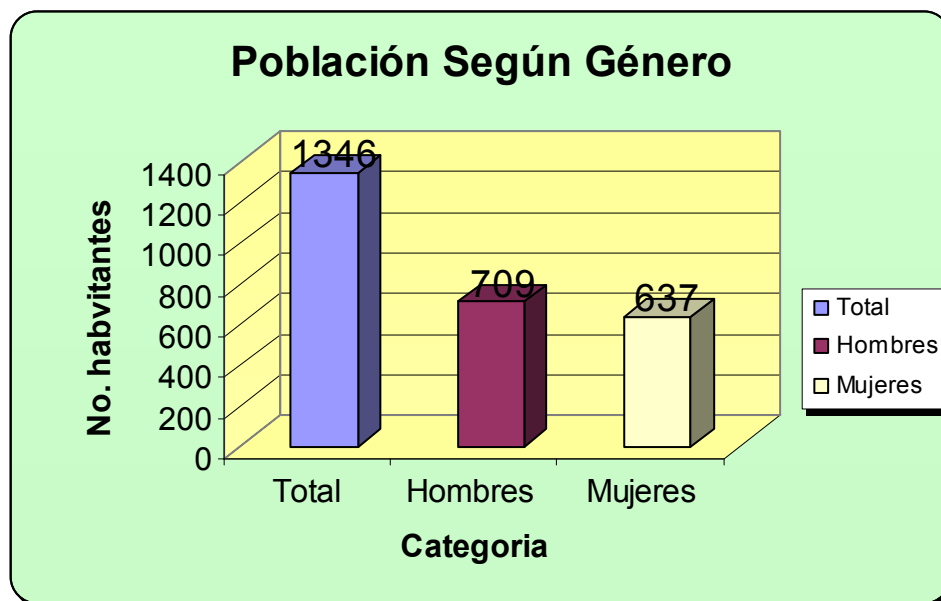
1.5.2 EXTENSION TERRITORIAL

El área total aproximada de la comunidad es de 55 hectáreas de las cuales el área urbana cubre aproximadamente 10 ha., y las restantes son áreas de bosques y parcelas utilizadas para cultivos temporales como permanentes.

1.5.6 POBLACIÓN

1.5.6.1 POBLACIÓN SEGÚN GÉNERO

La comunidad El Tobón esta constituida por 1364 habitantes, distribuidos en 264 familias, de los cuales el 52% corresponde a hombres y el 48% restante pertenecen al genero femenino (Fig. 1 y 2).

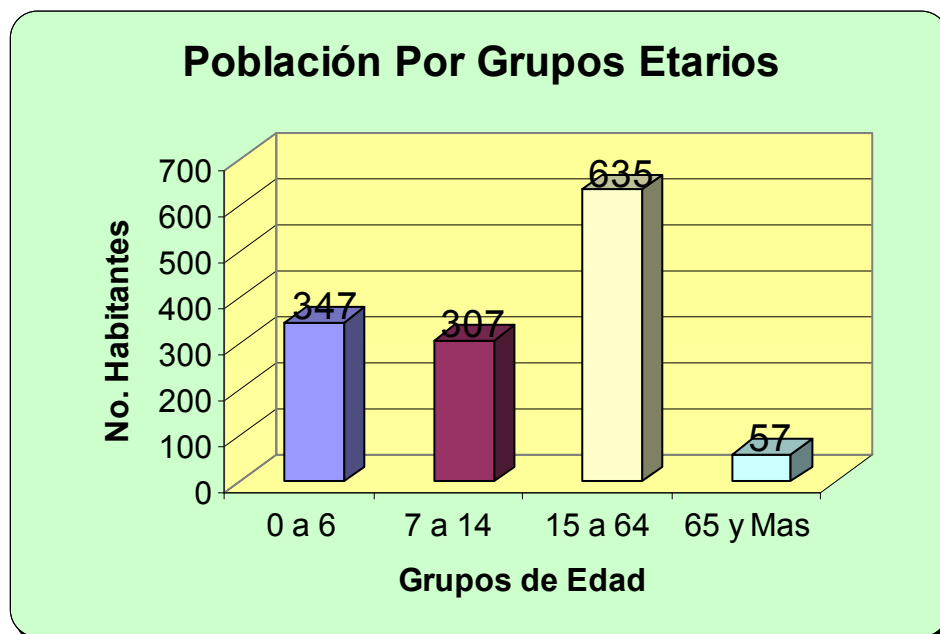


Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

Figura 1. Población de la comunidad El Tobón, según el género.

1.5.6.2 POBLACION SEGÚN GRUPOS ETARIOS

Al segmentar la población según grupos de edad puede observarse que el mayor porcentaje (47%), se encuentra en el rango de 15 a 64 años, mientras que la minoría de la población se sitúa arriba de los 65 años con un 4.2% (Fig. 2).

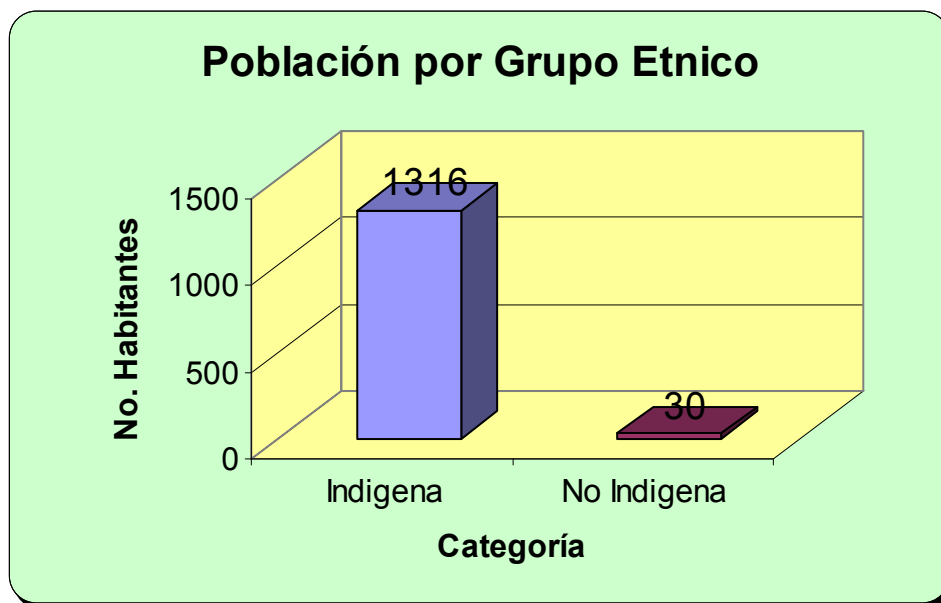


Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

Figura 2. Población de la comunidad El Tobón, según grupos etarios.

1.5.6.3 POBLACION POR GRUPO ETNICO

La composición de la población por grupo étnico, para el año 2,002 indicó que 1316 eran indígenas (97.78%) y 30 no indígena (2.22%) (Fig. 3).

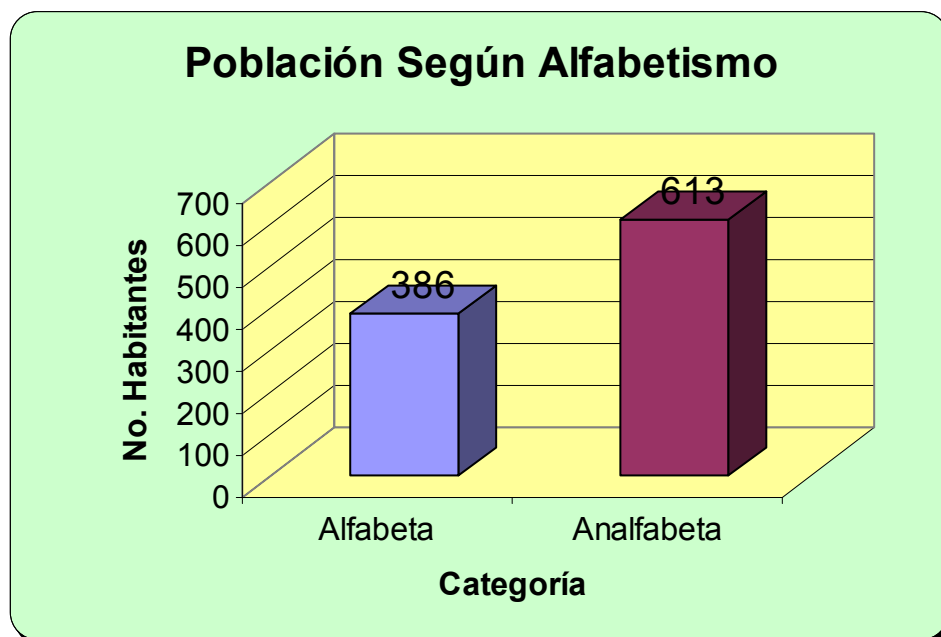


Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

Figura 3. Población de la comunidad El Tobón, según grupos étnicos.

1.6.2.4 POBLACION POR NIVEL DE ESCOLARIDAD

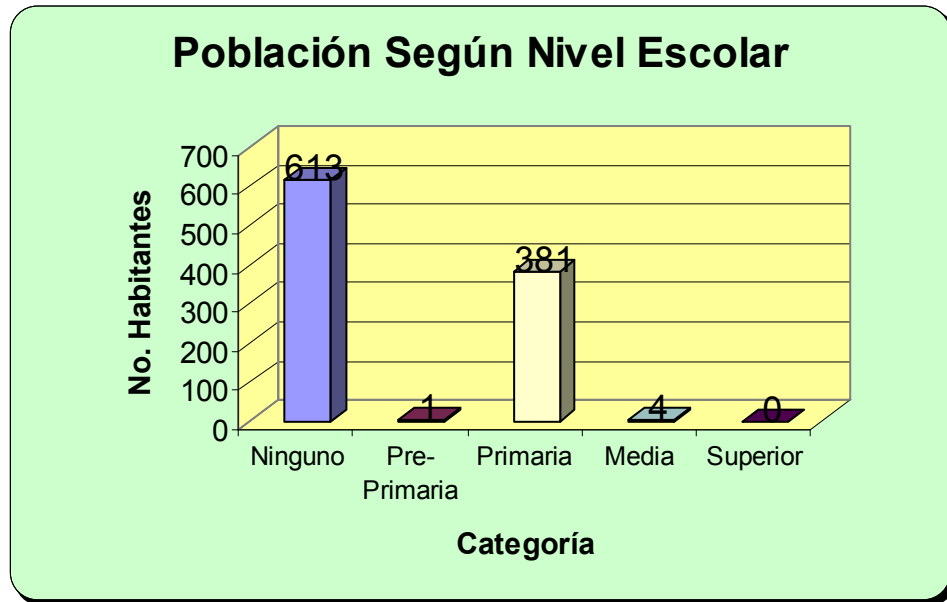
En la Figura 4, se puede prestar atención y observar que el grueso de la población a nivel de la comunidad es analfabeta.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

Figura 4. Población de la comunidad El Tobón, según alfabetismo.

Así mismo se encuentra que el nivel de escolaridad es bastante bajo, con nivel primario existe 381 habitantes que corresponde al 38.13%, seguido de la población que posee nivel de medio con 0.4%, en el nivel de educación superior no existe ningún habitante y con educación pre-primaria únicamente un habitante (INE, 2002).

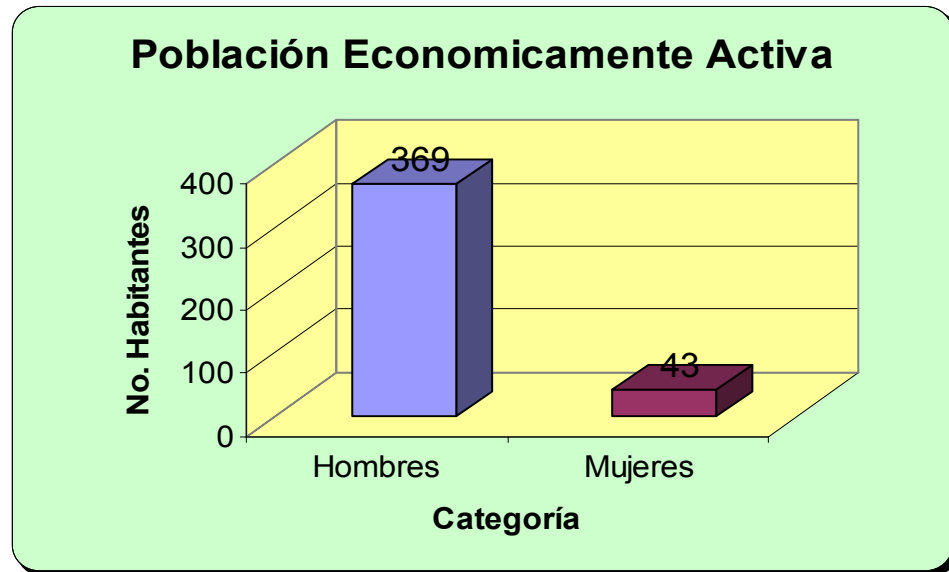


Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

Figura 5. Población de la comunidad El Tobón, según nivel de escolaridad.

1.6.2.5 POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

La población económica activa de la comunidad es el 30.5% de la población total, siendo el género masculino donde se observa una mayor concentración con el 89.6% (Fig. 6), (INE, 2002).



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

Figura 6. Población Económicamente Activa de la comunidad El Tobón.

1.5.7 MEDIOS DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE

1.5.7.1 MEDIOS DE COMUNICACIÓN

En la comunidad se cuenta con un teléfono comunitario propiedad del señor Alberto Lorenzo Aldana, el cual se encuentra ubicado en la tienda propiedad de la misma persona. Su utilización se cobra por minuto con un valor de Q 0.50.

1.5.7.2 TRANSPORTE

Para llegar a esta comunidad se toma el transporte público que conduce de Jalapa hacia la comunidad. En este punto sólo salen dos rutas diarias siendo los horarios de 7:00 a.m. y 1:00 p.m., con excepción del miércoles que no hay transporte, el costo del pasaje es de Q 6.00. Los horarios de salida de la comunidad hacia la cabecera departamental son a las 4:30 y 7:00 a.m.

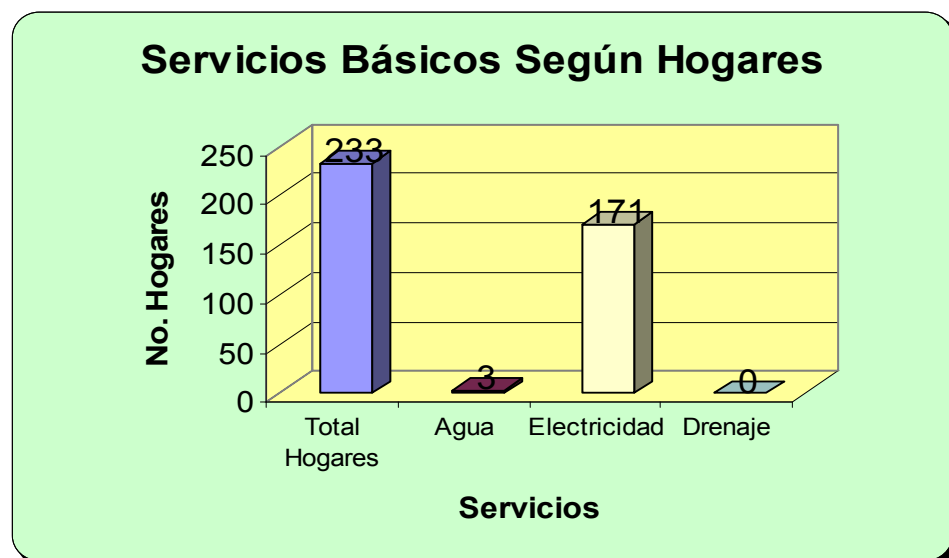
1.5.8 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

En este poblado hay una escuela en la que se imparte el nivel primario en la mañana y primer grado de básico por la tarde. Existe puesto de salud para los habitantes del lugar. Se cuenta con los servicios de agua potable, electrificación y servicio telefónico comunitario. No existe un sistema de drenajes siendo necesario utilizar letrinas de pozo ciego para realizar sus necesidades fisiológicas (Fig. 7).

