

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ

AGRONOMIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem. It features a central shield with a blue sky, a yellow sun, a yellow castle, a yellow lion, and a figure on a horse. The shield is surrounded by a grey border containing the Latin text "CETERAS SCIBIS CONSPICUA CAROLINA ACCADEMIA COACTEMALTESSIS INTER".

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD E IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA MICROCUENCA RÍO SAN MIGUEL DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL CHICAJ. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN), DEL MUNICIPIO DE SALAMÁ, BAJA VERAPAZ. GUATEMALA C.A.

LESLY BEATRIZ CANAHÚ REYES

GUATEMALA, MARZO 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ
CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN; EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD E
IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO
CLIMÁTICO EN LA MICROCUENCA RÍO SAN MIGUEL DEL MUNICIPIO
DE SAN MIGUEL CHICAJ. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS
EN EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN),
DEL MUNICIPIO DE SALAMÁ, BAJA VERAPAZ. GUATEMALA C.A**

**PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO
UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ DE LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

POR

LESLY BEATRIZ CANAHÚI REYES

**COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR EL TITULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, MARZO 2021

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR MAGNÍFICO

Ing. MSc. Murphy Olympos Paiz Recinos

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE:

Lic. Julio Amílcar Ismalej Argueta

SECRETARIO Y REPRESENTANTE
DOCENTE:

Dr. Miguel Ángel Chacón Veliz

REPRESENTANTE PROFESIONAL:

Arq. Héctor Santiago Castro Monterroso

M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES:

Sr. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente

Sr. Erwin Esteban Molina Díaz

COORDINADOR ACADÉMICO

Ing. Elmer Ronaldo Juárez Chavarría

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Agr. Fredy Haroldo Milián

REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ing. Agr. MSc. Rudy Osberto Cabrera Cruz

ASESOR

Ing. Agr. MSc. Orlando Flores López

Guatemala, marzo de 2021

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Carrera de Agronomía
Centro Universitario de Baja Verapaz
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 titulado: **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD E IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA MICROCUENCA RÍO SAN MIGUEL DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL CHICAJ, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN), DEL MUNICIPIO DE SALAMÁ, BAJA VERAPAZ. GUATEMALA C.A.** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

LESLY BEATRIZ CANAHUÍ REYES

ACTO QUE DEDICO

A:

- | | |
|---------------------|--|
| DIOS | Por darme la fuerza, sabiduría y oportunidad de continuar en este proceso de formación académica y no abandonarme en los momentos difíciles y poder completar mis metas. |
| MI MADRE | Alicia Reyes Rojas, por ser la piedra angular de mí vida, por su infinito amor y ejemplo de lucha y sacrificio, siempre será mi inspiración. Este también es su logro. |
| MIS HERMANAS | Jessica y Susan por todos estos años que hemos compartido juntas, gracias por brindarme su apoyo incondicional. |
| MI HIJO | Theo Sebastian, eres mi más grande tesoro, iluminas mi vida y me alientas a seguir adelante. |

AGRADECIMIENTOS

A:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ –CUNBAV–. Por permitirme formar parte de esta gran casa de estudios, y darme la oportunidad de superarme académicamente a través de los conocimientos adquiridos.

Ing. Agr. MSc. Orlando Flores López por motivarme a seguir adelante e instarme a no rendirme ante las adversidades. Gracias por los consejos brindados en el tiempo para completar mi formación académica, sin duda un gran asesor y amigo.

Ing. Agr. MSc. Rudy Osberto Cabrera Cruz por la paciencia, el apoyo y el tiempo dedicado para completar mi trabajo de graduación.

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Reyes Valdez por el apoyo en el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-.

Mis amigos por ser una parte muy importante en el desarrollo de mi carrera y sin su apoyo en todo momento, no lo hubiera logrado.

INDICE GENERAL

TÍTULO	PÁGINA
RESUMEN	XIV
CAPITULO I: DIAGNÓSTICO RURAL PARTICIPATIVO EN LA ALDEA SAN RAFAEL,	1
1.1. INTRODUCCIÓN	3
1.2. OBJETIVOS	4
1.2.1. General.....	4
1.2.2. Específicos	4
1.3. MARCO REFERENCIAL	4
1.3.1. Ubicación y Localización	4
1.3.2. Características biofísicas	6
1.4. METODOLOGÍA	8
1.4.1. Fase de gabinete inicial	8
1.4.2. Fase de campo	8
1.4.3. Fase de gabinete final	11
1.5. RESULTADOS	11
1.5.1. Uso actual y capacidad de uso de la tierra	11
1.5.2. Calidad y uso del agua	13
1.5.3. Deforestación.....	14
1.5.4. Contaminación.....	15
1.5.5. Conservación.....	15
1.5.6. Aspectos demográficos	16
1.5.7. Organización comunitaria	17
1.5.8. Presencia y actividad institucional	17
1.5.9. Tenencia de la tierra en agricultura.	17
1.5.10. Pobreza	18
1.5.11. Seguridad alimentaria.....	18
1.5.12. Principales cultivos y actividades productivas	19
1.5.13. Descripción y priorización de problemas	22
1.5.14. Análisis FODA	24

1.5.15. Modelo de Soluciones	25
1.6. CONCLUSIONES	28
1.7. RECOMENDACIONES	29
1.8. BIBLIOGRAFÍA	30
1.9. ANEXOS	32
CAPITULO II: EVALUCACIÓN DE LA VULNERABILIDAD E IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMATICO EN LA MICROCUENCA SAN MIGUEL, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA.....	
2.1. PRESENTACIÓN.....	41
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	42
2.3. JUSTIFICACIÓN.....	43
2.4. MARCO CONCEPTUAL	44
2.4.1. Definición de microcuenca	44
2.4.2. Organización de la microcuenca	44
2.4.3. Aspectos de la microcuenca.....	45
2.4.4. Definición de línea base	45
2.4.5. Importancia de la línea base	45
2.4.6. Indicadores.....	46
2.4.7. Características de los indicadores.....	46
2.4.8. Definición de vulnerabilidad al cambio climático	47
2.4.9. Importancia del análisis de vulnerabilidad al cambio climático	47
2.4.10. Componentes de la vulnerabilidad	47
2.4.11. Perfil de la vulnerabilidad	49
2.4.12. Cadena de impacto	49
2.5. MARCO REFERENCIAL.....	50
2.5.1. Ubicación y Localización	50
2.5.2. Geología.....	52
2.5.3. Fisiografía.....	53
2.5.4. Suelos	53
2.5.5. Zonas de vida y Clima.....	54
2.6. OBJETIVOS.....	56

2.6.1.	Objetivo general.....	56
2.6.2.	Objetivos específicos.....	56
2.7.	HIPÓTESIS	57
2.8.	METODOLOGÍA	57
2.8.1.	Línea base de la microcuenca San Miguel	57
2.8.2.	Perfil de la vulnerabilidad.....	63
2.8.3.	Análisis de la vulnerabilidad	65
2.8.4.	Medidas de adaptación al cambio climático	73
2.9.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	75
2.9.1.	Línea base	75
2.9.2.	Perfil de la vulnerabilidad.....	101
2.9.3.	Análisis de la vulnerabilidad	127
2.10.	CONCLUSIONES	142
2.11.	RECOMENDACIONES	143
2.12.	BIBLIOGRAFÍA	144
2.13.	ANEXOS	147
CAPITULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN LA ADLEA SAN RAFAEL, SAN MIGUEL CHICAJ, Y EN EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, SALAMÁ, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.....		
3.1.	PRESENTACIÓN	168
3.2.	SERVICIO 1: ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS FAMILIARES CON PLANTAS NATIVAS E INTRODUCIDAS	169
3.2.1.	Problemática.....	169
3.2.2.	Objetivo	169
3.2.3.	Metodología.....	169
3.2.4.	Resultados.....	170
3.2.5.	Constancias	170
3.3.	SERVICIO 2: USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS	171
3.3.1.	Problemática.....	171
3.3.2.	Objetivos.....	171
3.3.3.	Metodología.....	172