Existe también un Cementerio Comunal que se ubica dentro del perímetro de la comunidad.

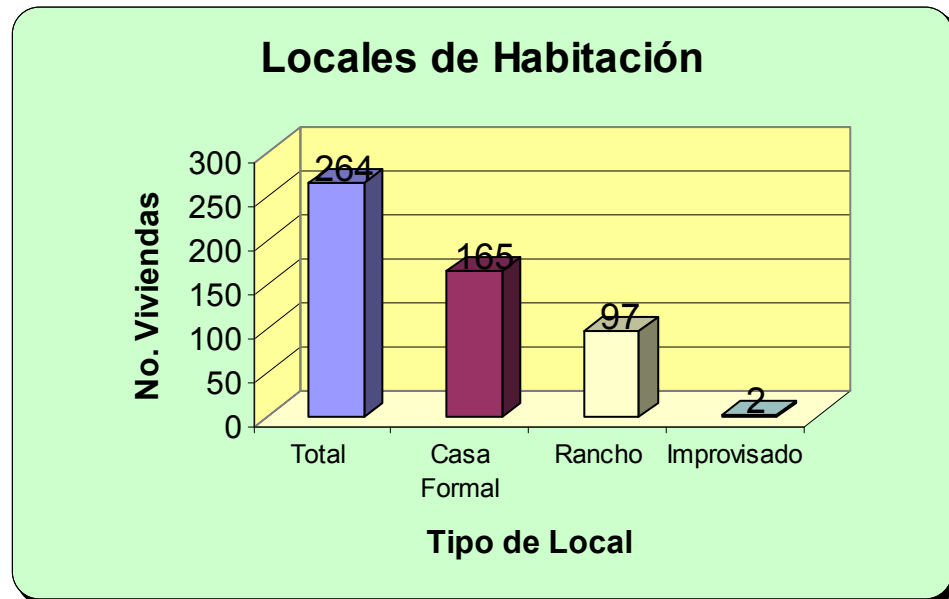
1.5.8.1 VIVIENDA

Con base en el XI Censo de Población y VI de Habitación la comunidad El Tobón cuenta con 264 viviendas en el año 2002 (Fig. 8). El total de habitantes del es de 1346, considerándose que el número promedio de habitantes en una vivienda es de 5.09 personas, cantidad mayor a la del nivel nacional que se encuentra en el 4.35 habitantes por vivienda (INE, 2002).



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

Figura 7. Servicios básicos de la comunidad El Tobón, según hogares.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

Figura 8. Locales de habitación de la comunidad El Tobón.

1.5.9 ORGANIZACIÓN

En la comunidad El Tobón se encuentran las siguientes organizaciones:

1.5.9.1 COMITÉ COMUNITARIO DE DESARROLLO (COCODE)

Las personas que integran este comité son líderes de la comunidad y son los responsables de coordinar cada actividad a realizar en la comunidad.

- | | |
|--------------------|--------------------|
| A. Presidente: | Rudy López Gómez |
| B. Vicepresidente: | Edgar René Estrada |

1.5.9.2 SALUD

Existe un Promotor de Salud en la comunidad y una comadrona, ello son: Candelino Méndez Agustín y la Señora Josefa Aldana respectivamente.

Los programas y/o campañas de vacunación desarrollados han tenido una amplia y total cobertura, por lo que se prevé que disminuirá la prevalencia de enfermedades prevenibles; gracias al apoyo de la Cooperativa El Recuerdo.

1.5.10 SUELOS Y USO POTENCIAL

A continuación se presenta información sobre el tipo de suelos encontrados en El Tobón, según la metodología del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América (USDA).

Suelos clase IV cultivables sujetos a severas limitaciones permanentes, no aptos para riego, salvo en condiciones especiales, con topografía plana o inclinada, aptas para pastos y cultivos perennes que requieren prácticas intensivas de manejo, de productividad de mediana a baja. Este tipo de suelos en la comunidad son destinados a la siembra de algunas hortalizas.

Suelos clase VI son no cultivables, salvo para cultivos perennes y de montaña, principalmente para fines forestales y pastos, con factores limitantes muy severos, con profundidad y rocosidad, de topografía ondulada fuerte y quebrada con una fuerte pendiente.

Suelos clase VII son no cultivables, aptas solamente para fines de uso y explotación forestal, de topografía muy fuerte y quebrada con pendiente inclinada. En la clase de suelos IV y VII un 90% de la población los dedica a la siembra de maíz y frijol, como cultivos temporales y el establecimiento de plantaciones de café.

Suelos clase VIII no aptos para todo cultivo, aptos sólo para parques nacionales, recreación y vida silvestre, y para protección de cuencas hidrográficas, con topografía muy quebrada. Esta última clase es la perteneciente al Cerro El Tobón, el cual es un área protegida, según el CONAP.

1.5.11 COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA

En cuanto a cobertura vegetal y uso de la tierra se refiere, se observó que el mayor porcentaje de área lo representa agricultura limpia anual, seguido de la cobertura de Charral o matorral y en menor porcentaje el área de bosque.

1.5.12 AREAS PROTEGIDAS

El departamento de Jalapa posee un importante patrimonio en cuanto a biodiversidad. Para lograr su conservación a nivel departamental, se ha creado un conjunto de cuatro áreas protegidas, las cuales son administradas por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) siendo las siguientes: volcanes Alzatate, Jumay, Tuhual y Tobón, este último localizado en la comunidad que lleva el mismo nombre.

1.5.13 PRODUCCION

Por las condiciones del terreno, la producción agrícola de la comunidad es variada, se encuentran cultivos propios de los climas templado y frío. Entre sus principales productos pueden mencionarse maíz, frijol, papa, café, banano, y otros. Asimismo, hay crianza de ganado vacuno, caballo y porcino.

La producción artesanal es variada, sobresaliendo la cerámica vidriada, cuyos diseños son tan propios de la zona (SEGEPLAN, 2003).

1.5.13.1 PRINCIPALES CULTIVOS

Los principales cultivos que se destacan en la comunidad son el maíz y frijol. Las actividades de siembra de estos cultivos la realiza el 90% de la comunidad en áreas que oscilan entre 1 a 8 Ha.; la época de siembra es de mayo a noviembre debido al aprovechamiento del período lluvioso y la cosecha se realiza entre los meses de octubre a marzo (Solares, 2005).

El nivel de tecnología utilizado para la producción de estos cultivos es el tradicional o de baja tecnología, que incluye preparación rudimentaria de la tierra, por medio del esfuerzo humano y en muy pocos casos el animal, utilizan fertilizantes químicos principalmente Urea, 15-15-15 y Sulfato de amonio; los terrenos en que destinan a la producción son en alto porcentaje con pendientes muy pronunciadas muy cercanas al 100% y las semillas utilizadas son las seleccionadas de cosechas anteriores.

La producción es destinada principalmente para el autoconsumo y los agricultores no cuentan con instalaciones adecuadas para el almacenamiento de los mismos.

El rendimiento del cultivo de maíz se encuentra en el rango de 25.7 a 42.85 qq/ha, asimismo el precio del mismo varia según el mercado. El rendimiento del cultivo del frijol oscila entre 11.42 a 14.28 qq/ha y el precio varia de Q 200 a Q 300, este precio se impone de acuerdo al mercado (Solares, 2005).

Los pequeños agricultores de la comunidad no reciben ningún tipo de asesoría técnica por parte de instituciones dedicadas al ramo.

Las principales plagas y enfermedades que se presentan dentro de los cultivos de maíz y frijol se presentan a continuación (Cuadro 4 y 5).

Cuadro 4. Plagas y enfermedades en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la comunidad El Tobón.

Plaga y/o enfermedad	Daño
Gallina ciega (...)	Atrofia del sistema radicular
Falso medidor (<i>Mocis sp.</i>)	Se come el follaje
Gusano Cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Daño en el follaje y fruto
Tortuguilla (<i>Diabrotica sp.</i>)	Daño en el follaje
Roya común (<i>Puccinia sorghi</i>)	

Fuente: Hugo Solares y Pobladores.

Cuadro 5. Plagas y enfermedades en el cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la comunidad El Tobón.

Plaga y/o enfermedad	Daño
Gallina ciega (...)	Atrofia del sistema radicular
Gusano Cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Daño en el follaje y fruto
Tortuguilla (<i>Diabrotica sp.</i>)	Daño en el follaje
Mildiu (<i>Esyisiphe polygoni</i>)	Lesiones en el haz de la hoja, causando clorosis, disminuye el rendimiento.
Roya (<i>Uromyces sp.</i>)	Amarillamiento y defoliación produciendo bajo rendimiento.

Fuente: Hugo Solares y Pobladores.

Otro cultivo de importancia lo constituye el Café, el cual constituye una fuente adicional de ingresos, además generar empleo debido a que los caficultores deben contratar mano de obra asalariada para la cosecha del fruto, estos trabajadores son remunerados de acuerdo al peso del producto que han recolectado, obteniendo de tal actividad Q30 por quintal recolectado, tal actividad se desarrolla entre los meses de diciembre a marzo.

Los productores de café de la comunidad no han establecido ningún tipo de organización, razón por la cual no cuentan con ningún tipo de asesoría. Adicionalmente a lo anterior deben trabajar en cada unidad productiva que varía desde una cuerda hasta 5 manzanas de forma individual y para realizar las actividades del proceso productivo se apoyan de la mano de obra familiar o de la contratación de temporal de personas con remuneraciones de Q30 por jornal (Solares, 2005).

El rendimiento actual de este producto oscila entre 150-257 quintales por hectárea. Para la obtención de estos rendimientos es necesaria la utilización de insumos entre los cuales utilizan: fertilizantes, herbicidas, fungicidas e insecticidas. Entre los fertilizantes aplicados al cultivo son Urea, 15-15-15 y 20-20-0; dentro de los herbicidas empleados en el control de malezas están Roundop y Ranger.

La comercialización del café es estacionaria debido a que se genera únicamente una cosecha al año. El proceso de comercialización se da por medio de inspección del producto por el intermediario (comprador), el que debe reunir características de madurez, peso y tamaño de grano. El precio del producto esta regido por el mercado

internacional. En la cosecha 2005-2006 osciló entre los Q 130 a Q170 por quintal de café maduro.

Como fuente adicional de ingresos, cabe mencionar la recolección de plantas medicinales como las flores del árbol de trompillo, el cual es secado a la sombra sin ninguna tecnología y vendido para la venta como té de tilo por acopiadores que se presentan a la comunidad en busca del producto, o bien es llevado a laboratorios naturistas hasta la ciudad de Guatemala. El precio obtenido de este producto es de Q 5 por libra.

1.5.13.1 INFRAESTRUCTURA DE APOYO A LA PRODUCCION

A. Carreteras

La carretera que conduce hacia la cabecera departamental de Jalapa es de terracería 27 kilómetros. Es importante mencionar que la infraestructura de red vial en los departamentos y municipios hacia las comunidades es de vital importancia para obtener mejores oportunidades de desarrollo ya que las mismas permiten la mayor afluencia del comercio y la industria; los cuales al tener capacidad instalada dentro del territorio ofrecen más alternativas laborales. Actualmente se esta llevando a cabo la construcción de asfalto del tramo carretero que conduce de el municipio de Jalapa a San Pedro Pinula, San Luís y Jilotepeque y la ruta que comunica también con el municipio de San Diego Zacapa.

B. Infraestructura en energía eléctrica

Dentro del número total de usuarios del servicio eléctrico de la región para el año 2006 se estima un total de 162,367 beneficiarios. Se estima que Jalapa tendrá 42,157 que es igual al 25.96 por ciento en comparación a los datos del nivel regional y el 8.12 del nivel nacional. El índice de usuarios a nivel departamental cubierto en el año 2004 fue de 95.10 %.

C. Instituciones de apoyo

Seguidamente en el cuadro 6, se presenta una lista de las instituciones de apoyo que se encuentran en el departamento de Jalapa.

Cuadro 6. Instituciones de apoyo.

Nombre de la Institución	Dirección
AGRIJAL	Jalapa
Área de Salud	2ª. Calle entre Ave. Chipilapa y 1ª. Barrio Esperanza, Jalapa
Asociación Paz y Desarrollo	Jalapa
Bienestar Social de la Presidencia	2ª. Calle 2-08 Zona 2 Barrio San Francisco, Jalapa
Bomberos Voluntarios 44 compañía	Calle "A" Zona 2 Barrio San Francisco, Jalapa
Contraloría General de Cuentas	Callé Transito Rojas Final 8-49, Zona 1 Jalapa
Cooperativa El Bosque	San Pedro Pinula
Cooperativa El Recuerdo R. L.	San Pedro Pinula
CRISOL	6ª. Avenida 1-60, Zona 1 Jalapa
Cruz Roja	6ª. Avenida 1-99, Zona 1 Jalapa
Derechos Humanos	3ª. Ave. 0-30, Zona 6 Barrio Chipilapa, Jalapa.
Fondo de Inversión Social	5ª. Avenida 0-29, Zona 6 Jalapa
Fondo Nacional para la Paz	6ª. Avenida 0-55, Zona 6 Barrio La Democracia, Jalapa
Fundabien	Jalapa
Foro de La Mujer	Jalapa
Foro de La Mujer Lingüística Poqomam	San Pedro Pinula, Jalapa
Fundación Desarrollo y Solidaridad	Calle Tránsito Rojas, 2-42 Barrio San Francisco Jalapa
Hospital Nacional	2ª. Calle entre Avenida Chipilapa y 1ª. Barrio Esperanza, Jalapa
IGSS	Jalapa
INAB	1a. Calle 0-58, Zona 6 Barrio Chipilapa, Jalapa
INE	Jalapa
Juzgado Primera Instancia Penal	Jalapa
Ministerio Público	Jalapa
Policía Nacional Civil	Jalapa
Secretaría Presidencial de la Mujer	6ª. Ave. 1-99 Zona 1, Barrio La Democracia

Fuente: Jefatura de Oficina Departamental de Jalapa. SEGEPLAN. 2003.

1.5.14 ARBOL Y PRIORIZACION DE PROBLEMAS

El árbol de problemas se realizó conjuntamente con la participación de pobladores de la comunidad y coordinación del proyecto AGROGYT 028-2005, en el cual se obtuvo los resultados que se muestran en el diagrama (Fig. 9).

Se determinó una serie de problemas entre los cuales se menciona el deterioro de los recursos naturales como agua, suelo y bosque que aunado a la baja precipitación conllevan a tener producciones con bajo rendimiento; alteración de la flora y fauna por el crecimiento de la frontera agrícola y mal uso de los recursos, por la utilización de áreas no aptas para cultivos agrícolas tales como maíz y frijol, condiciones que conllevan a una escasa producción de excedentes con fines de comercio asimismo alta vulnerabilidad alimentaria; falta de tecnología y adaptación para la agricultura; falta de asesoría técnica; falta de educación y nula fuente de capital para la producción, aspectos que sumados ayudan al crecimiento de la pobreza y retraso en el desarrollo. En base a lo anteriormente mencionado se procedió a la proposición de alternativas que contribuyan a la descreencia de estos problemas, entre ellas la producción de grana cochinilla.

1.6 CONCLUSIONES

Los recursos naturales de la comunidad ha sufrido cambios significativos debido a que la masa boscosa se ha reducido considerablemente por el incremento de la frontera agrícola, la deforestación a causado deterioro en las fuentes de agua lo que provoca extinción de la vida silvestre y reducción paulatina de corrientes de agua, que incide en que la época seca sea mas prolongada y afecte la producción.

La mayor parte de los suelos de la comunidad El Tobón son de vocación forestal, no aptos para la agricultura; sin embargo la situación socioeconómica obliga a los pobladores a trabajar en ellos y a incrementar la frontera agrícolas debido a la degradación de los suelos por erosión, lo que conlleva a una baja productividad de los cultivos.

En la comunidad se mantiene el esquema de la tenencia de la tierra en pocas manos, puesto que se observan extensiones de tierra ociosas que podrían explotarse de acuerdo a la vocación de los suelos y beneficiar a la población que carece de los mismos. En El tobón no existe cobertura total de los servicios básicos e infraestructura, se observa un bajo nivel de desarrollo, condición que mantiene a la población subsistente en pobreza y extrema pobreza.

El rendimiento de las actividades productivas que presenta la comunidad es bajo, debido a la falta de estrategias que incluyan asesoría técnica, organización a nivel comunitario, acceso a financiamiento y adecuados canales de comercialización para ciertos productos como el café; por lo que los ingresos que se obtienen de dichas actividades no son representativos en la economía del municipio, por que los satisfactores que se obtienen en la mayoría de casos se utilizan para el autoconsumo.

No existen alternativas de producción suficientes, tal situación obliga a los pobladores a realizar tareas agrícolas temporales o trasladarse a comunidades o municipios aledaños en busca de fuentes de empleo.

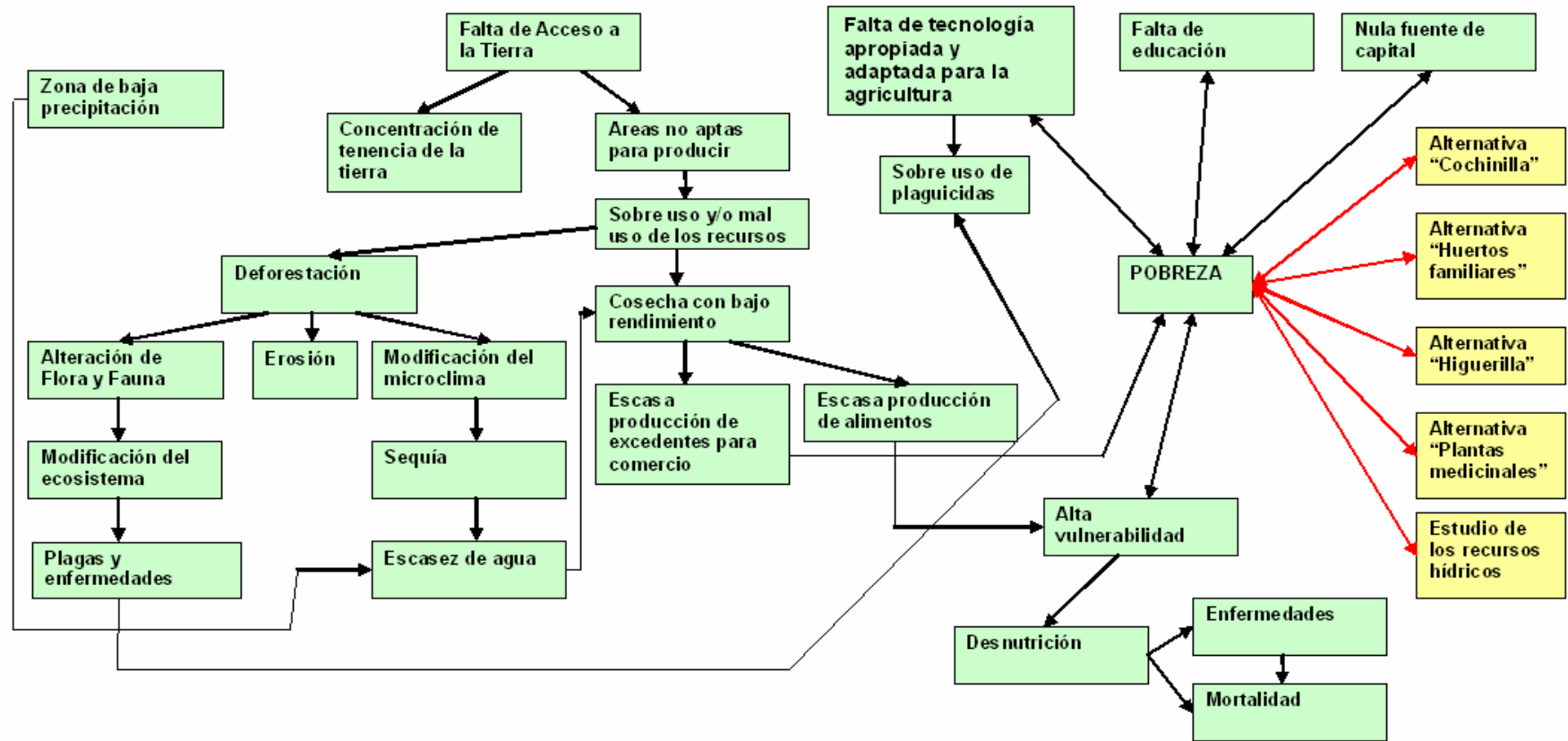


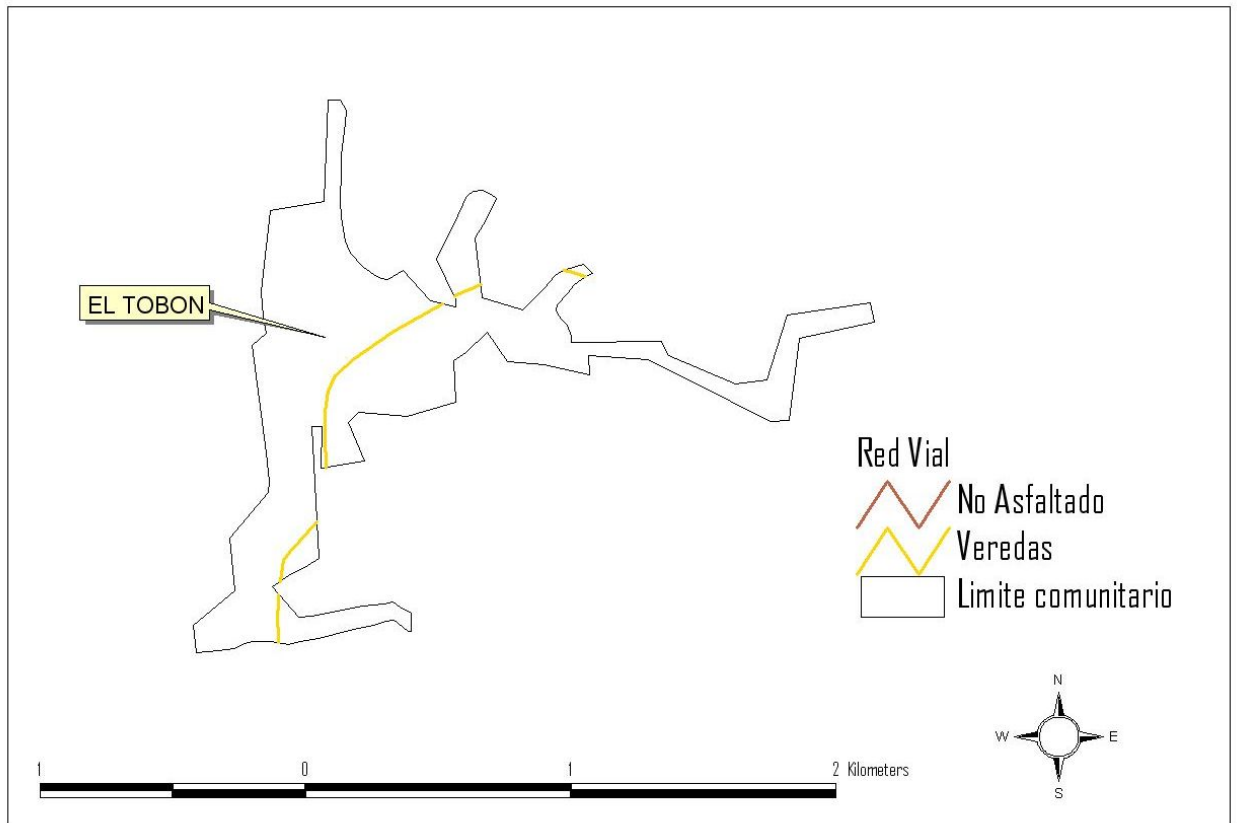
Fig. 9. Árbol y priorización de problemas de la comunidad El Tobón.

Figura 9. Árbol y priorización de problemas de la comunidad El Tobón.

1.7 BIBLIOGRAFIA

1. Blanco, L. 2001. Ubicación y características generales de los bosques municipales y comunales de San Pedro Pinula, Jalapa. San Pedro Pinula, Guatemala, Cooperativa el Recuerdo. 46 p.
2. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1983. Diccionario geográfico nacional. Compilación crítica Francis Gall. Guatemala. tomo 3, p. 380.
3. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. XII censo de población y VII de habitación poblacional. Guatemala. 1 CD.
4. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2005. Boletín climático. Guatemala. Consultado 9 set 2005. Disponible: www.insivumeh.gob.gt/.....
5. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2001. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 28 ago 2005. Disponible en <http://220.12.49.225/sig/index.htm>.
6. Martín, J. 2000. Actividades de extensión forestal en el bosque natural de pino colorado (*Pinus oocarpa* Schiede) El Pinalón, del municipio de San Pedro Pinula, departamento de Jalapa. PPS. Huehuetenango, Guatemala, USAC, Centro Universitario del Nor-Occidente. 57 p.
7. Solares, H. 2005. Árbol de problemas: reunión con pobladores de El Tobón, San Pedro Pinula, Jalapa, Guatemala. Jalapa, Guatemala. 25 p. Sin publicar.
8. _____. 2005. Encuesta a pobladores de la comunidad El Tobón, San Pedro Pinula, Jalapa, Guatemala. Jalapa, Guatemala. 27 p. Sin publicar.

1.8 ANEXO



Fuente: MAGA, 2006.

Figura 10A. Croquis de la comunidad El Tobón.



CAPITULO II

**EVALUACIÓN DEL MÉTODO RICCI PARA INFESTACIÓN DE
COCHINILLA *Dactylopius coccus* Costa, SOBRE NOPAL *Opuntia
ficus-índica* (L.) MILL, BAJO CONDICIONES
SEMICONTROLADAS EN CUATRO LOCALIDADES DE
GUATEMALA.**

**EVALUATION OF RICCI METHOD FOR COCHINEAL RAISING
OVER NOPAL, UNDER SEMICONTROLLED CONDITIONS IN
FOUR LOCATIONS OF GUATEMALA.**

2.1 PRESENTACIÓN

La crisis económica que actualmente atraviesa el país, ha venido a quebrantar el sistema económico individual de los pobladores, provocando bajos ingresos, condición que ha repercutido en la capacidad adquisitiva de las personas y en la realización de proyectos productivos, conllevando entre otros aspectos al aumento de la pobreza, bajos ingresos, riesgo en la seguridad alimentaría, desnutrición y baja productividad.

Razón por la cual, deben estudiarse y proponerse alternativas de producción de bajo costo, que proporcionen alta rentabilidad, con base a los recursos disponibles. Una de ellas, es la producción de grana o cochinilla, que constituye una vía factible para que las familias cuenten con una fuente ingresos, del mismo modo ofrece ventajas económicas y de adaptación a las condiciones de nuestro país, que posee las características idóneas para el desarrollo.

La presente investigación se desarrolló mediante la infestación de cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) sobre nopal (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill), utilizando el método Ricci considerado uno de los más eficientes en condiciones de otros países productores como México, Perú y España; se evaluó el efecto de cada una de las localidades sobre el tiempo de generación, número de oviplenas por UE, y contenido de ácido carmínico (%), en cuatro localidades de Guatemala durante época lluviosa.

Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre las localidades evaluadas en cuanto al número de oviplenas por unidad experimental; presentándose La Montaña como la localidad que presenta las mejores condiciones ambientales para el buen desarrollo de la grana cochinilla. El tiempo de generación o desarrollo fue menor en la localidad de Pampacaya y la localidad que presenta los mejores rendimientos en cuanto a porcentaje de ácido carmínico se refiere es La Montaña.

2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y BIOLOGÍA DE LA COCHINILLA

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Sub-Orden: Homóptera

Familia: Dactylopidae

Género: *Dactylopius*

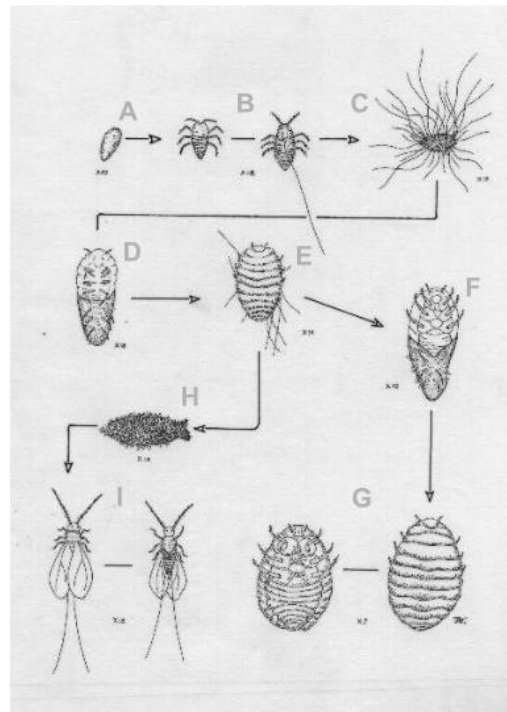
Especie: *Dactylopius coccus*

El género *Dactylopius* pertenece a la familia Dactilopidae del sub-orden Homóptera y comprende nueve especies, entre ellas *D. austrinus*, *D. celynonicus*, *D. coccus*, *D. confertus*, *D. confusus*, *D. salmianus*, *D. tomentosus*, y *D. zimmermannii*, de las cuales 5 están presentes en America del Norte (Macgregor, 1975) y 6 en Sudamérica (Zimmermann, 1978). Según Macgregor, el centro de dispersión de la especie podría ubicarse en la región de Mesoamérica. De las nueve especies, solamente *Dactylopius coccus* Costa, es la única especie cultivada para la obtención de pigmentos, por lo que se le denomina grana fina o cultivada. Las otras especies constituyen un grupo denominado granas silvestres o corrientes (Portillo, 1992).