3.3.4. Resultados	172
3.3.5. Constancias.....	173
3.4. SERVICIO 3: USO DE SEMILLEROS EN LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN LA ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA ALDEA SAN RAFAEL	173
3.4.1. Problemática	173
3.4.2. Objetivos	174
3.4.3. Metodología.....	174
3.4.4. Resultados	174
3.4.5. Constancias.....	175
3.5. SERVICIO 4: DIAGNOSTICO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ	175
3.5.1. Problemática	175
3.5.2. Objetivos	176
3.5.3. Metodología.....	176
3.5.4. Resultados	177
3.5.5. ANEXOS	212

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
CAPITULO I	
Figura 1. Mapa de ubicación de la aldea San Rafael.....	5
Figura 2. Mapa de capacidad de uso de la tierra, aldea San Rafael, San Miguel Chicaj...	13
Figura 3. Mapa de actores en la aldea San Rafael	17
Figura 4. Actividades a realizar para resolver la problemática ambiental	26
Figura 5. Actividades a realizar para resolver la problemática agrícola	27
Figura 6A. Resultados de examen bacteriológico del agua en aldea San Rafael.....	36
Figura 7A. Reunión con el comité de ahorro.....	37
Figura 8A. Vegetación en la aldea San Rafael	37
Figura 9A. Mapa actual y futuro	38
Figura 10A. Calendario agrícola y priorización de problemas	38

CAPITULO II

Figura 11. Modelo de organización de la microcuenca	44
Figura 12. Componentes de la vulnerabilidad	48
Figura 13. Mapa de ubicación de la microcuenca San Miguel	51
Figura 14. Mapa de actores en la microcuenca San Miguel.....	66
Figura 15. Cadena de impacto para el análisis de la vulnerabilidad.....	68
Figura 16. Condiciones del terreno donde ubican las viviendas en la microcuenca San Miguel.....	76
Figura 17. Material del que está hecha la vivienda	76
Figura 18. Grupos etarios.....	78
Figura 19. Idiomas que se hablan en la microcuenca	78
Figura 20. Principales fuentes de ingreso	79
Figura 21. Alfabetismo en la microcuenca	81
Figura 22. Nivel de escolaridad en la microcuenca	82
Figura 23. Obtención de agua para consumo	82
Figura 24. Suministro de energía eléctrica.....	83
Figura 25. Ubicación de la cocina	85
Figura 26. Tipos de estufa para la cocción de alimentos	86
Figura 27. Tipos de alimentos que consumen durante el mes	87
Figura 28. Tenencia de la tierra en agricultura	87
Figura 29. Principales cultivos en la microcuenca.....	88
Figura 30. Condiciones del área de siembra.....	89
Figura 31. Producción animal familiar	90
Figura 32. Vacunación	91
Figura 33. Tratamiento del agua para consumo humano.....	92
Figura 34. Eliminación de excretas	92
Figura 35. Eliminación de desechos sólidos.....	93
Figura 36. Mapa de las principales áreas con incentivos forestales	95
Figura 37. Mapa de ubicación de principales incendios forestales.....	99
Figura 38. Amenazas en la microcuenca	100

Figura 39. Mapa de área del corredor seco en la microcuenca San Miguel	101
Figura 40. Registro de precipitación promedio anual de la estación San Jerónimo y la base de datos de CHIRPS.....	102
Figura 41. Comparación de registros de precipitación entre la estación San Jerónimo y CHIRPS	103
Figura 42. Registro meteorológico para el mes de enero	104
Figura 43. Registro meteorológico para el mes de febrero	104
Figura 44. Registro meteorológico para el mes de marzo	105
Figura 45. Registro meteorológico para el mes de abril.....	105
Figura 46. Registro meteorológico para el mes de mayo.....	106
Figura 47. Registro meteorológico para el mes de junio	106
Figura 48. Registro meteorológico para el mes de julio	107
Figura 49. Registro meteorológico para el mes de agosto.....	107
Figura 50. Registro meteorológico para el mes de septiembre.....	108
Figura 51. Registro meteorológico para el mes de octubre.....	109
Figura 52. Registro meteorológico para el mes de noviembre.....	109
Figura 53. Registro meteorológico para el mes de diciembre	110
Figura 54. Diagrama de precipitación anual (promedio de 5 años).	111
Figura 55. Producción agrícola en la microcuenca San Miguel	112
Figura 56. Alimentos que consumen durante el mes	112
Figura 57. Mapa de uso de la tierra de la microcuenca San Miguel	115
Figura 58. Incendios forestales en San Miguel Chicaj	118
Figura 59A. Mapa de intensidad de uso de la tierra.....	160
Figura 60A. Mapa de capacidad de uso de la tierra.....	161
Figura 61A. Llenado de encuestas en las comunidades.....	162
Figura 62A. Transecto parte alta-media.....	162
Figura 63A. Transecto parte baja.....	162
Figura 64A. Transecto área urbana	162
Figura 65A. Boque parte alta-media	163
Figura 66A. Grupo focal parte alta-media	163
Figura 67A. Grupo focal parte baja	163

Figura 68A. Cosecha de agua de lluvia en la parte baja	163
Figura 69A. Río San Miguel parte baja	163
Figura 70A. Resultados taller parte alta-media, impactos	163
Figura 71A. Medidas de adaptación parte alta-media	164
Figura 72A. Resultados taller parte baja	164
Figura 73A. Líderes comunitarios parte baja.....	164
Figura 74A. Resultados área urbana.....	165
Figura 75A. Medidas de adaptación área urbana.....	165
Figura 76A. Líderes comunitarios área urbana	165
Figura 77A. Ponderación de indicadores equipo MARN/KFW	165
Figura 78A. Presentación y validación de resultados ante el COMUDE, San Miguel Chicaj, B.V.	165

CAPITULO III

Figura 79. Localización huerto comunal.....	170
Figura 80. Germinación de semillas	170
Figura 81. Cosecha de hortalizas.....	171
Figura 82. Establecimiento de huertos familiares.....	171
Figura 83. Elaboración compost en huerto familiar	173
Figura 84. Volteo de abonera en huerto comunal	173
Figura 85. Cosecha de abono compost.....	173
Figura 86. Elaboración de lombricompostera	173
Figura 87. Construcción del semillero	175
Figura 88. Siembra de hortalizas.....	175
Figura 89. Germinación	175
Figura 90. Trasplante	175

Figura 91. Mapa de ubicación de las plantas de tratamiento en el departamento de Baja Verapaz.....	178
Figura 92. Vista de frente PTAR	179
Figura 93. Tubo de salida y fosas sépticas	179
Figura 94. Fosas sépticas	179
Figura 95. Vista frontal Planta de Tratamiento	180
Figura 96. Entrada del drenaje.....	180
Figura 97. Vista general de la PTAR.....	180
Figura 98. Canal de rejillas en mal estado	180
Figura 99. Sedimento.....	180
Figura 100. Tratamiento secundario	181
Figura 101. Patio de lodos	181
Figura 102. Entrada a la PTAR	182
Figura 103. Caseta para controles eléctricos.....	182
Figura 104. Tratamiento primario y secundario.....	182
Figura 105. Vista de la PTAR.....	185
Figura 106. Canal de rejillas (Pretratamiento)	185
Figura 107. Patio de lodos	185
Figura 108. Construcción nuevo canal de rejillas	185
Figura 109. Tanque mejorado en un reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA)	186
Figura 110. Entrada del afluente PTAR	187
Figura 111. Canal de rejillas.....	187
Figura 112. Vertedero de desarenador.....	187
Figura 113. Tanques Imhoff	187
Figura 114. Rebalse en los tanques	187
Figura 115. Lechos de secado de lodos	187
Figura 116. Pozo de absorción	188
Figura 117. Salida del efluente	188
Figura 118. Vista frontal PTAR	189