La cochinilla (*Dactylopius coccus* C.) es un insecto que se utiliza como fuente de pigmento carmín, cuyo principio colorante (ácido carmínico), es muy apreciado sobre todo por sus cualidades de resistencia a la luz y temperatura; crece asociada a la tuna (*Opuntia ficus indica*), de cuya savia se nutre a través de un estilete bucal. Su reproducción se realiza en la misma tuna, donde se aloja formando colonias (Portillo y Viguera, 2002).

El ciclo biológico de *D. coccus* tiene una duración de 90 a 150 dependiendo de los factores abióticos en que se encuentre, especialmente de la temperatura (Figura 11). Este

comprende el estado de huevo (A), del cual emerge el primer estado ninfal, denominado ninfa I, éste se divide en: ninfa emigrante, que aquí está con vista dorsal y ventral (B), en esta etapa el insecto busca un lugar donde establecerse; la otra etapa se llama ninfa establecida, que es el momento en que fija su estilete (aparto bucal) al cladodio del nopal, y es claramente evidenciado por la aparición de numerosos filamentos cerosos que se rompen con facilidad (C). La ninfa I sufre una muda (D), luego de la cual queda desnuda de toda cera blanca, y su cuerpo se observa rojo carmín, pero inmediatamente de terminar la muda, aparece entonces la ninfa II (E) que de nueva cuenta se cubre de cera polvosa. Hasta aquí no es tan fácil diferenciar los sexos, pero en adelante el dimorfismo sexual es más evidente a simple vista, ya que la hembra lleva a cabo una segunda muda (F) de la cual emerge la hembra adulta (G), al madurar sus huevos empieza su postura, denominándose a este estado hembra oviplena (OV). En tanto el macho comienza a elaborar un capullo (H) donde sufrirá una serie de transformaciones (prepupa, pupa...) hasta aparecer como adulto alado, el cual se distingue con facilidad por sus dos caudas terminales (I) (Portillo, 1992).



Fuente: (Portillo, 1992).

Figura 11. Ciclo biológico de *Dactylopius coccus* Costa.

2.2.1.2 REQUERIMIENTOS AMBIENTALES PARA EL CULTIVO DE COCHINILLA

Dado que la cochinilla naturalmente se desarrolla asociada a la tuna, crece en el hábitat de ella, en regiones áridas y semiáridas, los parámetros climáticos similares a los existentes en dichas regiones favorecen el desarrollo de la misma. Dentro de los factores que inciden en el desarrollo de la cochinilla están:

- a) La temperatura que debe oscilar entre 20 y 32 ° C (Méndez, 1992).
- b) Humedad relativa entre 40 y 75%.
- c) Precipitación entre 100 y 700 mm anuales (Escobedo y Pérez, 1998).
- d) Luminosidad entre 40 y 60 % (Méndez, et. al. 1994).

2.2.1.3 HOSPEDEROS

La grana o cochinilla se desarrolla como parásito en algunas especies de plantas de la familia cactaceae conocidas como nopales, los cuales son endémicos de América y con mayor presencia en México y Mesoamérica. Los principales géneros parasitados son *Opuntia* y *Nopalea*, que contiene a 114 especies, entre las que se mencionan; *Opuntia atropes* Rose, *O. ficus-indica* (L.) Mill., *O. jaliscana* Bravo, *O. megacantha* Salm.Dyck, *O. Pilifera* weber, *O. streptacantha* Lem, *O. tomentosa* Salm.Dyck y *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm.Dyck, que reportan la presencia de grana fina (Rodríguez y Portillo, 1989). Aunque *D. coccus* crece en otras especies, el cultivo de esta se realiza principalmente en *O. Ficus-indica*, pues es sobre esta especie que se logran los mejores rendimientos de pigmentos, especialmente el ácido carmínico (Portillo y Arreola, 1994).

2.2.1.4 USOS

El ácido carmínico pigmento antracénico o antraquinónico (Meyer, 1943) es un compuesto glucósido azoidal producido por insectos del género *Dactylopius* (Rossignon,

1984), utilizado principalmente en la industria de los cosméticos en Japón, Francia y Estados Unidos entre los más importantes, en los alimentos en Italia, Japón, Inglaterra, Alemania y países bajos. Como colorante en el teñido de textiles naturales, Irak es el importador de cochinilla más importante. En la medicina los colorantes de la cochinilla son preferidos por su estabilidad en el tiempo y a los cambios de pH, siendo los países consumidores de cochinilla para este fin Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Alemania entre otros.

Otros productos que utilizan la cochinilla y sus derivados son los dulces, goma de mascar, frutas, gelatinas y mermeladas; sopas y salsas; productos de la panificación; bebidas alcohólicas con bajo pH que requieren tonos rojos o naranjas, aperitivos y jugos, etcétera. En la industria alimenticia se utiliza el 75%.

La cochinilla puede ser utilizada como cuerpos disecados molidos en alimentos y especialmente en la tinción de textiles, como extracto acuoso de importancia en alimentos y bebidas y como carmín directamente utilizable de importancia en la cosmetología, medicina y alimentos. La utilización de cuerpos disecados molidos es el uso más antiguo de la cochinilla. También las amidas del ácido carmínico es un producto de relevante uso en las bebidas ácidas (Portillo, 1992).

2.2.1.5 ÁCIDO CARMÍNICO

El ácido carmínico es una ácido O-carboxilo por su anillo A, y de carácter hidrofílico (Fig. 12). Este presenta una coloración roja la cual puede variar hasta púrpura cuando el pH aumenta. Las calidades de cochinilla, "Premium", de primera y de segunda, se establecen a partir del contenido de ácido carmínico: 22.5 %, 19.5 % y 10 % respectivamente y la de mayor en esta presentación es por parte de la bebida alcohólica Campari. Con el desarrollo tecnológico ha sido posible extraer, mediante procesos químicos el ingrediente activo de la materia colorante (Salaverry-Garcia, 1998).

El carmín de cochinilla (SIN 120) en combinación con aluminio y calcio forma la laca aluminica cálcica al 52% generalmente insoluble en agua, y únicamente soluble en medios

alcalinos excepto a pH superior a 9.0. Tiene su principal uso en la industria láctea como la del yogurt y los helados. El ácido carmínico es el agente colorante casi puro, de 90% a 95%. Su demanda es muy limitada. Se utiliza en algunos alimentos, especialmente en Japón para colorear el sustituto de carne de cangrejo (surimi). Otra presentación es el carmín hidrosoluble, solubilizado en pH alcalino y secado en spray en forma de un polvo muy fino que es un tinte, no un pigmento, es decir, solamente entrega su tonalidad en contacto con la humedad. Se usa en la industria cárnica, principalmente en la de cerdo para darle a la carne de éste animal un color rojo rosáceo.

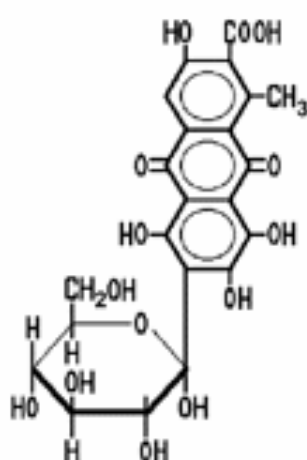


Figura 12. Estructura química del ácido carmínico.

2.2.1.6 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DE *OPUNTIA FICUS-INDICA* (L.) MILL.

Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Opuntiales
Familia:	Cactaceae
Género:	Opuntia
Especie:	Opuntia ficus-indica

Plantas de 3 a 5 metros de altura, con tronco leñoso de 20 a 50 cm de diámetro, tallos modificados en forma de cladodios de 30 a 60 cm de largo, 20 a 40 cm de ancho y 2 a 3 cm de espesor. Presencia de areolas conteniendo espinas pequeñas y numerosas de color amarillento. Las flores de color amarillo o amarillo naranja miden de 7 a 10 cm de largo. Fruto oval amarillo, anaranjado, rojo o purpúreo con abundante pulpa dulce y carnosas, de 5 a 10 cm de largo y 8 cm de diámetro (Peralta, 1983).

2.2.1.7 INFESTACIÓN DE LA COCHINILLA

Este procedimiento consiste en infestar hembras adultas en oviposición (OV) sobre pencas de las tunas en el nopal, ya sea de carácter artificial o natural. La artificial es aquella mediada por el hombre, donde se emplean principalmente “nidos” de acuerdo a las diversas metodologías (Ricci, nidos de tul, penca al pie, paño de algodón, penca infestadora, etc.) (Portillo, et. al., 1992).

En la infestación natural las pencas son infestadas inducidas por el viento y producida por las ninfas emigrantes que se trasladan por sí solas entre planta y planta.

2.2.2 MARCO REFERENCIAL

2.2.1.1 CULTIVO DE COCHINILLA EN GUATEMALA

En Guatemala durante la época de la Federación la producción de grana cobro importancia rápidamente y llegó a constituir el principal producto de exportación hasta la década de los sesenta. Fue a tal grado su importancia que se dice que sobrepasó las exportaciones de Centroamérica.

El cultivo del insecto estuvo concentrado en área muy definida en las zonas de Amatitlán, Antigua, Villanueva y Petapa, su producción parece haber ocupado un área de unas 2800 ha (FLACSO, 1994).

La producción de grana era tan compleja que las explotaciones mas productivas eran pequeñas y usaban principalmente mano de obra familiar. La reproducción del insecto, su traspaso a bolsas de muselina o de fibra de palma para ser colocados sobre las pencas, el cultivo del suelo, los deshierbes en la época de lluvia, la recolección manual del insecto y su procesamiento en hornos eran todas labores delicadas e intensivas en mano de obra.

El uso de mano de obra familiar y a veces el empleo ocasional de mano de obra asalariada, junto con la localización geográfica de las explotaciones aunado a que buena parte de la cosecha se llevaba a cabo en tierras municipales, que eran arrendadas por nueve años, periodo de vida del nopal del que se nutría el insecto, junto con el hecho que los arreglos crediticios eran de corto plazo y que la zona cubierta fuera tan restringida desde el punto de vista geográfico hizo que la cochinilla no estimulara cambios en la propiedad de la tierra; y aunque contribuyó a la acumulación de capital que permitió el cultivo de café mas tarde, sumado a la competencia de los comerciantes ingleses se fue perdiendo el papel en la comercialización del añil, la cochinilla representó una alternativa lucrativa, fue un producto de transición (FLACSO, 1994).

Actualmente, debido a la importancia que han recuperado los extractos de cochinilla, se ha estudiado nuevamente el proceso de cultivo, y se ha generado tecnología que facilita el proceso. Especialmente en México, Perú y España, los sistemas tecnológicos para el cultivo de la grana fina o cochinilla se han desarrollado fuertemente. De estas experiencias se puede trasladar la tecnología a nuestro país como una alternativa de producción. Los aspectos a considerar son las formas de cultivo, la densidad de infestación y los métodos de la misma.

2.2.1.2 ZONAS DE PRODUCCIÓN MUNDIAL

El Perú es el primer productor mundial de cochinilla, abastece aproximadamente el 84% de la demanda mundial, y en los últimos años debido a la gran demanda de este

producto ha sextuplicado su producción en los últimos 23 años hasta llegar a producir 650 toneladas por año, que junto con la producción de Islas Canarias, Chile, Bolivia y Ecuador hacen un total de 850 t por año aun que la demanda es casi el doble de esa cantidad (Flores, 2004). El porcentaje de estas zonas productoras son: las Islas Canarias con el 8%, Chile con 6% y Bolivia y México con el 2%.

2.2.1.3 SISTEMAS DE CULTIVO

En México se han empleado principalmente dos formas de cultivo para la cría de cochinilla, la primera en planta establecida, utilizada a nivel familiar, y en cladodio o penca cortada para proteger al insecto en cobertizos (Alzate y Ramírez, 1777). Actualmente la forma de cría del insecto se ha modificado de acuerdo al clima, presencia de depredadores, disponibilidad del hospedero y otros factores abióticos propios de cada región.

Los sistemas de cultivo son la combinación de estas condiciones que se tendrán para el desarrollo de la cochinilla, que consiste en la forma de utilización del nopal y cobertura.-aislamiento del cultivo (Llanderal y Campos, 2001).

Del sistema de penca cortada, según la forma de acomodo de las pencas o cladodios existe varias modalidades entre las de mayor importancia están:

- a) **Vertical colgante:** los cladodios se cuelgan de la base mediante un soporte que puede ser rafia, alambre u otro material.
- b) **Vertical en red:** se construye una red que puede ser de alambre o cualquier material que tenga la capacidad de soportar el peso de las pencas. Esta red se coloca en un marco que puede ser de madera y se coloca horizontalmente, en este

soporte se cuelgan los cladodios mediante la utilización de unos ganchos que los sujetan a la red.

- c) **En cultivo hidropónico:** consiste en colocar los cladodios en un sustrato suministrado con una solución nutritiva.
- d) **Horizontal individual en estante y en torre:** consiste en coleccionar las pencas en estantes de madera individual o construir una torre con cladodios en posición horizontal.

Las principales formas de cultivo según la cobertura son:

- a) **Sin cobertura:** Radica en el cultivo sin techo ni aislamiento alguno. Aquí tanto el insecto como el nopal quedan expuestos a las condiciones climáticas de la región. Si la lluvia es abundante, este método puede resultar ineficiente. Su utilización tiene la ventaja de bajo costo y dentro de las desventajas, menor productividad por área y es una forma de cultivo que requiere por lo menos de 3 años para su iniciación pues debe establecerse con anterioridad la plantación de nopal (Flores, 1995).
- b) **Tapesco:** Se diferencia del método sin cobertura, por que ofrece una cobertura en forma de techo que puede ser de cualquier material (paja, plástico, teja u otro tipo), pero que constituya un techo protector. Este sistema se utiliza con el método de penca en pie en regiones donde existe precipitación abundante en comparación con los requerimientos del cultivo (600 – 700 mm), y las temperaturas estén arriba de los 20° C, que los recursos financieros sean limitantes para implementar otra tecnología de costo mayor y que exista escasez del hospedero (Santibáñez, 1990).
- c) **Microtúnel:** este método consiste en proporcionar una cobertura que proteja del sol y la lluvia a la planta en pie. Es recomendable cuando la temperatura es menor a 10° C (Tekelenburg, 1995).

- d) **Invernadero:** esta estructura consiste en una cobertura construida de cualquier material que permita el control de la temperatura, humedad relativa, insolación, protección contra la lluvia, así como el aislamiento de otros factores que puedan afectar el desarrollo de la cochinilla, como ejemplo plagas. Los métodos mas utilizados en este sistema son los de penca cortada (Llanderal y Campos, 2001).

2.2.1.4 MÉTODO DE INFESTACIÓN

Entre los más utilizados se encuentran los siguientes:

- a) **Tenate:** las oviplenas se colocan en nidos de palma, los que se fijan a la base de la planta por un periodo de 15 a 20 días, tiempo en el cual las hembras están liberando los huevecillos (S. D. R., 1990).
- b) **Bolsa o Nido de tul:** conocido también como método peruano, en este se emplean oviplenas las cuales son introducidas en bolsas de tul (aproximadamente de 6 x 6 cm de lado), en cada una de las cuales se introducen de 15-20 OV, para luego ser fijadas mediante una espina u otro material no metálico para evitar la pudrición de la penca. Al utilizar 10 OV se obtienen resultado similares que los obtenidos con la utilización de 15-20 OV por nido de tul (Aldama-Aguilera, 2003).
- c) **Método Ricci:** las infestaciones del método Ricci consiste en depositar las hembras libres sobre una pequeña incisión en el tercio medio del cladodio de forma triangular de 2x2x2 cm por 0.5 cm de profundidad, que luego de cicatrizar sirven de soporte para las hembras oviplenas y sus ovipositoras, siendo este uno de los mas eficientes (Portillo, et. al., 1992).
- d) **Paño o algodón:** En este método se utilizan paños y/o algodones sobre cochinilla oviplena fresca, ya que al ovipositar las crías suben por el paño quedando entrampado; entonces estos paños pueden ser llevado y adheridos a las plantas para la infestación de las mismas (Tekelenburg, 1995).