Figura 119. Reposición del alcantarillado.....	189
Figura 120. PTAR no terminada, foco de contaminación	190
Figura 121. Filtro y sedimentador.....	192
Figura 122. Tanques Imhoff	192
Figura 123. Patio de lodos	192
Figura 124. Sección interna tanque Imhoff.....	192
Figura 125. Salida directa del efluente	193
Figura 126. Desemboque en el río	193
Figura 127. Vista frontal PTAR.....	195
Figura 128. Sedimentador-Clarificador.....	195
Figura 129. Entrada del efluente y canal de rejillas	195
Figura 130. Reactor anaeróbico de flujo ascendente colapsado.....	195
Figura 131. Vista lateral de los tanques	196
Figura 132. Patio de lodos.....	196
Figura 133. Vista del reactor, filtro y sedimentador para el tratamiento primario y secundario.....	197
Figura 134. Filtro anaerobio y sedimentador	197
Figura 135. Canal de rejillas y desarenador	197
Figura 136. Fosas sépticas PTAR.....	198
Figura 137. Última fosa séptica	198
Figura 138. Tubos que conectan las fosas sépticas.....	198
Figura 139. Salida del efluente.....	198
Figura 140. Dirección del efluente hacia el río	198
Figura 141. Estado de los tanques para tratamiento.....	199
Figura 142. Tratamiento primario y secundario	199
Figura 143. Canal de rejillas y desarenador	199
Figura 144. Reactor, filtro y sedimentador	200
Figura 145. Canal de rejillas y desarenador	200
Figura 146. PTAR aldea El Guapinol	201
Figura 147. Cajas de tratamiento	201
Figura 148. Caja de rejillas y desarenador	202

Figura 149. Humedal de lirios acuáticos	202
Figura 150. Fosas sépticas	202
Figura 151. Caja de rejas y fosa séptica	203
Figura 152. Humedal	203
Figura 153. Fosas sépticas	204
Figura 154. Patio de lodos	204
Figura 155. Humedal con ninfas	204
Figura 156. Filtros y salida	204
Figura 157. Fosa séptica.....	205
Figura 158. Canal de rejillas	205
Figura 159. Salida hacia el patio de lodos	205
Figura 160. Humedal	205
Figura 161. Estado actual de la PTAR en Santa Bárbara	206
Figura 162. Caja de demasías	208
Figura 163. Estación sistema de bombeo	208
Figura 164. Caja de rejillas	208
Figura 165. Desarenador	208
Figura 166. Reactores biológicos.....	209
Figura 167. Patio de lodos	209
Figura 168. Humedales	209
Figura 169. Tratamiento secundario	209
Figura 170. Dosificador de cloro	209
Figura 171. Producción de lombricompost.....	209
Figura 172. Cultivos en donde se utiliza el lombricompost	210
Figura 173. Parte frontal de PTAR.....	211
Figura 174. Canal de rejas y patio de lodos.....	211
Figura 175. Vista lateral de la PTAR	211

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
CAPITULO I	
Cuadro 1. Coordenadas geográficas de la aldea San Rafael	5
Cuadro 2. Calidad del agua en la aldea San Rafael.....	14
Cuadro 3. Actividades de los principales cultivos agrícolas	19
Cuadro 4. Calendario estacional percibido por los agricultores.....	21
Cuadro 5. Priorización de problemas	22
Cuadro 6. Análisis FODA	24
Cuadro 7. Propuesta para solucionar la problemática ambiental y agrícola, manifestada por los pobladores de la aldea San Rafael	25
Cuadro 8. Actividades propuestas a realizar en la aldea San Rafael en un período de 5 años	29
Cuadro 9A. Transecto de la aldea San Rafael	34
CAPITULO II	
Cuadro 10. Coordenadas de ubicación de la microcuenca San Miguel	50
Cuadro 11. Geología en la microcuenca San Miguel	52
Cuadro 12. Suelos presentes en la microcuenca San Miguel	53
Cuadro 13. Comunidades que forman parte de la microcuenca San Miguel.....	58
Cuadro 14. Tamaño de la muestra para las comunidades de la microcuenca	59
Cuadro 15. Indicadores de línea base.....	61
Cuadro 16. Batería de indicadores de vulnerabilidad al cambio climático en las microcuencas de Baja Verapaz	66
Cuadro 17. Identificación de impactos potenciales climáticos.....	69
Cuadro 18. Capacidades de adaptación	70
Cuadro 19. Indicadores de vulnerabilidad al cambio climático identificados por GIZ programa ADAPTATE II	71

Cuadro 20. Escala de la vulnerabilidad.....	73
Cuadro 21. Identificación de las medidas de adaptación	74
Cuadro 22. Selección y priorización de las medidas de adaptación	74
Cuadro 23. Escala para la priorización de las medidas de adaptación	74
Cuadro 24. Migración temporal y permanente de integrantes de la familia	80
Cuadro 25. Especies forestales identificadas en la microcuenca San Miguel.....	95
Cuadro 26. Actividades de conservación forestal de los pobladores	97
Cuadro 27. Necesidades de apoyo para el manejo del bosque	98
Cuadro 28. Presencia institucional en la microcuenca.....	100
Cuadro 29. Muestras de agua para análisis bacteriológico 2018.....	120
Cuadro 30. Vulnerabilidades de la microcuenca San Miguel	122
Cuadro 31. Caudales en los nacimientos de agua de la microcuenca San Miguel.....	123
Cuadro 32. Indicadores de la vulnerabilidad al cambio climático en la microcuenca San Miguel	126
Cuadro 33. Impactos potenciales en la parte alta-media de la microcuenca	128
Cuadro 34. Capacidades de adaptación para la parte alta-media de la microcuenca	129
Cuadro 35. Ponderación de indicadores de la parte alta-media de la microcuenca	130
Cuadro 36. Medidas de adaptación al cambio climático en la parte alta-media de la microcuenca.....	131
Cuadro 37. Impactos potenciales en la parte baja de la microcuenca	132
Cuadro 38. Capacidades de adaptación para la parte baja de la microcuenca	133
Cuadro 39. Ponderación de indicadores de la parte baja de la microcuenca	134
Cuadro 40. Medidas de adaptación al cambio climático en la parte baja de la microcuenca	135
Cuadro 41. Impactos potenciales al cambio climático para el área urbana de la microcuenca	137
Cuadro 42. Capacidades de adaptación al cambio climático en el área urbana de la microcuenca.....	138
Cuadro 43. Ponderación de indicadores del área urbana de la microcuenca	139

Cuadro 44. Medidas de adaptación al cambio climático para el área urbana de la microcuenca	140
Cuadro 45. Resultados del análisis de vulnerabilidad al cambio climático para los pobladores de la microcuenca San Miguel	141
Cuadro 46A. Diagnostico por transecto en las comunidades de la microcuenca	154
Cuadro 47A. Registro de precipitaciones en mm de la estación meteorológica de San Jerónimo	156
Cuadro 48A. Registro de días lluvia de la estación meteorológica de San Jerónimo.....	157
Cuadro 49A. Registros de precipitaciones en mm de la base de datos CHIRPS.....	158
Cuadro 50A. Registros de días lluvia de la base de dato CHIRPS	159

CAPITULO III

Cuadro 51. Resultados de análisis de laboratorio, planta de tratamiento sector el Guapinol, San Miguel Chicaj.	183
Cuadro 52. Resultados análisis de agua Planta de tratamiento Sajcap, Rabinal	190
Cuadro 53A. Coordinadas de ubicación y estado de las Plantas de Tratamiento de aguas residuales existentes en Baja Verapaz	212

RESUMEN

El ejercicio profesional supervisado -EPS- se realizó en el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- ubicado en el municipio de Salamá del departamento de Baja Verapaz -B.V.-, el diagnóstico, servicios e investigación se desarrollaron en el municipio de San Miguel Chicaj, B.V.

En el desarrollo del diagnóstico, realizado en la aldea San Rafael, figura un nivel socioeconómico bajo de las familias que realizan agricultura; con prácticas agrícolas insostenibles, lo cual aumenta la vulnerabilidad a los efectos extremos del clima y la inseguridad alimentaria en la aldea. Una de las amenazas reflejada en el análisis FODA es el bajo nivel de organización de la aldea, lo que podría provocar a no incluirlas en proyectos que se desarrollen en un futuro en el municipio.

Como parte del EPS se realizaron tres servicios en la aldea San Rafael con el Centro de Aprendizaje para el Desarrollo Rural -CADER-, Grupo de Ahorro Comunitario y alumnos de 5to y 6to primaria, los cuales fueron: 1) establecimiento de huertos familiares con plantas nativas e introducidas; 2) uso de abonos orgánicos para la producción de hortalizas y 3) elaboración de semilleros en la escuela primaria con niños de 5to y 6to. Para completar los servicios se realizó un diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el departamento de Baja Verapaz para la delegación del MARN.

La investigación consistió en determinar la vulnerabilidad e identificar las medidas de adaptación al cambio climático en la microcuenca San Miguel, se realizó en 9 comunidades del área rural y el área urbana del municipio de San Miguel Chicaj. El estudio se desarrolló con base a la metodología proporcionada por la cooperación alemana GIZ; el cual consistió en tres apartados, los cuales son: 1) descripción de la línea base en relación a la dimensión socioeconómica, productiva, ambiental e institucional de las comunidades, 2) la elaboración del perfil de la vulnerabilidad, siendo esta, la integración de la línea base con los componentes de la vulnerabilidad (exposición, sensibilidad, impacto potencial y capacidad de adaptación) y 3) el análisis de vulnerabilidad derivado de talleres participativos con los actores claves de la microcuenca, con el fin de obtener indicadores para la cuantificación de la vulnerabilidad.



**CAPITULO I: DIAGNÓSTICO RURAL PARTICIPATIVO EN LA ALDEA SAN RAFAEL,
SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ.**

1.1. INTRODUCCIÓN

El diagnóstico se centró en conocer los problemas agrícolas y ambientales que viven los pobladores de la aldea San Rafael con el fin de proponer soluciones y definir acciones a tomar en el futuro que conlleven a un adecuado desarrollo rural integral, siendo la aldea punto de convergencia en el área sur del municipio de San Miguel Chicaj, departamento de Baja Verapaz.

La metodología consistió en la revisión y recopilación de información secundaria, y las fuentes de datos primarios para complementar la información. Las herramientas utilizadas en la recopilación de datos fueron: observación participante, entrevista semiestructurada a través de una encuesta previamente elaborada; elaboración del mapa de la comunidad, calendario agrícola, estacional y la priorización de problemas con el grupo focal, y la matriz de transecto.

La información obtenida a través de la consolidación del diagnóstico rural participativo describe la situación de los recursos naturales (suelo, agua y bosque) y la interacción de los pobladores de la aldea sobre estos; así como el nivel socioeconómico, aspectos demográficos, organización comunitaria y los problemas percibidos por los pobladores. A raíz de esto se analizó la información con la herramienta del FODA para definir las características positivas y negativas de la comunidad en general.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. General

Distinguir los problemas y necesidades socioeconómicas, culturales, agrícolas y ambientales, para proponer soluciones y definir acciones a tomar en el futuro que conlleven a un adecuado desarrollo rural integral de la aldea San Rafael, del municipio de San Miguel Chicaj, Baja Verapaz.

1.2.2. Específicos

- Identificar el nivel socioeconómico en relación a ingreso, educación y ocupación en que se encuentra la población de la aldea San Rafael.
- Conocer las prácticas agrícolas de los pobladores de la aldea San Rafael.
- Determinar los problemas y necesidades agrícolas de la población de la aldea San Rafael.
- Establecer un modelo de soluciones enfocado a resolver la problemática de la aldea San Rafael.

1.3. MARCO REFERENCIAL

1.3.1. Ubicación y Localización

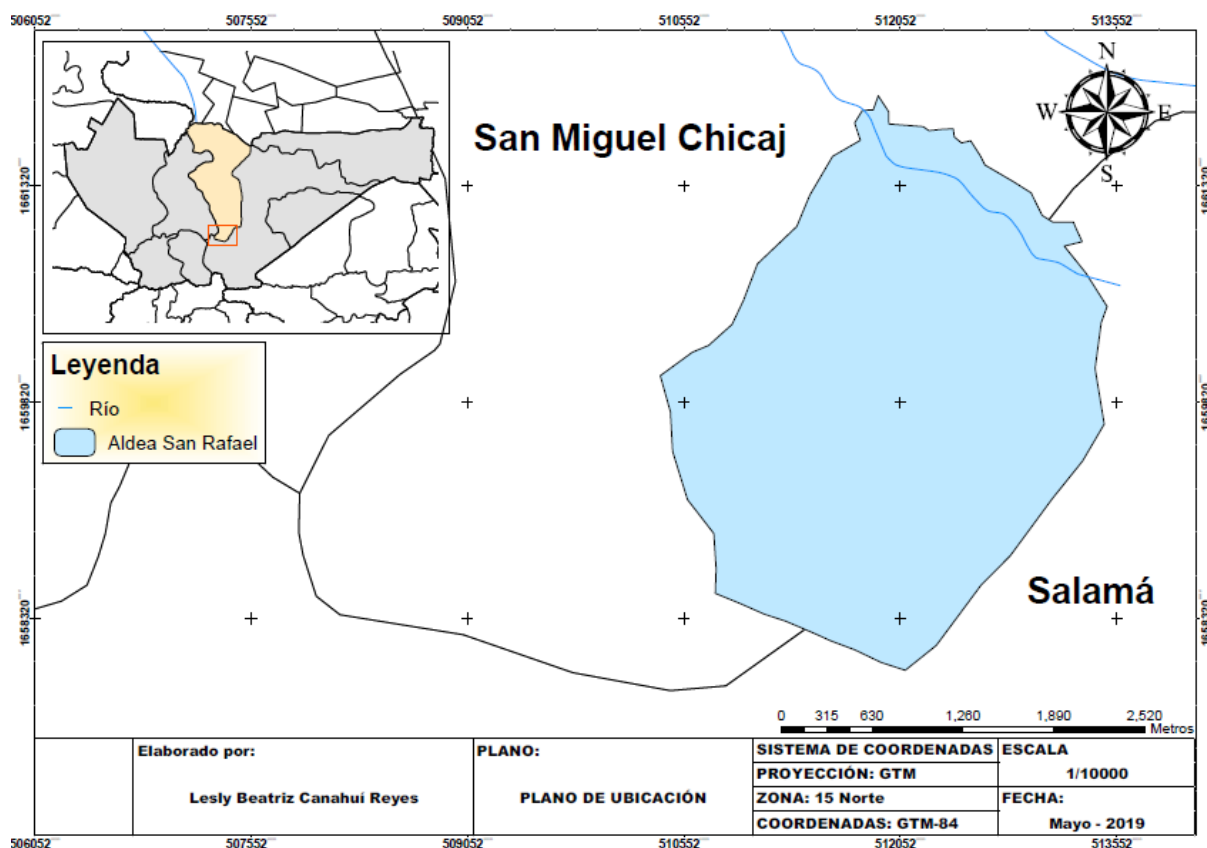
La aldea San Rafael se localiza en el área sur del municipio de San Miguel Chicaj, a una distancia de 18 km del casco urbano, la carretera de acceso es de terracería y en algunos tramos existen carrileras de concreto realizadas como mejoramiento del camino rural ejecutado por la municipalidad.

Las coordenadas de ubicación geográfica para la aldea se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Coordenadas geográficas de la aldea San Rafael

Coordenadas Geográficas GTM	
X	Y
511775	1661639
512261	1661212

La aldea San Rafael limita al Norte con aldea Santa Rita, al Este con caserío Las Vegas, al Sur y al Oeste con áreas montañosas privadas llamadas: El Mescal, El Naranja y el Pital.



Fuente: Municipalidad de San Miguel Chicaj, 2019.

Figura 1. Mapa de ubicación de la aldea San Rafael

1.3.2. Características biofísicas

A. Geología

La formación geológica de la aldea San Rafael presenta rocas sedimentarias del Carbonífero-Pérmico representadas por el grupo Santa Rosa (lutitas, areniscas, conglomerados y filitas), rocas ígneas y metamórficas del periodo cuaternario rellenas y cubiertas gruesas de cenizas, pómez de origen diverso y del periodo paleozoico representadas por rocas metamórficas sin dividir, filitas, esquistos, cloríticos y granatíferos, Cuarzo-mica-feldespatos, mármol y migmatitas. (MAGA y PEDN, 2002).