2.2.1.5 VARIABLES CONSIDERADAS EN LOS DISTINTOS SISTEMAS DE CULTIVO

Las variables más importantes a considerar en los diferentes sistemas de cultivo son el peso fresco y seco de cochinilla por penca, número de oviplenas por penca, duración de ciclo biológico y concentración de ácido carmínico.

2.2.1.6 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SITIOS DE ENSAYO Y CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los factores considerados para definir las localidades fueron la precipitación media anual, accesibilidad, cercanía entre sí y la ciudad capital, así como la disponibilidad de espacio para establecer la producción.

La región definida presenta las mayores variaciones en cuanto a temperatura en un área reducida, debido a las variaciones en su altitud y presenta las mejores condiciones para el desarrollo de la cochinilla. De esta forma se delimitaron los sitios de ensayo (Cuadro 7), en las que se recorrerá la menor distancia posible que ofrecen las mejores condiciones para la evaluación de este cultivo.

Cuadro 7. Sitios de ensayo para el desarrollo de la cochinilla.

Localidad	Municipio	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Altitud (msnm)	Número de familias	Acceso
CEDA	Guatemala	1000 - 1600	18-22	1500		Si
El Tobón	San Pedro Pinula	600 - 800	13-15	1675	233	Si
La Montaña	San Luís Jilotepeque	600 - 800	16-22	1388	116	Si
Pampacaya	San Luís Jilotepeque	600 - 800	23-25	849	107	Si

Fuente: INE, 2002; INSIVUMEH, 2005.

2.2.1.7 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DEL ÁCIDO CARMÍNICO

A. Determinación de ácido carmínico en solución

Se realiza mediante un espectrofotómetro a una absorbancia de 494 nm. Luego el cálculo de % de ácido carmínico se realiza mediante la fórmula:

$$\% \text{ ácido carmínico} = A \times 100 \times (1.39)^{-1}$$

Donde:

A = Absorbancia de la muestra

1.39 = Absorbancia del ácido carmínico a 100%

B. Método Japonés

Con la utilización de autoclave se calienta a 150° C y 16 Kg. de presión durante 10 minutos, 1500 ml. de agua desionizada, 1 g de ácido tartárico, 0.2 g de gelatina, 100 g de cochinilla molida y tamizada con malla No. 20 y a 8% de humedad. Se deja reposar, se filtra y luego la solución obtenida se destila a presión reducida hasta obtener un extracto concentrado con un alto porcentaje de ácido carmínico.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 GENERAL

- Establecer un sistema de cultivo de cochinilla y evaluar su producción en cuatro localidades de Guatemala.

2.3.2 ESPECÍFICOS

- Evaluar la producción de cochinilla mediante la infestación con el método Ricci sobre nopal en cuatro localidades de Guatemala.
- Determinar el tiempo de generación o desarrollo bajo las condiciones ambientales de cada una de las localidades.
- Determinar el rendimiento de ácido carmínico bajo las condiciones ambientales de cada localidad.

2.4 HIPÓTESIS

- La localidad Pampacaya presenta las mejores condiciones ambientales para el óptimo desarrollo de la grana cochinilla por lo que se espera obtener en esta localidad el mayor rendimiento.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 MANEJO DEL EXPERIMENTO

2.5.1.1 ÉPOCA Y SISTEMA DE CULTIVO

La evaluación se realizó en época lluviosa, de mayo de 2006 - agosto de 2006. Dadas las condiciones de las áreas donde se implementaron los ensayos y que no existen plantaciones uniformes de nopal, el sistema de cultivo empleado fue de penca cortada bajo invernadero propuesto por Aldama-Aguilera y Llanderal-Cázares (2003). La modalidad de colocación manejada fue vertical colgante. Se colocaron vigas de madera que formaron parte de la estructura de los invernaderos, las cuales sirvieron de base para colgar los cladodios, a los cuales se les perforo en su base un agujero de 1.5 cm. de diámetro utilizando un sacabocado de PVC, dentro de los cuales se atravesó rafia para ser colgadas a una distancia de 0.3 m entre las mismas (Fig. 15A).

2.5.1.2 ESTABLECIMIENTO DEL LOCAL

El invernadero construido es de madera, cubierto con plástico de color, un techo de duralita de 3 x 4 m sostenido por parales y vigas de madera, recubierto en sus lados por plástico negro, se construyo uno por localidad (Fig. 16A).

2.5.1.3 OBTENCIÓN DE PIE DE CRÍA

Este fue obtenido en el Centro para la Difusión y Conocimiento de la Grana Cochinilla ubicado en Santa María Coyotepec Oaxaca, México, contándose con el apoyo de Manuel Loera Fernández Director de dicho centro; la cantidad importada fue de 0.25 Kg. de pie de cría a un costo de US\$400 /Kg.

2.5.1.4 MÉTODO Y DENSIDAD DE INFESTACIÓN

El método de infestación que se utilizó es el Ricci objeto de esta evaluación, el cual consistió en depositar a las hembras libres (OV), sobre una cicatriz en forma triangular de 2x2x2 cm. y 0.5 cm. de profundidad que se formó en el tercio medio del cladodio después de hacer una incisión de las medidas mencionadas, mediante la utilización de una herramienta punzo cortante denominada cuchilla (Fig. 17A).

Los cladodios fueron infestados en posición horizontal sobre anaqueles de madera, utilizando es 6 OV por penca, y una vez establecida las ninfas las pencas fueron trasladadas a su posición colgante mediante una rafia para que completaran su ciclo. Esta se llevó a cabo el mismo día en las cuatro localidades para evitar la variación en los resultados esperados (Fig. 18A).

2.5.1.5 LOCALIZACIÓN COLECTA Y PREPARACIÓN DEL NOPAL

Como hospedero se utilizaron cladodios de nopal (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill), que fueron recolectados en la región de estudio que fue delimitada en base a la observación de campo que permitió establecer la presencia del nopal en la misma, esta se encuentra en el estrato altitudinal entre 900 y 1200 msnm, municipio de San Pedro Pinula departamento de Jalapa (Fig. 19A).

Los cladodios empleados fueron los mas turgentes, de unos 40 cm. de longitud por 20 cm. de ancho y con un espesor de por lo menos 2 cm. Luego de ser cortados, se trasladaron hacia cada una de las localidades donde se dejaron cicatrizar durante 8 días, seguidamente se cepillaron para la eliminación de espinas y otros contaminantes.

2.5.1.6 COSECHA

La recolección se hizo utilizando brochas y un recipiente para colocar los insectos y se lleva a cabo cuando la hembra se encontraba en estado de oviplena antes de iniciar la

oviposición. La cochinilla colectada fue limpiada mediante la utilización de un tamiz mesh 50, para posteriormente darle muerte (Fig. 20A).

2.5.1.7 TÉCNICA DE MATANZA DE LA COCHINILLA Y SECADO

La técnica utilizada fue por asfixia, introduciendo el volumen de insectos dentro de bolsas de papel, se selló la parte superior de las bolsas de papel debidamente identificadas, que seguidamente fue introducida a un horno de convección a una temperatura de 60° C durante 48 horas (Fig. 21A).

2.5.2 METODOLOGIA ESTADISTICA

Se realizó un análisis de varianza utilizando un diseño experimental de Bloques al azar, para dar respuesta a la investigación según las variables a estudiar. Para seleccionar cual de los tratamientos (localidades) presentó diferencias significativas en el tiempo de generación o desarrollo de la grana cochinilla se realizó la prueba múltiple de medias de Tukey (Cuadros 5 y 6).

2.5.2.1 MODELO ESTADÍSTICO

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

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

μ = Media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

2.5.2.2 LOCALIDADES Y UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada una de las localidades constituyó un tratamiento; en cada una de las mismas hubo 5 bloques que a su vez cada bloque constituyó una repetición (Cuadro 8), teniéndose los siguientes tratamientos:

Cuadro 8. Localidades a evaluar.

<i>Localidades</i>	<i>Temperatura (°c)</i>	<i>Altitud (Msnm)</i>	<i>Pp. (Mm)</i>
CEDA	18-22	1500	1000-1600
El Tobón	13-21	1675	600-800
La Montaña	16-22	1388	600-800
Pampacaya	23-25	849	600-800

La unidad experimental (UE) estuvo constituida por 5 cladodios infestados.

2.5.2.3 BLOQUES

Los bloques estuvieron definidos por la procedencia del material vegetal (cladodios), ya que este fue colectado en diferentes localidades de la región (Cuadro 9).

Cuadro 9. Identificación de los bloques.

<i>Bloques</i>	<i>Identificación</i>	<i>Procedencia</i>
I	TI	Timoteo Segura, El Tobón
II	PP	Don Pablo, Potrero Carrillo
III	PA	Don Antonio, San Miguel Mojón
IV	PR	El Ingenio
V	TA	El Tobón

2.5.2.4 VARIABLES DE ESTUDIO

A. Tiempo de Generación

Este se determinó contando los días transcurridos entre la fecha de infestación y las fechas en que se observaron las primeras hembras en oviposición en cada tratamiento (Fig. 22A).

B. Número de OV por UE

Se determinó haciendo un recuento del número total de ovipuestas presentes en cada unidad experimental al observar las primeras hembras en oviposición en cada uno de los tratamientos (Fig. 23A).

C. Porcentaje de Ácido carmínico

Para tal procedimiento se homogenizó una porción de grana seca de cada uno de los tratamientos, de los cuales se obtuvieron 200-250 mg de cochinilla limpia. Seguidamente fue pulverizada en un mortero y de este se tomaron 100 mg los que se diluyeron en 30 ml de HCl 2N aplicando calor. Se dejó enfriar a temperatura ambiente, posteriormente se aforó a un L con agua destilada y esta solución se filtró. Se tomaron inicialmente 200 ml que se desecharon, luego se tomaron 30 ml como muestra para su lectura. Finalmente se determinó la concentración del ácido carmínico mediante la utilización del espectrofotómetro de ultravioleta visible, tal procedimiento se realizó en la Unidad de Análisis Instrumental de la Escuela de Química, en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC (Fig. 24A), a una absorbancia de 494 nm, calculando el % de ácido carmínico mediante la fórmula siguiente:

$$\% \text{ ácido carmínico} = A \times 100 * (1.39)^{-1}$$

Donde:

A = absorbancia de la muestra

1.39 = absorbancia del ácido carmínico a 100 %

2.6 RESULTADOS

2.6.1 TIEMPO DE GENERACIÓN O DESARROLLO

El tiempo de generación varió debido a las diferentes condiciones ambientales de las localidades a las que fue sometido el insecto. La localidad que presentó el tiempo de generación o desarrollo mas corto fue Pampacaya con 93 días, seguido por La montaña (96 días), con un diferencia de 3 días, mientras que el tratamiento CEDA y El Tobón presentaron 9 y 18 días respectivamente mas que el tratamiento Pampacaya (Cuadro 10). La variación en el tiempo de generación se atribuye principalmente a las condiciones de temperatura y humedad relativa de cada uno de los tratamientos que varían por encontrarse a diferentes altitudes sobre el nivel del mar, esto debido a que a mayor temperatura el tiempo de generación o desarrollo del insecto es menor, pero a temperaturas bajas se alarga, tal fue el caso de las localidades El Tobón y CEDA (Méndez, 2001). El ciclo biológico es más corto cuando la temperatura aumenta y es menor dentro de estructuras cerradas (invernaderos o micro túneles), que a cielo abierto (Aldama-Aguilera et.al. 2005). Además que dentro del invernadero el calentamiento del aire debido a la incidencia del sol es mayor en los tratamientos Pampacaya y La Montaña por encontrarse en un estrato altitudinal menor a los tratamientos CEDA y El Tobón. Debido a factores abióticos tales como temperatura, humedad relativa, precipitación y luminosidad la duración del tiempo de generación de la grana cochinilla puede oscilar entre 90 y 150 días (Méndez, 2001).

Con la duración del tiempo de generación registrado en La Montaña se pueden obtener hasta tres generaciones de grana cochinilla al año; esto beneficiaría a los pobladores, puesto que el precio que tiene a nivel internacional, en ocasiones puede alcanzar más de US\$ 100 por kilogramo, su cultivo se puede considerar como una fuente de recursos e ingresos para el desarrollo económico de la zona.

Cuadro 10. Tiempo de generación de *Dactylopius coccus* Costa, en los diferentes localidades.

<i>Identificación</i>	<i>Tratamientos</i>	<i>Tiempo de Generación (días)</i>
T 1	CEDA	102
T 2	El Tobón	111
T 3	La Montaña	96
T 4	Pampacaya	93

2.6.2 NÚMERO DE HEMBRAS POR UE

El análisis de varianza del número de hembras ovíparas por unidad experimental en los cuatro localidades ($p = 0.05$), muestra que hay diferencias significativas entre las mismas. Asimismo los bloques no presentan diferencias significativas entre sí en cuanto al número de ovíparas se refiere (Cuadro 11 y 12).

Cuadro 11. Número de ovíparas por UE, según localidades y bloques.

<i>Tratamiento</i>	<i>Bloque I</i>	<i>Bloque II</i>	<i>Bloque III</i>	<i>Bloque IV</i>	<i>Bloque V</i>
<i>Ceda</i>	11	5	5	14	18
<i>El Tobón</i>	11	5	11	14	12
<i>La Montaña</i>	102	87	49	80	46
<i>Pampacaya</i>	11	9	10	7	7

Cuadro 12. Cuadro resumen del Análisis de Varianza del número de ovíparas por UE.

<i>Fuentes var.</i>	<i>GL.</i>	<i>S Cuadrados</i>	<i>C Medios</i>	<i>Valor de F</i>	<i>F crítico</i>
<i>Tratamientos</i>	3	14800.2	4933.4	29.7820706	3,49
<i>Bloques</i>	4	590.2	147.55	0.89073347	3.26
<i>Error Exp.</i>	12	1987.8	165.65		
<i>Total</i>	19	17378.2			

CV = 50.07 %

La localidad que presenta el mejor rendimiento en cuanto al número de ovipuestas es La Montaña con 72.8 hembras por UE en promedio, pues posee las condiciones más favorables para el buen desarrollo de la grana cochinilla; seguida por El Tobón y CEDA con una media de 10.6 OV por UE y la localidad Pampacaya es la que evidencian menor rendimiento en Ovipuestas con 8.8 hembras promedio por UE experimental respectivamente (Fig. 13).