B. Fisiografía

La aldea San Rafael pertenece a la región fisiográfica Tierras Altas Cristalinas subregión Sierra de Chuacús, gran paisaje: Superficies planas interiores de Chuacús y Sierra de Chuacús. Estas regiones fisiográficas presentan valles profundos con laderas de fuerte pendiente, cortadas por el drenaje de forma subparalelo, que se orientan hacia el norte. (MAGA, 2001), al llegar a la aldea se puede apreciar una combinación entre colinas suaves y escarpadas, debido a la formación de la sierra de Chuacús, con pendientes que van entre 12 a 45%.

C. Suelos

Los tipos de suelos en la aldea San Rafael pertenecen a los órdenes Entisoles e Inceptisoles, clasificación de la *Soil Taxonomy*. (MAGA y PEDN, 2002). La característica principal del orden Entisol es el poco desarrollo que presenta el perfil del suelo, debido a que está expuesto a condiciones constantes de erosión. En lo referente a los suelos Inceptisoles, no presentan evidencia del desarrollo de sus horizontes, pero se consideran más desarrollados que los entisoles. (UPIE-MAGA; MAGA-BID, 2000).

D. Clima y zonas de vida

Según el sistema de clasificación de Holdridge la zona de vida para la aldea San Rafael es el Bosque muy húmedo subtropical (frío) bmh-S (f). (Miranda Gómez, 2012); sin embargo, en la clasificación actualizada del IARNA-URL (2018), la zona de vida para la aldea es el bosque muy húmedo premontano tropical (bh-PMT).¹

Las características climáticas del bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT) son precipitaciones anuales que oscilan entre los 1,000 y 3,125 mm, con un promedio de 1,731 mm anuales, la temperatura mínima y máxima se encuentra entre 18°C y 24°C con un promedio de 21.27°C. Presenta una relación de 0.72 entre la precipitación pluvial y la evapotranspiración potencial “lo que significa que de cada milímetro de lluvia se evapotranspiran 0.72 mm, haciendo que esta zona de vida se considere excedentaria en agua.” (IARNA-URL, 2018).

E. Vegetación

La aldea San Rafael está compuesta por bosques densos y ralos, en donde predominan las especies coníferas (*Pinus oocarpa*) y algunas latifoliadas como diversas especies de encino (*Quercus sp.*), palo de pito (*Erythrina sp.*) y ciprés (*Cupressus sp.*). También hay presencia de pastos y matorrales donde se pueden encontrar plantas que los pobladores utilizan para curar diversos malestares, ya sea de origen estomacal o golpes. Los árboles frutales que se pueden encontrar son: cuje (*Inga sp.*), durazno (*Prunus pérsica*), banano (*Musa x paradisiaca*), guayaba (*Psidium guajava*) e izote (*Yucca gigantea*).

¹ En esta nueva clasificación se aclara que Guatemala no pertenece a la región subtropical, definida por Holdridge, sino a una región del trópico, por tal razón se da un cambio en la nomenclatura y proporción territorial de las zonas de vida.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Fase de gabinete inicial

En la fase inicial se realizó una recopilación de información en donde se consultaron entidades del centro de salud, municipalidad de San Miguel Chicaj, Unidad de Gestión Ambiental Municipal -UGAM-, centros educativos de la aldea San Rafael, para conocer de manera general la comunidad. También se revisó fuentes de datos de instituciones como el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- a través de la oficina municipal de extensión agrícola, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-, Secretaria de Seguridad Alimentaria y Nutricional -SESAN-, Instituto Nacional de Bosques -INAB- Región II-2, información contenida en la base de datos de la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-; documentos que tuvieran información relevante sobre la comunidad y programas como *Google Earth* y *ArcGis* para conocer el área geográfica, coordenadas, vías de acceso, ríos, entre otros.

1.4.2. Fase de campo

Previo a realizar cualquier actividad en la aldea se le informó al Consejo Comunitario de Desarrollo -COCODE- de la comunidad sobre el desarrollo del diagnóstico obteniendo su autorización.

Con el fin de cumplir los objetivos del diagnóstico, la fase de campo se llevó a cabo mediante el desarrollo del Diagnostico Rural Participativo -DRP- con las siguientes herramientas:

A. Observación participante

Debido a que esta actividad requería relacionarse con las personas y las actividades que realizan, fue necesaria la presentación a la población en general sobre la realización del diagnóstico, por lo que se participó en reuniones con el Comité Pro-mejoramiento de

Promoción y Desarrollo de la mujer, Grupos de ahorro, reunión comunal de agua potable y actividades desarrolladas por el MAGA en el CADER.

Posterior a ello se realizó un recorrido por la comunidad para observar aspectos biofísicos, productivos, socioeconómicos, ambientales y culturales, anotando las características relevantes en una libreta de campo.

B. Entrevista semiestructurada

Se realizaron entrevistas semiestructuradas tomando en cuenta el número de viviendas; para obtener información que no es percibida a simple vista, tales como la cantidad personas en la vivienda, el uso de los desechos sólidos y residuales, así como las prácticas agrícolas realizadas en los terrenos destinados a cultivos, entre otros. Para el efecto se elaboró una guía de entrevista que fue revisada y validada para su posterior uso en campo. (Ver Anexo 1).

Para la toma de la muestra, se utilizó el muestreo aleatorio simple, método que permitió la elección de viviendas al azar, para que todas tengan la misma probabilidad de ser elegidas, la fórmula para la determinación de la muestra fue:

En donde:

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza

p = probabilidad de éxito de la muestra

q = probabilidad de fracaso de la muestra

e = error de estimación

$$n = \frac{NZ^2pq}{(N-1)e^2 + Z^2pq}$$

Con un total de 139 viviendas; al aplicar la fórmula, se obtuvo un total de 27 viviendas a entrevistar.

C. Mapa de la comunidad

La elaboración del mapa de comunidad giro en torno a la distribución física de la aldea en la actualidad y como quieren que se vea dentro de 20 años (mapa futuro). La temática consistió en realizar un mapa actual y futuro elaborado por hombres y otro elaborado por mujeres.

Esta actividad se llevó a cabo en el salón de reuniones de la aldea con la participación de hombres y mujeres de manera voluntaria, el tiempo que duro fue de 1 hora con 30 minutos, para el efecto se utilizaron pliegos de papel bond, marcadores, crayones y cinta adhesiva.

D. Diagnóstico por Transecto

El diagnostico por transecto se realizó con ayuda del mapa actual de la comunidad elaborado por hombres y mujeres; se procedió a hacer un recorrido en la aldea desde la parte alta hacia la parte baja, en esta herramienta se utilizó una boleta previamente elaborada en la que se anotaron aspectos de pendiente, cultivos, textura del suelo, cantidad de cauces, especies predominantes en el bosque, entre otros. (Ver Anexo 2).

E. Calendario agrícola y estacional

El calendario agrícola y estacional se realizaron en una segunda reunión comunal, en un tiempo de 1 hora con 30 minutos, con la participación de hombres y mujeres de manera voluntaria.

En el calendario agrícola se recolecto información de las prácticas que los pobladores realizan en los principales cultivos agrícolas y el manejo agronómico del cultivo anotando las actividades de acuerdo a los meses que se acostumbre realizarlas. El calendario estacional consistió en identificar las estaciones climáticas en la aldea percibido por los pobladores, como: los meses en donde empiezan las lluvias, la época calurosa, vientos fuertes, heladas, entre otros.

F. Matriz de Priorización de problemas

Con el objetivo de identificar los problemas que afectan a los pobladores, se realizó una tercera reunión comunal, con la participación de hombres y mujeres, en donde se desarrolló la actividad con una lluvia de ideas de los problemas considerados más relevantes en diferentes dimensiones, ya sea económica, ambiental, social y agrícola; posterior a ello, se realizó una votación en donde cada participante dio su voto al problema que más le afecta.

1.4.3. Fase de gabinete final

Para esta última fase, se organizaron los datos obtenidos de las herramientas del Diagnóstico Rural Participativo -DRP- para su correcta interpretación, incluyendo los puntos de vista de los pobladores con los datos obtenidos de información secundaria; se utilizó un análisis FODA para evaluar la situación de la comunidad en general y poder de esta forma establecer soluciones para combatir las debilidades y amenazas encontradas.

1.5. RESULTADOS

1.5.1. Uso actual y capacidad de uso de la tierra

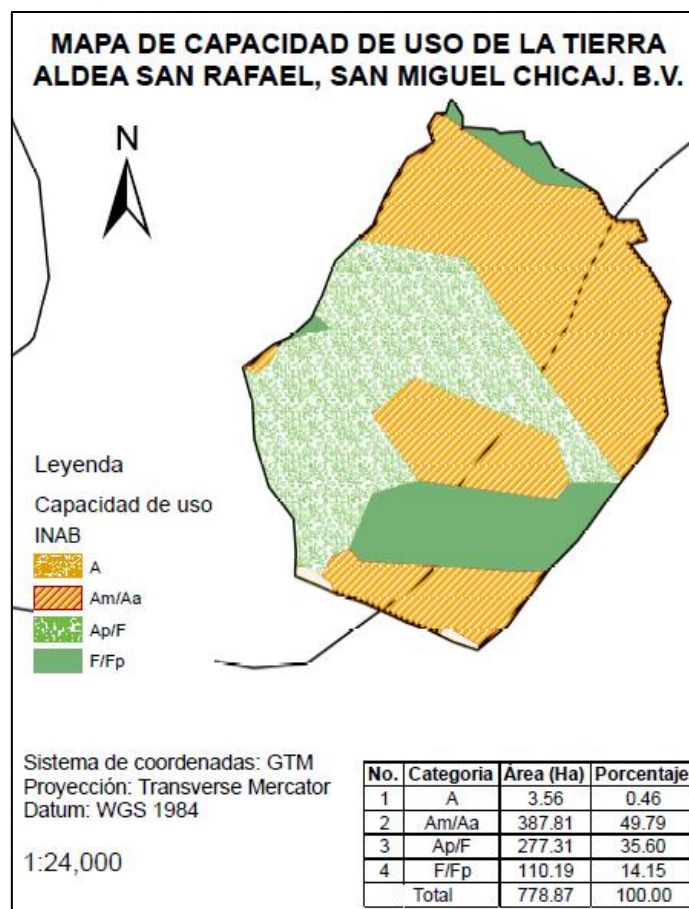
En la aldea San Rafael la conservación de los bosques es muy importante debido a que se obtienen distintos beneficios de ellos, los cuales son: el recurso hídrico y leña. En los alrededores de la aldea se encuentra establecido un bosque disperso de coníferas reforestado hace más de 15 años por los mismos pobladores, más al Sur se encuentran las áreas destinadas a la producción de granos básicos, en donde se cultiva principalmente maíz (*Zea mays*), sin prácticas de conservación de suelos, también se encuentran tierras en guamil² y potreros para el ganado.

² Guamil: "Áreas de bosque o vegetación secundaria que el productor aprovecha periódicamente y que luego deja de sembrar en ella por algunos años, permitiendo el desarrollo de vegetación" (La regeneración natural en áreas de cultivo, s.f.)

La capacidad de uso de la tierra en San Rafael, según la metodología del INAB³ es (ver Figura 2):

- A (Agricultura sin limitaciones): son áreas en donde se puede producir sin limitaciones de pendiente, profundidad o pedregosidad, no requieren prácticas intensivas de conservación de suelos. Ocupa un área de 3.56 ha (0.46%) de la aldea.
- Am/Aa (Agricultura con mejoras/Agroforestería con cultivos anuales): Las dos clasificaciones presentan limitaciones a pendiente, profundidad efectiva y pedregosidad, es necesaria la realización de prácticas de conservación de suelos. La pedregosidad es una limitante en los suelos de la aldea al igual que el drenaje, debido a que se producen encharcamientos en esas áreas por lo que la categoría se modifica a Ss (Sistemas silvopastoriles); en donde el desarrollo de pastos naturales o cultivados es permitido y estos se pueden asociar con especies arbóreas de la zona. Ocupa un área de 387.81 ha (49.79%).
- Ap/F (Agroforestería con cultivos permanentes/Tierras forestales para producción): Con el fin de evitar la degradación de los suelos y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (madera, frutales y otros productos forestales) las dos categorías de capacidad de uso son una opción viable a establecer en la parte media de la aldea en un área de 277.31 ha (35.60%).
- F/Fp (Tierras forestales para producción/Tierras forestales de protección): en un área de 110.19 ha (14.15%) las tierras deben ser destinadas a la protección del bosque para preservar las fuentes de agua y biodiversidad.

³ INAB (Instituto Nacional de Bosques) Manual para la clasificación por capacidad de uso. Guatemala. 96 p. (Manual no. 1)



Fuente: INAB, 2018

Figura 2: Mapa de capacidad de uso de la tierra, aldea San Rafael, San Miguel Chicaj, B.V.

1.5.2. Calidad y uso del agua

Existe un tanque de captación de agua para abastecer del vital líquido a las familias de la aldea a través de agua entubada, el cual utilizan para usos domésticos, riego de hortalizas y cocción de alimentos. El mantenimiento y distribución está a cargo del comité de agua, los cuales se encargan de la aplicación de hipoclorito de calcio⁴, el cual es proporcionado por el Centro de Salud del área urbana del municipio.

El técnico municipal de agua y saneamiento es el encargado de monitorear los nacimientos de agua y tanques de captación en las comunidades, con la ayuda del Centro de Atención

⁴ Hipoclorito de Calcio: Compuesto químico utilizado para desinfectar el agua contra bacterias, algas, hongos y otros microorganismos dañinos para la salud humana. (Quimiproducos, 2011).

Permanente -CAP- del municipio se ha determinado la calidad bacteriológica (por medio de membranas de filtración) del agua de la escuela primaria de San Rafael. Los resultados se muestran en el Cuadro 2. (Ver informe del examen en Anexo 3).

Cuadro 2. Calidad del agua en la aldea San Rafael

No.	Lugar de la muestra	Resultado análisis Bacteriológico
1	Chorro de la escuela primaria de la aldea San Rafael	No apta para consumo humano (presencia de E-Coli)

1.5.3. Deforestación

La deforestación en la aldea San Rafael se da por: consumo de leña para uso doméstico, cambio de uso de la tierra y crecimiento poblacional.

En la aldea el 100% de las familias utilizan leña para uso doméstico, el recurso lo obtienen de terrenos propios, ubicados en bosques naturales; la especie de mayor demanda es el encino o roble (*Quercus sp.*), abundante en esa área. Una familia promedio (8 integrantes) consume 27.2 m³ de leña al año con una demanda total en la comunidad de 3,780.8 m³ al año⁵, en términos de área se traducen a 12.6 ha⁶, lo que representa el 1.6% de deforestación. En la aldea no existen estufas ahorradoras de leña, por lo que la contaminación producida por el humo y la exposición de las madres de familia es alta.

Desde hace 3 años los agricultores se han interesado en la siembra de café (*Coffea sp.*), por lo que se puede esperar la habilitación de nuevas áreas de cultivo en los alrededores de la aldea, aunado a eso, la extensión del cultivo de maíz con riego se extiende aún más por las montañas llamadas El Mezcal y El Pital lo que contribuiría en un 1.28%⁷ a la deforestación de los bosques.

⁵ La aldea San Rafael se compone de 1100 habitantes para el año 2018, con un consumo de 3.4m³ de leña por persona al año.

⁶ La carga maderable por hectárea es de 300 m³. (INAB, 2015).

⁷ En Promedio se habilitan 10 ha de bosque para la siembra de cultivos, según entrevistas con los agricultores.

El crecimiento poblacional contribuye a la desaparición de los bosques, debido a que aumenta la demanda por los recursos naturales como leña, madera y agua, además la habilitación de tierras para la construcción de hogares a las nuevas generaciones implica tala de árboles; el área abarcada para el establecimiento de una casa en la aldea San Rafael va desde 200 a 350 m² por familia, lo que equivale entre 0.02 a 0.03 ha.

1.5.4. Contaminación

La contaminación por desechos sólidos en la aldea es evidente, se encontraron pequeños basureros clandestinos en donde las personas depositan desechos sólidos, principalmente, bolsas de golosinas, botellas desechables, bolsas plásticas, entre otros. La acumulación de estos desechos también se da por la escorrentía que se produce en la época lluviosa.