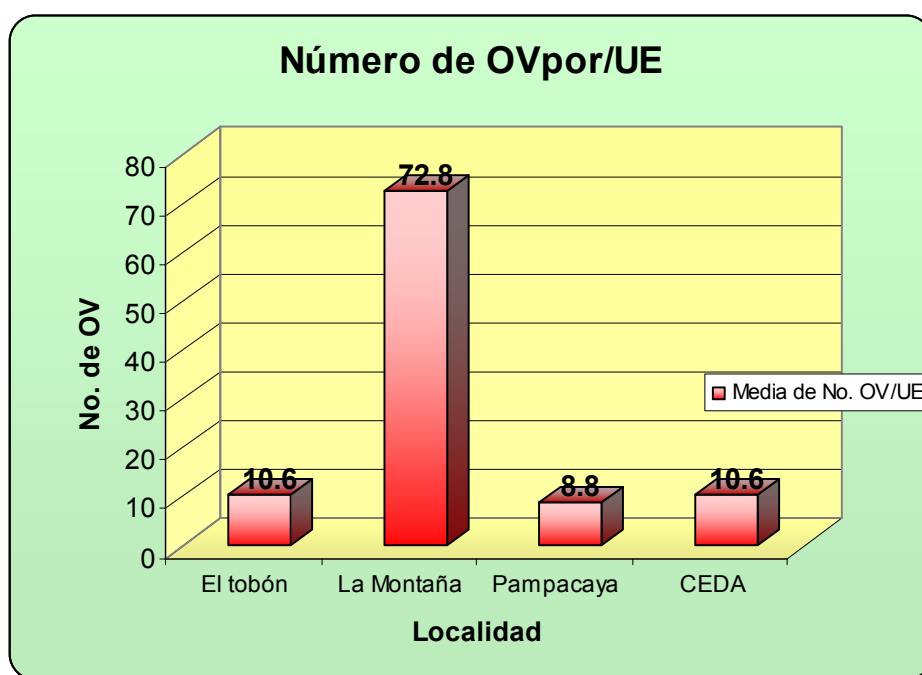


Figura 13. Número de OV por UE en las diferentes localidades.

En La Montaña la temperatura oscila entre 16-22° C, con una humedad relativa entre 60% y 70% factores fundamentales que determinan la producción de grana (Santibáñez, 1990). Asimismo al encontrarse las ovipuestas en estas condiciones aumentan el grado de oviposición y se da de mejor manera el establecimiento de ninfas (Tekelenburg, 1995).

Las localidades El Tobón, CEDA y Pampacaya estadísticamente no presentan diferencias significativas entre sí. El Tobón se encuentra a una altitud mayor con respecto

a las demás localidades, debido a ello se dan variaciones de temperatura, principalmente bajas durante la noche, lo que provoca que el rendimiento en cuanto a número de OV se refiere, y disminuyera considerablemente con respecto a La Montaña, esto, debido a que las temperaturas extremas pueden causar alta mortalidad, sobre todo en ninfas recién emergidas las cuales son las más susceptibles (Vigueras y Portillo, 2001); aunado a ello la humedad relativa es mucho mayor en días nublados y lluviosos muy cercana al 95%, lo que pudo afectar el buen desarrollo de la grana, sin embargo por ser la zona de mayor existencia de nopal es probable que en época seca el rendimiento sea mayor. Otro factor importante es el viento el cual pudo influir en la ubicación o arrastre de las cochinillas, ya que ocasiona que las ninfas recién emergidas se establezcan en los cladodios, además que puede desprender oviplenas en etapas finales de desarrollo e impedir que los machos fertilicen a las hembras (Méndez *et al.*, 1994).

Cuadro 13. Cuadro resumen de la prueba múltiple de medias.

Tratamiento	Media	Grupo Tukey
<i>La Montaña</i>	72.8	A
<i>El Tobón</i>	10.6	B
<i>CEDA</i>	10.6	B
<i>Pampacaya</i>	8.8	B

A nivel de campo pudo observarse que la ninfa migrante de primer instar busca las superficies sombreadas de las pencas para establecerse como lo expresa Condeña (Condeña, 1997). En el tipo de invernadero utilizado en esta investigación el sombreado de las pencas es más uniforme por estar recubierto en sus cuatro lados por tela plástica, lo que confiere al mismo mayor uniformidad de luz, sin embargo por tener que realizar la infestación en posición horizontal de las pencas el mayor número de hembras se presentó en la cara de los cladodios opuesta a la cicatriz de los mismos, zona de la infestación.

El número de oviplenas obtenido es bajo en comparación con estudios realizados en México (Aguilera y Cázares, 2003), donde obtuvieron 80 oviplenas por penca; esto pudo deberse en primera instancia al estrés ocasionado la traslación del pie de cría desde

México hacia nuestro país, asimismo que durante el traslado de pencas infestadas en posición horizontal a vertical colgante se haya perdido un número considerable de ninfas. En este traslado probablemente la perdidas hayan sido por el roce de pencas una con otras en posición de pencas colgantes. Otro factor adverso es el viento, el cual pudo afectar el desarrollo de la grana cochinilla, ya que puede provocar el desprendimiento de las mismas.

2.6.3 PORCENTAJE DE ACIDO CARMÍNICO

El análisis realizado a las hembras oviplenas de cada una de las localidades para determinar el contenido de ácido carmínico presenta que el 15.16% pertenece a localidad La Montaña como rendimiento mas alto, seguido de Pampacaya y CEDA con los valores 15.03% y el 13.52% respectivamente; y se encuentra El Tobón con un 10.36% registrando el valor mas bajo (Cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de Ácido Carmínico presente en Cochinilla.

<i>Tratamiento</i>	<i>Absorbancia</i>	<i>% Ácido Carmínico</i>
<i>El Tobón</i>	<i>0.14407</i>	<i>10.36</i>
<i>La Montaña</i>	<i>0.18289</i>	<i>13.15</i>
<i>Pampacaya</i>	<i>0.20894</i>	<i>15.03</i>
<i>CEDA</i>	<i>0.18787</i>	<i>13.52</i>

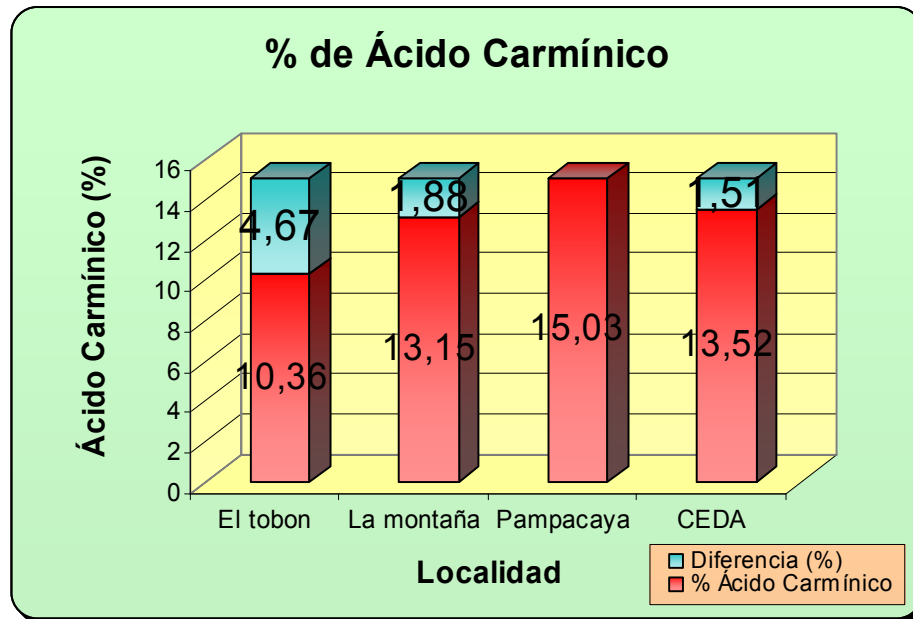


Figura 14. Porcentaje de Ácido Carmínico obtenido en las diferentes localidades.

Las hembras adultas de grana cochinilla contienen de 19 a 24% de ácido carmínico en peso seco (Flores-Flores y Tekelenburg, 1995), de acuerdo con los autores mencionados, el Instituto de Investigación Tecnológica y de Normas Técnicas de Perú (ITINTEC) estableció que el contenido de ácido carmínico de la grana cochinilla de primera calidad debe ser de 18% como mínimo, pero la fundación Boliviana Exporta (FBE), establece como mínimo 20%. En la presente investigación todas las localidades no alcanzaron el límite de 19%.

El ácido carmínico obtenido en las cuatro localidades no alcanza la calidad Premium a la que corresponde un contenido de ácido carmínico del 22.5%, los valores alcanzados se encuentran en la calidad de Segunda ya que ninguno de ellos alcanza los valores de 19.5% que pertenece a la calidad de Primera, a pesar de haber diferencias de 1.51% en la localidad CEDA, 1.88% en La Montaña y 4.67% en El Tobón con respecto a la localidad Pampacaya que presenta el mejor rendimiento (Fig. 14).

2.7 CONCLUSIONES

- La localidad La Montaña es potencialmente apta para la producción de grana cochinilla utilizando el sistema de cultivo de penca cortada bajo invernadero, la ventaja de este sistema es la disposición que puede darse al material vegetal dentro del invernadero.
- La localidad El Tobón presenta la ventaja de disponibilidad de material vegetativo en abundancia de la especie *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller.
- El tratamiento más eficiente en el sistema de cultivo de grana cochinilla es La Montaña, ya que el rendimiento en cuanto a número de oviplenas por unidad experimental es el mayor con respecto a los demás tratamientos, aunque la calidad alcanzada fue de segunda.
- El tiempo de generación o desarrollo más corto se dio en el estrato altitudinal inferior a los 1500 msnm., mas no así en los tratamientos a mayor altitud, probablemente debido a los cambios mas acentuados en cuanto a temperatura y humedad relativa.

2.8 RECOMENDACIONES

- Debido a que la ninfa emigrante busca la parte más sombreada de la penca para establecerse, es recomendable hacer las hendiduras para formar la cicatriz en forma triangular en esta parte de la penca que percibe menor cantidad de luz.
- Evaluar la producción de cochinilla mediante la utilización de estantes de madera que contengan arena, la cual sirve como medio de sostén a las pencas cortadas la que permitiría evitar la pérdida de oviplenas en el traslado de posición horizontal y por roce de pencas en el sistema de cultivo vertical colgante.
- Debido a que la oviposición dura entre 15-20 días es recomendable colocar las oviplenas 10 días en la cicatriz triangular y otros 10 días en la cara opuesta a la misma, para lograr así una mejor infestación.
- Realizar un análisis de mercado para determinar la factibilidad del cultivo de grana cochinilla en la región en mención.

2.9 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Cuadro 15. Cronograma de actividades.

DESCRIPCION	Abr.		May.		Jun.		Jul.		Ago.		Sep.	
	1a,	2a,	1a,	2 ^a ,	1a,	2a,	1a,	2a,	1 ^a ,	2a,	1a,	2a,
Compra de insumos y materiales para invernaderos		*										
Construcción de estructuras en c/u de las localidades			*									
Colecta de cladodios de nopal	*											
Preparación de cladodios		*										
Visita al Centro para la Difusión del Conocimiento de la Grana Cochinilla			*									
Compra de pie de cría			*									
Establecimiento de cladodios en las localidades		*										
Infestación de Cochinilla sobre nopal				*								
Monitoreo de temperatura y humedad				*	*	*	*	*	*			
Medición de variables										*	*	
Mantenimiento del experimento			*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Compra de reactivos y equipo de laboratorio							*					
Extracción de Ácido Carmínico											*	
Análisis de la información											*	*

1^a. = Primera quincena del mes.

2^a. = Segunda quincena del mes.

2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. Aldama-Aguilera, C; Llanderal-Cázares, C. 2003. Grana cochinilla: comparación de métodos de producción en penca cortada. *Agrociencia* 37:11-19.
2. Alzate y Ramírez, J. 1984. La naturaleza: memoria en que se trata del insecto grana o cochinilla, de su naturaleza y serie de vida, como también del método para propagarla y reducirla al estado en que forma uno de los ramos más útiles al comercio. *Soc. Mex. Hist. Nat.* 6(1882-1884):97-151.
3. Condeña A, F. 1997. Manejo integral de la tuna y cochinilla. Arauco, Perú, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 66 p.
4. Escobedo, RS; Pérez, JJ. 1998. Biología y comportamiento de la grana cochinilla del nopal (*Dactylopius coccus* Costa) y su viabilidad de cultivo en la costa de Hermosillo, Sonora y regiones cercanas para la extracción y aplicación del colorante natural rojo carmín en alimentos. México, Universidad de Sonora. Facultad de Ciencias Químico-Biológicas. 64 p.
5. FLACSO (Facultad de Ciencias Sociales, CR). 1994. De la ilustración al liberalismo. Ed. por Héctor Pérez Brignoli. 2 ed. Costa Rica. tomo 3, p. 172-173.
6. Flores F, VI. 1995. Crianza de la cochinilla en Sudamérica. *In* Congreso Nacional (6, 1995, MX) y Congreso Internacional (4, 1995, MX). Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. México, Universidad de Guadalajara. p. 48-55.
7. Global Infogroup, GT. 1999. Guatemala en cifras: perfil integral del país. Guatemala. p. 256.
8. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. XI censo nacional de población y vi de habitación: características de la población y de los locales de habitación censados. Guatemala. p. 15-20.
9. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología e Hidrología, GT). 2005. Boletín climático (en línea). Guatemala. Consultado 9 set 2005. Disponible: www.insivumeh.gob.gt.
10. Llanderal, C; Campos, F. 2001. Sistemas de producción de la grana cochinilla. *In*: Cría de la grana cochinilla del nopal para la producción de su pigmento. Llanderal CC. y R. Nieto H. (Ed.). Chapingo, México, Colegio de Postgrados. p. 61-67.
11. MacGregor, R. 1975. La grana o cochinilla del nopal usada como colorante desde el México antiguo hasta nuestros días. *Rev. Cact. y Suc. Mex.* 21(4):93-97.
12. Méndez G, SJ. 1992. Tasa de supervivencia y reproducción de la grana cochinilla *Dactylopius coccus* C. *Agrociencia* 37(2):149-155.

13. Méndez G, SJ. 2001. Cultivo y manejo de grana cochinilla. *In* Producción de Grana Cochinilla. Llanderal C, C y Nieto H, R (eds.). Montecillo, México, Colegio de Postgraduados. p. 69-77.
14. Méndez G, SJ; Aquino PG; Martínez HJ. 1994. El cultivo de la grana cochinilla en el Altiplano Potosino-Zacatenaco. *Agroproductividad* 2:7-14.
15. Meyer, F. 1943. The chemistry of natural coloring. *Lacs Monograph* 89:312.
16. Nony, CR; Althaus, JR; Bouman, MC. 1983. Chromatographic assays for traces of potentially carcinogenic metabolites of two azodyes, direct red 2 and direct blue 12, in rat, hamster and human urine. *J. of Analytical Toxicology* 7(1):40-48.
17. Peralta M, VM. 1983. Caracterización fonológica y morfológica de formas de nopal (*Opuntia* spp.) de fruta (tuna) en el altiplano Potosino-Zacatecano. Tesis Lic. México, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Colegio de Agronomía. 88 p.
18. PNUD, GT. 2003. Guatemala: una agenda para el desarrollo humano, informe nacional de desarrollo humano. Guatemala. p. 11.
19. Portillo, L; Arreola, HJ. 1994. Los nopales hospederos de la cochinilla fina o cultivada *Dactylopius coccus* Costa y Suc. *México* 39(4):90-95.
20. Portillo, L; Viguera, AL. 2002. México before the worldwide production of cochineal. *Cactusnet Newsletter* 7:3-5.
21. Portillo M, L; Viguera G, AL; Zamarripa F, AD. 1992. El método Ricci: una nueva técnica de infestación para la cóccidocultura. *In* Congreso Nacional (5, 1992, MX) E internacional (3, 1992, MX). Resúmenes sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal. México, Universidad Autónoma de Chapingo. p. 77-88.
22. PNUD, GT. 2003. Informe mundial de desarrollo humano. Guatemala. p. 10-16.
23. Rodríguez, I; Portillo, L. 1989. Especies de *Opuntia* hospederas de *Dactylopius coccus* Costa. *Quepo* 3(2-3):49-53.
24. Rossignon, J. 1884. Cochinilla: propiedades físicas y químicas de la materia colorante de la cochinilla del carmín. *In* Extracción de los principios colorantes de varias plantas tintoriales de México. México, Secretaría de Fomento. p. 146-175.
25. Salaverry García, O. 1990. Pigmentos naturales quinónicos. Perú, UNMSM, Fondo Editorial. p. 191-240.
26. Santibáñez W, LG. 1990. Ciclo biológico, cultivo y aprovechamiento de la cochinilla del nopal *Dactylopius coccus* Costa en el municipio de Villa Díaz Ordaz, Tlaxcolula, adscrito al Centro Coordinador Indígena (I.N.I.) Zapoteca del

- Valle Oaxaca; reporte de servicio social. México, Universidad Autónoma Metropolitana. 149 p.
27. SEDER (Secretaria de Desarrollo Rural del Estado de Oaxaca, MX); ITAO (Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, MX). 1990. Avances en la investigación productiva de grana-cochinilla. México. no. 23, 24 p.
28. Tekelenburg, T. 1995. La producción de cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) en ambientes semi-controlados. *In* Congreso nacional (6, 1995, MX) y Congreso Internacional (4, 1995, MX). Memorias del conocimiento y aprovechamiento del nopal. Guadalajara, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara. p. 48-55.
29. Walford, J. 1984. Developments in food colours. London, Elsevier Applied Science Pub. 47 p.
30. Zimmermann, HG; Erb, HE; McFayden, RE. 1978. Annotated list of some cactus-feeding insect of south América. *Acta Zoologica Lilloana* 33(2):101-112.

2.11 ANEXOS



Fuente: Marlon Orellana, 22 de junio de 2006.

Figura 15A. Preparación y colocación del nopal.



Fuente: Marlon Orellana, 22 de junio de 2006.

Figura 16A. Estructura de invernadero.



Fuente: El autor, 16 de mayo de 2006.

Figura 17A. Cicatriz triangular para infestación mediante método Ricci.



Fuente: Marlon Orellana, 16 de mayo de 2006.

Figura 18A. Infestación mediante método Ricci..



Fuente: Ing. Agr. Luís Felipe León, mayo de 2005.

Figura 19A. Localización y colecta del nopal.



Fuente: Marlon Orellana, 7 de septiembre de 2006.

Figura 20A. Cosecha o recolección de grana cochinilla.



Fuente: Marlon Orellana, 7 de septiembre de 2006.

Figura 21A. Secado y matanza de cochinilla.



Fuente: Ing. Agr. Luís Felipe León, 6 de septiembre de 2006.

Figura 22A. Determinación del tiempo de generación.



Fuente: Ing. Agr. Luís Felipe León, 6 de septiembre de 2006.

Figura 23A. Determinación de número de OV.



Fuente: Marlon Orellana, 12 de septiembre de 2006.

Figura 24A. Determinación de Ácido Carmínico.

ANDEVA Y PRUEBA MULTIPLE DE MEDIAS

Cuadro 16 A. Número de OV por bloques.

<i>Localidad</i>	<i>Bloque I</i>	<i>Bloque II</i>	<i>Bloque III</i>	<i>Bloque IV</i>	<i>Bloque V</i>	<i>Yi.</i>	<i>Media Yi.</i>
CEDA	33	25	23	27	23	131	26,2
El Tobón	42	48	45	39	33	207	41,4
La Montaña	98	87	59	64	62	370	74
Pampacaya	36	49	39	38	37	199	39,8
Y.j	209	209	166	168	155	907	45,35

Cuadro 17 A. Sumatoria de Cuadrados del ANDEVA

.SC trat	6169,75
SC Bloques	659,3
SC total	7696,55
SC error	867,5

Cuadro 18 A. ANDEVA del numero de OV..

Fuentes var.	GL.	S Cuadrados	C Medios	Valor de F	F crítico
Tratamientos	3	6169,75	2056,58333	28,448415	3,88
Bloques	4	659,3	164,825	0.89073347	3.26
Error Exp.	12	867,5	72,2916667		
Total	19	7696,55			

CV = 50.07 %

Regla de Decisión:

Rechazar la Ho Si el valor de F > F crítico
No rechazar Ho Si el valor de F < F crítico
 Como F > F crítico se rechaza la Ho.

El número de oviplegas varía significativamente según la localidad.

Comparación multita de medias de acuerdo con el criterio Tukey.

W = 24.1746396

Cuadro 19 A. Comparación multita de medias de acuerdo con el criterio Tukey.

<i>Tratamiento</i>	<i>media</i>
MONTAÑA	72.8
TOBON	10.6
PAMPACAYA	10.6
CEDA	8.8

Cuadro 20 A. Matriz de diferencias entre pares de medias

		M	T	C	P
	Medias	72.8	10.6	10.6	8.8
P	8.8	65.2	1.8	1.8	0
C	10.6	63.4	0	0	
T	10.6	63.4	0		
M	72.8	0			

Cuadro 21 A. Presentación de resultados según grupo Tukey

Tratamiento	Media	Grupo Tukey
<i>La Montaña</i>	74	a
<i>El Tobòn</i>	10.6	B
<i>CEDA</i>	10.6	B
<i>Pampacaya</i>	8.8	B

Las condiciones ambientales de La Montaña favorecen al mejor desarrollo de *Dactylopius coccus* Costa.



MINISTERIO DE AGRICULTURA,
GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN

UNIDAD DE NORMAS Y REGULACIONES

7ª. Avenida 12-90, Zona 13
Anexo a Edificio Monja Blanca
Telefax: 247530-58, 64, 68, 74
e-mail: correo@unr.gob.gt

Guatemala, 09 de mayo de 2006.
Oficio PA-AFZ-059- 2006.

Ingeniero
Udine Bolaños
Oficial Agrosanitario a.i.
OIRSA-GUATEMALA

Para formalizar nuestra conversación telefónica de la mañana del día de hoy martes 09 de mayo, en torno a la posibilidad absoluta de permitir el ingreso de un kilogramo de grana cochinilla (*dactylopius coccus*) que el Ingeniero Luis Felipe León, investigador principal del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, ingresará el día domingo 14 de mayo, de origen mexicano y por el Puerto Terrestre Tecún Umán y/o El Carmén,

Como una información adicional, dicha cochinilla, será utilizada para fines experimentales que la FAUSAC esta llevando adelante por medio del proyecto AGROCYT/FAUSAC para la producción de Acido carminico.

Atentamente,



Ing. Agr. Jorge Mario Santos Arana
Jefe Sub-Área Protección Agropecuaria
Área Fitosanitaria
UNR/MAGA



COLORANTES NATURALES DE OAXACA S.P.R. DE R.I.

R. F. C. CNO-990211-J64

MATAMOROS No. 100 SAN BARTOLO COYOTEPEC C.P. 71256 APDO. POSTAL 30 SUC. CINCO SEÑORES OAXACA, OAX. TEL. 01 955 1-00-30 FAX. 01 955 1-00-53

NOMBRE: Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología
 DIRECCION: 3a AV. 13-28 Zona 1
 CIUDAD: Guatemala R.F.C. 841585-4

FACTURA		
No		744
FECHA		
DIA	MES	AÑO
13	05	06

LA REPRODUCCION NO AUTORIZADA DE ESTE COMPROBANTE CONSTITUYE UN DELITO EN LOS TERMINOS DE LAS DISPOSICIONES FISCALES

CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT.	% DESC.	TOTAL
0.25 kg	Grana Cochinilla pie de cría	400.00		100.00



CONTRIBUYENTE DE REGIMEN DE TRANSPARENCIA

CANTIDAD CON LETRA

Cien Dolares 00/100

SUB-TOTAL \$	100.00
I. V. A. \$	0.00
TOTAL \$	100.00



PAGO EN UNA SOLA EXHIBICION PAGO EN PARCIALIDADES EFECTOS FISCALES AL PAGO

Impreso por: Imprenta "Los Volcanes" Jesús Ernesto Pérez R.F.C. PEJE-541016-IM1 Río Quiotepec No. 806 Col. Volcanes Tel/Fax 51-3-22-54 C. P. 68020 Oaxaca, Oax., Autorización Fecha de Inclusión Internet SAT 10-07-02 Folios del 501 al 1000 Original y 2 copias. Fecha de Imp. 17-07-04 Vigencia: 2 años. Caducidad: 17-07-06 Numero de Aprobación del Sistema de Control de Impresores Autorizados SAT 5125721

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE CC. QQ.
Y FARMACIA
Edificio "T-12"
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

ESCUELA DE QUIMICA UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL Edificio T-13, Ciudad Universitaria, Zona 12 Tel: 24769844			INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO	
NOMBRE COMÚN O COMERCIAL DE LA MUESTRA Cochinilla			No. de Código / Marca del Remitente	
No. registro: 0609096-099		Empresa/Institución: SENACYT Remitente/Solicitante: Marlon Orellana		
Fecha recepción 12/09/2006	Muestras recibidas por PN	Tipo de recipiente Sobres de Papel	Peso neto ***	
DETERMINACIONES SOLICITADAS: Análisis de Acido Carmínico presente en Cochinilla				
RESULTADOS DE ANÁLISIS				
Muestra 0609096 0609097 0609098 0609099	Nombre de Muestra Tobon La Montaña Pampacaya CEDA	Absorbancia 0.14407 0.18289 0.20894 0.18787	% de Ácido Carmínico 10.36 13.16 15.03 13.52	
Costo por muestra: Q 50.00				
Fecha:	Analista(s) PN	Ref. Registro Análisis:	Costo total facturado: Q 200.00	
Firma: 		Recibido:	Fecha:	





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



RECIBO 101-C-CCC
No.151667

DEPENDENCIA: FACULTAD DE FARMACIA

RECIBI DE: SENACYT

FECHA: 12-9-06

CARNÉ O REGISTRO DE PERSONAL: NIT 841585-4

CONCEPTO	VALOR
ESPECTROMETRIA UV-VIS DEL COLORANTE MUESTRA DE COCHINIL	Q.200.00
TOTAL EN LETRAS: --DOSCIENTOS QUETZALES--	
TOTAL	Q.200.00



FORMULARIO ESTANDARIZADO, S.A. IN. CALLE 35-39, ZONA 11. P.N.C. 2122-8000. FAX: 2439-4018

AUTORIZADO SEGUN RESOLUCION DE LA CONTRALORIA GENERAL DE CUENTAS No. 844/067 CLAS. 04735-60000-S-10-2003 DEL 19-02-2004 AMP. Bw./02579 CLAS.: 07435-60000-S-10-2003 DEL 14-06-2004. E. FISCAL 4-A1-CCC 3151 DE FECHA 14-07-2009 CORRELATIVO 01-2005 DE FECHA 12-07-2005 No. DE CUENTA: U1-1 LIBRO 01 FOLIO 50.

UNI 1512327 - 10000 - 072005 - DEL No. 100.001 AL No. 200.000 SIN SERIE

ORIGINAL ENTERANTE

(f) *[Signature]* (sello)
RECEPTOR



**CAPITULO III
SERVICIOS REALIZADOS**

3.1 PRESENTACION

El objetivo de la realización de un plan de servicios es contribuir en forma sistemática y coherente, a resolver el o los problemas prioritarios relacionados con la profesión, encontrados en la comunidad o institución donde se este desarrollando en el ejercicio del EPSA. Para tal fin debe hacerse uso de los conocimientos, destrezas y habilidades adquiridas durante nuestra formación en la Facultad de Agronomía, sin perder de vista la aplicación del proceso de investigación científica, Que genere nuevos conocimientos útiles no solo para completar nuestra formación profesional sino principalmente para contribuir con el desarrollo de nuestro país.

El instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales y la Comisión de Desarrollo Rural de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, están accionando en la zona piloto de desarrollo rural en el departamento de Jalapa mediante la generación y ejecución de proyectos de investigación en los que participan profesionales catedráticos y estudiantes Ejercicio Profesional Supervisado.

Asimismo se trabajaron servicios tales como la generación de proyectos de investigación para ser sometidos a los fondos competitivos de investigación científica y tecnológica (FODECYT), enfocados en las comunidades que se encuentran en el área piloto. De esta manera se pretende contribuir al desarrollo rural y científico del país, igualmente llevar a cabo la vinculación del estudiante en forma crítica y propositiva a los sectores e instituciones que avalan estos accionares.

Dentro de estas propuestas se encuentran: el “Desarrollo de huertos familiares bajo riego con agua de lluvia almacenada en diez localidades del departamento de Jalapa”, con el que se proyecta contribuir con la seguridad alimentaria en diez localidades del departamento de Jalapa, aprovechando el agua de lluvia almacenada, mediante un sistema de riego de baja presión y de alta eficiencia de uso de agua almacenada durante la época seca. La otra propuesta, “Selección de variedades de higuierillo (*Ricinus communis* L.), presentes en Guatemala para ser utilizadas en la producción de aceite” tiene como objetivo generar información básica para el

aprovechamiento de *R. communis* como alternativa para la diversificación de la producción agrícola en la zona de estudio.

La formulación de dichas propuestas de investigación es de mucho beneficio para las comunidades rurales, del mismo modo para fortalecer la formación profesional de los futuros profesionales de las ciencias agrícolas, mediante el trabajo sistemático supervisado en el que se integra y aplican los conocimientos adquiridos durante la carrera.

3.2 REALIZACION DE PROPUESTA DE INVESTIGACION PARA EL FONDO COMPETITIVO FODECYT: “DESARROLLO DE HUERTOS FAMILIARES BAJO RIEGO CON AGUA DE LLUVIA ALMACENADA EN DIEZ LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE JALAPA”

3.2.1 OBJETIVOS

A. GENERAL

- Contribuir con la seguridad alimentaria en diez localidades del departamento de Jalapa, aprovechando el agua de lluvia almacenada, mediante un sistema de riego de baja presión y de alta eficiencia de uso de agua almacenada durante la época seca.

B. ESPECIFICOS

- Obtener la aprobación de los fondos para la ejecución del mismo para poder almacenar agua de lluvia para riego que contribuya a la producción de alimentos de alto valor nutritivo.
- Validar la tecnología de riego por goteo de baja presión en la producción de hortalizas.
- Manejar eficientemente el agua de riego en la producción de hortalizas varias en la zona de estudio para producir alimentos de alto valor nutricional para consumo de la población.
- Generar información climática de la región con fines de manejo de riego en la región.

- Determinar el efecto del mulch o cobertura del suelo sobre la producción de hortalizas y establecer parcelas demostrativas de huertos familiares bajo riego con cosecha de lluvia en la región de estudio.
-

3.2.2 METODOLOGIA

- a. Visita al área de estudio por para conocer la problemática en el uso del agua.
- b. Identificar y establecer comunicación con instituciones de apoyo para la realización del proyecto.
- c. Realización de taller para conocer las propuestas y análisis de los componentes por parte de las instituciones en el planteamiento del mismo.
- d. Redacción del proyecto para ser evaluado en el fondo competitivo FODECYT.