La forma en la que las familias se deshacen de la basura en sus hogares también contribuye a la contaminación del ambiente, el 96% de las personas entrevistadas queman la basura y un 4% la entierra.

En la aldea San Rafael no existe una red de alcantarillado sanitario, un 97% de las personas utiliza letrinas o pozos ciegos para la eliminación de excretas; sin embargo, un 3% no utiliza letrinas y los desechos quedan a la intemperie.

1.5.5. Conservación

Los agricultores de la aldea San Rafael conocen las prácticas más utilizadas para la conservación de suelos, siendo estas barreras vivas y muertas, sin embargo; no las aplican debido a que no les da tiempo de realizarlas antes de la siembra y optan por no hacerlo. Lo mismo sucede con la aplicación de abonos orgánicos, han escuchado del tema; pero no lo realizan, prefieren comprar fertilizante y en otros casos no fertilizar.

Con respecto a los bosques, el INAB tiene registrado 93 proyectos en un área incentivada de 271.3 ha, de las cuales 230 ha son de bosque natural para protección (87 proyectos) y 41.3 ha de plantaciones (6 proyectos)⁸.

Como parte de la conservación a las fuentes de agua la municipalidad de San Miguel Chicaj tiene un área protegida ante el Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-; el lugar es conocido como “Laguna Seca” y tiene una extensión de 22 ha.

1.5.6. Aspectos demográficos

Para el año 2018 en la aldea San Rafael se contabilizaron 1,100 personas, de las cuales 485 son mujeres y 615 son hombres, el 40% tiene entre 1 a 15 años, el 52% entre 16 a 60 años y el restante 8% son personas de la tercera edad, 60 años en adelante⁹.

Las familias en la aldea tienen en promedio 8 integrantes, en algunas viviendas se componen de 10 o hasta 13 personas.

El 25% de la población en la aldea San Rafael es analfabeta y el 75% es alfabeta. En la aldea existe educación preprimaria, primaria y básica. El 42% tienen algún grado de primaria, el 27% tiene estudios básicos y el 6% ha estudiado o estudian el nivel diversificado¹⁰.

El 65% de las familias obtiene sus ingresos vendiendo su mano de obra (en la agricultura, albañilería o como jornalero), el 22% como agentes de seguridad, del ejército o como agentes de la Policía Nacional Civil -PNC- y el 13% de otras formas.

⁸ Pinto Rubio, L. 20 mar. 2018. Incentivos forestales en San Miguel Chicaj (entrevista). Baja Verapaz, Guatemala, INAB RABINAL II-2.

⁹ Puesto de Salud. 12 mar. 2018. Población total en la aldea San Rafael (base de datos). Baja Verapaz, Guatemala, Aldea San Rafael.

¹⁰ En la aldea no existe educación diversificada por lo que los jóvenes se desplazan al área urbana para acceder a esta.

1.5.7. Organización comunitaria

La comunidad está organizada por un Consejo Comunitario de Desarrollo -COCODE-, comité de agua, grupos de ahorro, comité Pro-mejoramiento de promoción y desarrollo de la mujer y comité de siembra de maíz. También existen 3 iglesias evangélicas y 1 católica.

1.5.8. Presencia y actividad institucional

En la Figura 3 se presenta a las instituciones que intervienen en la aldea San Rafael:



Figura 3. Mapa de actores en la aldea San Rafael.

Entre las actividades que realizan las instituciones están: apoyo al sector agrícola, servicios de salud, educación, desarrollo de la mujer, elaboración de productos domésticos (jabón, entre otros) y conocimientos generales para prevenir la violencia.

1.5.9. Tenencia de la tierra en agricultura.

El 43% de los agricultores alquilan el área para siembra, según las entrevistas realizadas a estos, deben cancelar Q.35.00 por cuerda durante el ciclo del cultivo, el 23% son terrenos propios o dados en calidad de préstamo entre familia, y el 11% no siembra.

El 35% de los agricultores poseen entre 1 a 2 manzanas¹¹ para el establecimiento de sus cultivos, el 8% más de 2 manzanas, el 13% media manzana, el 27% de 5 a 8 tareas¹² y el 26% solamente tiene de 2 a 4 tareas.

1.5.10. Pobreza

El ingreso mensual promedio de una familia que se dedica a vender su mano de obra en jornales en la aldea San Rafael es de Q1,000.00¹³, según el Ministerio de Trabajo -MINTRAB- el salario mínimo para el año 2018 es de Q.2,742.37 y la Canasta Básica Alimentaria -CBA- asciende a Q3,541.88¹⁴. La posibilidad de adquirir los productos básicos de alimentación no es posible al 100%, el precio de la CBA es para una familia promedio de 4.77 miembros, por lo que se afirma que el 65% de las familias en la aldea son pobres, debido a la imposibilidad de cubrir sus necesidades básicas alimentarias durante todo el año.

1.5.11. Seguridad alimentaria

Para el año 2018 la Secretaria de Seguridad Alimentaria y Nutricional -SESAN- reportó un total de 184 familias expuestas a inseguridad alimentaria en la aldea. En promedio producen 9.48 quintales de maíz y 2.4 quintales de frijol al año, con un ingreso promedio mensual de Q.200.00, y para la compra de alimentos gastan cerca de Q.400.00 quetzales al mes¹⁵.

¹¹ 1 manzana de terreno es equivalente a 0.7 ha.

¹² 1 manzana de terreno es equivalente a 16 cuerdas.

¹³ En aldea San Rafael el jornal se paga a Q.50.00, el cálculo se realizó asumiendo que se trabaja 5 días a la semana por cuatro semanas.

¹⁴ CBA correspondiente al mes de julio del 2018 (INE. 2018)

¹⁵ Hernández, H. 25 abr. 2019. Comunidades de San Miguel Chicaj en Inseguridad Alimentaria (entrevista). Baja Verapaz, Guatemala, Técnico de SESAN, San Miguel Chicaj.

1.5.12. Principales cultivos y actividades productivas

El 78% de los agricultores siembra maíz, el 4% frijol y algunas hortalizas y el 18% siembra tanto maíz como frijol. Las actividades productivas giran en torno a los cultivos principales (maíz y frijol); el manejo agronómico del maíz emula al manejo convencional, lo mismo para el frijol, en el caso de las hortalizas, combinan la agricultura orgánica y convencional, en donde utilizan abonos orgánicos a base de estiércol y para el control de plagas usan insecticidas químicos. En el Cuadro 3 se muestran las actividades agrícolas del cultivo de maíz y frijol.

Cuadro 3. Actividades de los principales cultivos agrícolas

Actividades	Cultivos de maíz y frijol											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Siembra de maíz			x	x								
Fertilización				x	x		x	x				
Control de malezas			x	x		x	x					
Aplicación de insecticidas				x	x	x	x	x	x			
Cosecha											x	x
Siembra de frijol	x	x										
Fertilización			x	x								
Control de malezas			x	x	x							
Aplicación de insecticidas		x	x	x	x							
Cosecha					x	x						

Manejo agronómico del maíz:

- Siembra: en las partes más altas de la aldea se acostumbra sembrar la última semana de marzo, y para los terrenos que se ubican un poco más abajo, se siembra la segunda semana de abril. Se colocan entre 3 a 4 semillas por postura cuando se utiliza el maíz endémico, cuando es maíz comprado en la agro veterinaria va de 2 a 3 semillas por postura.

- Riego: el 70% de los agricultores dependen directamente de las precipitaciones y el 30% restante tiene instalado riego por aspersión, el cual utilizan cada 2 o 3 días.
- Fertilización: la primera fertilización se realiza a los 8 días con fertilizante 15-15-15 utilizando entre 2 a 3 qq/mz, la segunda fertilización la realizan a los 15 o 20 días después de la primera, dependiendo de la frecuencia de las precipitaciones, utilizando entre 3 a 4 qq/mz de 15-15-15; al momento de la floración del maíz, le aplican de 2 a 3 qq/mz de fertilizante urea al 46% de nitrógeno.
- Control de malezas: la primera limpieza del terreno se realiza 3 días antes de la siembra con productos químicos, luego a los 10 días después de la siembra utilizando azadón, y a los 30 días se realiza el ultimo control junto con el calzado¹⁶ de la milpa.
- Control de plagas y enfermedades: para el control de plagas y enfermedades utilizan productos químicos a base de organofosforados y piretroides de diversos nombres comerciales, según entrevistas las plagas han aumentado en los últimos años, por lo que las aplicaciones con insecticidas son más frecuentes en época lluviosa para lograr la cosecha.
- Cosecha: la cosecha se realiza en la segunda semana de noviembre y en algunos casos hasta diciembre.