3.2.3 RESULTADOS

En la visita al área de estudio se determinó el planteamiento de una propuesta de investigación que engloba la utilización del agua de lluvia mediante la utilización de riego por goteo para la producción de alimentos de alto valor nutritivo con fines de seguridad alimentaria.

Las instituciones identificadas para el posible apoyo en la realización del proyecto fueron Plan Internacional y FAO-PESA, contándose únicamente con el apoyo de la última mencionada y de los profesionales Ing. Agr. David Haroldo Juárez Quim como investigador principal y el Ing. Agr. Luís Felipe León como investigador asociado.

Mediante la realización del taller de lluvia de ideas se establece la utilización de cultivos que tengan alto contenido de proteínas, aminoácidos, minerales y vitaminas, que se adapten a las características de la zona, entre los que se encuentran el bleado (*Amaranthus spp*), chile pimiento (*Capsicum annum L.*) y macuy (*Solanum spp.*).

La propuesta comprende la captación del agua de lluvia interceptada por los techos de casas u otras superficies. El capturar el agua mediante los techos, antes de que llegue al suelo permite lograr altos niveles de calidad de agua (UNEP, 1983). El

agua captada se conduce a un aljibe este consiste en hacer un agujero en el suelo que estará recubierto con plástico en sus paredes interiores para evitar la infiltración, con una capacidad de almacenamiento de 7000 litros. Esta se utilizará mediante un sistema de riego por goteo de baja presión que representa una alternativa de manejo para este tipo de agricultores, por la ventaja de trabajar con presión mínima de 1 mca.

3.2.4 EVALUACION

Actualmente se encuentra en la segunda fase de evaluación por el FOCECYT. Al ser ejecutado y finalizado el presente proyecto se espera contar con procedimientos de captación de agua de lluvia, eficiente utilización del sistema de riego de baja presión, manejo del agua de riego y obtención de alimentos para que las familias tengan una fuente de abastecimiento en la zona de influencia de los materiales vegetales utilizados. Así mismo, se espera contar con información para que mas familias adopten esta tecnología para la producción de productos de consumo, para su seguridad y diversidad alimentaria, así como definir la aceptación de dichos productos por parte de los pobladores de la zona.

3.3 REALIZACION DE PROPUESTA DE INVESTIGACION PARA EL FONDO COMPETITIVO FODECYT: “SELECCIÓN DE VARIEDADES DE HIGUERILLO (*Ricinus communis* L.) PRESENTES EN GUATEMALA PARA SER UTILIZADAS EN LA PRODUCCIÓN DE ACEITE.”

3.3.1 OBJETIVOS

A. GENERAL

- Desarrollar una propuesta de investigación que permita generar información básica para el aprovechamiento de *R. communis* como alternativa para la diversificación de la producción agrícola.

B. ESPECÍFICOS

- Realizar en el ámbito nacional una exploración para conocer la distribución de variedades de *R. communis* adaptadas a las condiciones ambientales de nuestro país y determinar cuales son las características biofísicas de los sitios donde se encuentra con mayor frecuencia higuerrillo.
- Colectar semillas de cada una de las variedades identificadas en las diferentes regiones del país y evaluar agronómicamente las variedades colectadas.
- Seleccionar variedades de *R. communis* adaptadas a las condiciones ambientales de Guatemala, que manifiesten alto rendimiento en la producción de aceite y seleccionar variedades, que manifiesten alto rendimiento en la producción de aceite

3.3.2 METODOLOGIA

- a. Identificación de los potenciales del higuerillo, presencia y adaptación a diversas condiciones agros climáticas de nuestro país.
- b. Establecer entendimiento con instituciones de apoyo para la realización del proyecto.
- c. Realización de taller para conocer las propuestas y análisis de los componentes para el planteamiento del mismo.
- d. Revisión bibliográfica para redacción de la propuesta de investigación.
- e. Redacción del proyecto para ser evaluado en el fondo competitivo FODECYT.

3.3.3 RESULTADOS

El higuerillo (*Ricinus communis*), es una planta anual o perenne originaria de África, que se encuentra presente en Guatemala adaptada a una amplia gama de condiciones ambientales, puesto que se encuentra desde 0 - 2000 msnm. Es muy resistente a plagas y enfermedades, compite con malezas (algunas veces es considerada como tal), considerada como arvense y ruderal, produce a pesar de limitantes en cuanto a fertilidad y agua se refiere y aunque es una planta exótica se adaptó muy bien a las condiciones ambientales locales.

Las instituciones comprometidas con el proyecto y que avalan el mismo son: Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC) y Asociación para el Desarrollo Integral Sostenible (ASODIS), además de los profesionales Ing. Agr. Luís Felipe León como investigador principal por parte de FAUSAC y el Ing. Agr. Fernando Antonio Conde De León por ASODIS como investigador asociado.

Para la redacción de la propuesta se acordó llevar a cabo el proyecto en dos fases las cuales comprenden:

FASE I: Esta comprende la exploración para conocer la distribución de variedades de *R. communis* adaptadas a las condiciones ambientales de nuestro país,

la determinación de las características biofísicas que favorecen su establecimiento y desarrollo, así como la colecta de semillas de cada una de las variedades encontradas.

FASE II: En esta se realizará la evaluación agronómica de las variedades encontradas durante la exploración, así como la selección de las variedades más rendidoras en cuanto al contenido de aceite y su conservación.

3.3.4 EVALUACION

Esta propuesta está siendo evaluada por el FODECYT y al ser aprobada y ejecutada se espera contar con variedades de *R. communis*, altamente eficientes en la producción de aceite para su posterior utilización en sistemas de producción, información de un adecuado manejo agronómico que responda a las condiciones ambientales y tecnológicas del país.

Esta información servirá de base para la utilización de esta especie en algunas regiones del país donde la explotación de esta planta con fines de industrialización, podría ser una alternativa económicamente atractiva y viable, pues se tendrá la información básica además de contar con material de propagación adecuado.

3.4 ESTUDIO DE LA CUENCA DE SAN PEDRO PINULA POR ESTUDIANTES DEL MÓDULO DE MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS.

3.4.1 OBJETIVOS

A. GENERAL

- Apoyar a los estudiantes del Modulo de Cuencas Hidrológicas en el estudio de de la Cuenca del municipio de San Pedro Pinula, Jalapa.

B. ESPECIFICOS

- Proporcionar la organización necesaria, para contar con la mejor participación en las comunidades de estudio dentro de la cuenca.
- Contribuir con los estudiantes del modulo en la elaboración del diagnostico de la Sub cuenca del Río San Pedro, ubicada dentro del Municipio de San Pedro Pinula, Departamento de Jalapa.

3.4.2 METODOLOGÍA

- a) Relacionar a los líderes comunitarios con los estudiantes para lograr el apoyo de los mismos en la actividad de estudio.
- b) Disponer las fechas de visitas a las comunidades, para contar presencia de los líderes y la mejor participación comunitaria.
- c) Dar a conocer a los estudiantes ante las comunidades y manifestar brevemente el propósito de estudio y informar de sus respectivas visitas a las mismas.

- d) Efectuar recorridos por diversas zonas de la cuenca para toma de datos correspondientes y apoyar a los estudiantes en la realización de dicha actividad.

3.4.3 RESULTADOS

Se realizó el estudio de la cuenca de San Pedro Pinula, para determinar un correcto aprovechamiento de los recursos que se encuentran disponibles en el área, además de identificar las entradas y salidas del recurso agua que esta disponible en la misma.

La ejecución del estudio de la cuenca del Municipio de San Pedro Pinula, permitió establecer las siguientes características: tipo de vegetación existente, calidad de agua, cobertura forestal en la cuenca, principales corrientes de la cuenca, uso potencial de la tierra, uso actual del suelo, capacidad de uso de la tierra, recursos naturales, principales especies animales, zona de vida, hidrografía, capacidad de infiltración, tipo de suelos, entre otras.

Características que unidas permitieron la realización de propuestas de manejo en la cuenca, presentando diferentes proyectos de sistemas de producción, adjuntamente una propuesta de manejo forestal de la cuenca, para lograr mejorar su cobertura y controlar su detrimento.

La vegetación natural consiste de pastos nativos y de matorrales xerofíticos, la mayor parte de los cuales son leguminosas con espinas y especies de cactus. Entre otras características el límite máximo permisible de temperatura ($< 34^{\circ}\text{C}$) de COGUANOR se puede mencionar que las aguas de la sub cuenca del río San Pedro están por debajo del límite y son aptas para consumo humano.

La cobertura de la sub cuenca del Río San Pedro esta dispuesta principalmente con 33% de su área de cultivos agrícolas en su mayoría maíz y en pequeñas cantidades de frijol, tomate, jocote, mango, café entre otros. También podemos encontrar un área significativa de pastizales y aproximadamente el 20% del área de la

cuenca esta cubierta por bosque donde predominan especies como *Pinus oocarpa*, *Cupressus lusitanica* y *Quercus spp.*

Entre las plantas herbáceas que se pueden encontrar en el área están zacatón (*Panicum maximun*), Escobillo (*Sida acuta*), Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), napier (*Pennisetum purpureum*), estrella (*Cynodon neufiensis*), Chipile (*Crotalaria longirostrata*), Oreja de Burro (*Sansevieria guianeensis*), Chicaste (*Urera spp.*), Cola de zorro (*Setaria geniculata*), Salvia (*Siparuna nicaraguensis*), Flor de muerto (*Calendula officinales*), Loroco (*Fernaldia pandurata*), Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), Chiltepe (*Capsicum frutescens*) y Piñuela (*Bromelia pinguin*).

3.4.4 EVALUACIÓN

Los resultados alcanzados por los estudiantes del Modulo de Cuencas Hidrográficas, consistieron en analizar los diferentes componentes que poseen el sistema en estudio, asimismo la realización de un plan de manejo adecuado.

Este plan de manejo debe contar con la participación de las comunidades, entidades gubernamentales y no gubernamentales, que permitan de alguna forma ponerlo en práctica, y buscar en conjunto una solución que beneficie a las comunidades y a muchas personas que necesitan de dichos recursos para su subsistencia. Es por ello necesaria la participación de todos para que las futuras generaciones cuenten con lo recursos necesarios para una vida saludable y amigables con el ambiente y su entorno.

3.5 TALLER DE INVESTIGACION “ANÁLISIS DE LAS LÍNEAS Y TEMAS PRIORITARIOS DE INVESTIGACIÓN A EJECUTAR EN LA ZONA DE JALAPA”.

3.5.1 OBJETIVOS

A. GENERAL

- Analizar las líneas y temas prioritarios de investigación a ejecutar en la zona piloto de desarrollo rural de Jalapa.

B. ESPECIFICOS

- Contar con la participación de profesionales catedráticos de la FAUSAC, estudiantes e Instituciones Vinculadas de la zona.
- Dar a conocer los proyectos en ejecución y las propuestas generadas que actualmente se encuentran en evolución para dicha zona.
- Definir líneas y temas de investigación para ser presentados en la VI Convocatoria FOCECYT con la participación de profesionales, estudiantes e instituciones vinculadas.

3.5.2 METODOLOGÍA

- a) Dar a conocer a los profesionales catedráticos anuentes a participar e invitarlos al taller de investigación a desarrollarse en la sede de la zona piloto ubicada en el municipio de San Pedro Pinula, Jalapa.
- b) Presentación de los partícipes del taller; profesionales, estudiantes e instituciones vinculadas en la zona.

- c) Exposición del Diagnostico de la zona para aterrizar en propuestas de investigación.
- d) Exposición de los proyectos en ejecución y las propuestas generadas que actualmente se encuentran en evaluación para dicha zona.
- e) Definición de líneas y temas prioritarios de investigación para elaboración de propuestas de investigación para ser sometidas a los fondos competitivos.

3.5.3 RESULTADOS

Se realizó el taller de investigación denominado “Análisis de las líneas y temas prioritarios de investigación a ejecutar en la zona de Jalapa” en las instalaciones de la sede de la zona piloto de desarrollo rural ubicada en el municipio de San Pedro Pinula, Jalapa.

Asistieron al evento los profesionales docentes de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala que se mencionan a continuación:

Dr. David Monterroso Salvatierra

Ing. Agr. David Juárez

Ing. Agr. Marino Barrientos

Ing. Agr. Álvaro Hernandez

Ing. Agr. Pedro Armira

Ing. Agr. Baltasar Arévalo

Ing. Agr. Luís Felipe León

Asimismo hicieron presencia los estudiantes del EPSA siguientes:

Br. Marlon Orellana

Br. Hugo Solares

Br. Mario Agreda
Br. Wilson Raxón
Br. Estuardo Galicia
Br. Mynor Colindres
Br. Miguel Chiguichón

La presentación del diagnóstico de la zona el cual dio como resultado el planteamiento de temas prioritarios de investigación para determinar y hacer un correcto aprovechamiento de los recursos que se encuentran disponibles en el área, además de identificar otras alternativas disponibles en la misma.

Entre los temas prioritarios definidos están: Uso actual del suelo y capacidad de uso; tipo de vegetación existente; Principales afluentes de agua; otras alternativas según las zonas de vida; recursos naturales suelo, agua y bosque; producción y mercadeo de Jocote; ordenamiento de huertos; entre otros.

La ejecución del taller permitió establecer la anuente disposición por parte de los docentes en participar en la elaboración de proyectos de investigación enfocados a la zona en mención, igualmente el asesoramiento a estudiantes del EPSA establecido en el área.

Además diversas opiniones que unidas permitieron la realización de propuestas de manejo en la zona, presentando diferentes proyectos de sistemas de producción, adjuntamente una propuestas que pudiesen implementarse para el buen manejo forestal de la misma, para lograr mejorar su cobertura y controlar su detrimento.

3.5.4 EVALUACIÓN

Los resultados alcanzados por el taller de investigación fueron muy positivos, ya que se analizaron los diferentes componentes que poseen el área en estudio donde se pretende contribuir con el desarrollo rural, asimismo la realización de un plan de estratégico adecuado.

Este accionar debe contar principalmente con la participación de estudiantes del EPSA, las comunidades, entidades gubernamentales y no gubernamentales, que permitan de alguna forma orientar y buscar en conjunto una solución que beneficie a las comunidades. Es por ello necesaria la participación de todos para que las futuras generaciones cuenten con los recursos necesarios para una vida saludable y amigable con el ambiente y su entorno.

3.5.5 ANEXO




Taller de investigación

Atentamente se le invita a participar en el taller de investigación "Análisis de las líneas y temas prioritarios de investigación a ejecutar en la zona de Jalapa", asimismo presentación de organizaciones e instituciones vinculadas.

Lugar: Sede Zona Piloto de Desarrollo Rural San Pedro Pinula, Jalapa.

Fecha: Sábado 25 de marzo de 2006.

Hora: 9:00 - 11:00 Hrs.

Persona de contacto: Ing. Agr. Luis Felipe León
Br. Hugo Noel Solares P.

Teléfono: 24769794
Móviles: 57841636, 59892397
Fax: 24769794

Coordinación de proyectos de investigación desarrollados en San Pedro Pinula

Fuente: El autor, 18 de marzo de 2006.

Figura 25B. Invitación a taller de investigación.