Manejo agronómico del frijol:

- Siembra: La época de siembra de los agricultores es la última semana de enero e inicios de febrero. Manejan un distanciamiento de siembra de 40 cm entre surco y entre 15 a 20 cm entre plantas.
- Fertilización: aplican entre 2 a 3 qq/mz de 15-15-15, entre los 12 a 15 días después de la siembra y la segunda aplicación a inicios de la floración del cultivo.
- Control de malezas: El control de malezas se realiza con productos químicos, aplicando en la preparación del terreno, una semana antes de la siembra y a los 20 días después de establecido el cultivo.

¹⁶ Calzado: "Colocar tierra alrededor de las matas de milpa, cuando éstas ya han crecido más o menos un metro. Esta labor cultural sirve para que las matas de milpa no las bote el aire" (Pérez Alonso, 2007).

- Control de plagas y enfermedades: Para el manejo de plagas utilizan insecticidas de diversos nombres comerciales a base de piretroides y organofosforados. En el caso de las enfermedades los ingredientes activos más utilizados entre los agricultores son: Propineb, azoxistrobin y metalaxil-M. Estos productos los aplican dependiendo del grado de presencia de la plaga en el cultivo.
- Riego: Para el riego del cultivo, el 75% de los agricultores utiliza riego por aspersión cada tres días, y el restante 25% dependen directamente de las precipitaciones.
- Cosecha: La cosecha la realizan 4 meses después de la siembra, obteniendo un promedio de 12qq/mz.

En el Cuadro 4 se muestra el calendario estacional percibido por los agricultores.

Cuadro 4. Calendario estacional percibido por los agricultores.

Fenómenos naturales	MESES DEL AÑO											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Lluvias					x	x	X	x	x	x		
Vientos fuertes										x		
Heladas	x										x	x
Sequía							X	x				

La época lluviosa en la aldea empieza desde el mes de mayo, hasta la primera semana de octubre. Según entrevistas con líderes de la aldea, desde el año 2012 se percibe una disminución en las precipitaciones en los de junio, julio y agosto, y un aumento en las temperaturas.

Los vientos fuertes duran, aproximadamente, dos meses (octubre y noviembre), causando pérdidas en el cultivo de maíz que asciende a un 15% por manzana (0.7 ha). Con respecto a las heladas, no causan daños al cultivo de maíz; sin embargo, afecta en la etapa de crecimiento al frijol, lo que repercute en la disminución de grano cosechado.

1.5.13. Descripción y priorización de problemas

Los principales problemas que perciben los pobladores abarcan dos áreas importantes, las cuales son: agrícola y ambiente. En el Cuadro 5 se listan cada uno de ellos, con los votos que recibieron de los participantes y el rango (prioridad) de los mismos.

Cuadro 5. Priorización de problemas

No.	Problema	Total	Rango
	Ambientales		
1	Escasez de agua	25	1
2	Deforestación	20	2
3	Desechos sólidos	18	3
4	Aguas servidas	10	6
	Agrícolas		
5	Baja producción de hortalizas	18	3
6	Incendios forestales	17	4
7	Plagas en el cultivo de maíz	15	5
8	Falta de conocimiento en fertilidad	15	5

La escasez de agua es el problema priorizado por los pobladores; la escasez se percibe en la reducción de los caudales en los tanques de distribución de agua potable, según entrevistas con el comité de agua en el mes de marzo del 2018 se registra un caudal de 0.74 litros/segundos, capaz de abastecer a 1,065 habitantes, la comunidad cuenta con un total de 1,100 habitantes, lo que significa que hay un déficit de 35 habitantes. La principal razón por la cual se le considera un problema grave es la disminución en los horarios de abasto, las amas de casa tienen acceso al servicio de 3 a 4 horas al día (en época seca), cuando en época lluviosa se tiene disponibilidad las 24 horas al día.

La deforestación ocupa el segundo lugar en priorización, en la aldea se deforestan alrededor de 22.63 ha al año, lo que aumenta el riesgo y la vulnerabilidad de los habitantes a fenómenos climáticos extremos.

La generación de desechos sólidos se encuentra en el puesto número tres de problemas priorizados; una familia de promedio (8 integrantes) en aldea San Rafael produce cerca de 7 kg de basura inorgánica al mes y 4 kg de basura orgánica, como no se tiene la costumbre del reciclaje o separación de la basura, se les da el mismo tratamiento (quemar o enterrar).

Las aguas residuales producidas en la aldea terminan en la superficie del suelo, creando canales donde el agua residual busca su camino hacia los cauces naturales, esto se debe a que no existe una red de drenaje que permita un tratamiento previo a estos residuos.

En cuanto a los problemas agrícolas que más afectan a los pobladores de la Aldea San Rafael es la baja producción de hortalizas, limitando la variedad de alimentos disponibles en la dieta de las familias.

Los incendios forestales también son de suma importancia para los pobladores, en la aldea se producen entre 1 a 2 incendios al año (3 a 5 ha/año), se considera una amenaza debido a la cercanía de otros incendios que se producen en los límites con otras aldeas y pueden llegar a afectar el bosque de las fuentes de agua, estos incendios se dan por la temporada de rozas.

En cuanto a plagas en el cultivo de maíz; el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) causa un 75% de daño al cultivo, lo que incide en la pérdida de la cosecha. También hay problemas relacionados con gallina ciega (*Phyllophaga* sp.), gusano alambre (*Agriotes* sp.) y chinches (*Nezara viridula*).

Por último, en la aplicación de fertilizantes no se manejan dosis por fertilizante para el cultivo de maíz, esto se debe a que los agricultores no tienen los recursos necesarios para llevar a cabo estudios de suelos que determinen una dosis adecuada para su aplicación.

1.5.14. Análisis FODA

El siguiente análisis FODA presenta las principales características identificadas de los problemas priorizados por los pobladores y los integra con las entrevistas realizadas y lo que se observó durante el recorrido y participación en la comunidad.

Cuadro 6. Análisis FODA

Fortalezas	Debilidades
• Líderes capacitados por organizaciones no gubernamentales¹⁷ e instituciones del estado¹⁸. Cuentan con un alto grado de experiencia en temas de agricultura, pecuario, forestal y de salud. • Organización comunitaria para la protección de los bosques, las fuentes de agua y combate a los incendios forestales. • Disponibilidad de áreas para el establecimiento de proyectos e incorporación de tecnología agrícola y buena disposición de los líderes en aprender y practicar temas relacionados al desarrollo rural integral • Disponibilidad de un huerto escolar para la producción de hortalizas, nativas e introducidas, para generar una capacitación constante a los niños en la escuela primaria.	• Poca participación de los pobladores en reuniones de asamblea general que convoca el Consejo Comunitario de Desarrollo -COCODE-. • Percepción de la contaminación por desechos sólidos como “normal” entre los jóvenes y niños de la aldea. • La presencia institucional no es constante debido a la distancia y el mal estado de la carretera del casco urbano del municipio de San Miguel Chicaj hacia la aldea San Rafael. • Los agricultores no aplican las prácticas de conservación de suelos.

¹⁷ ONG’s; Alianza para el desarrollo comunitario, Caritas y Plan Internacional

¹⁸ MAGA, MARN y UGAM.

Oportunidades • Acceso a programas brindados por el INAB (PINPEP y PROBOSQUE). • La aldea San Rafael es el centro de acopio de los caseríos aledaño, por lo que el desarrollo de parcelas demostrativas en la comunidad juega un rol importante en la transferencia de tecnología para mejorar los sistemas de producción de los demás poblados.	Amenazas • No existe asistencia técnica institucional permanente para establecer prácticas de adaptación al cambio climático en la forma de producir sus alimentos. • Problemas dentro del Consejo Comunitario. • Poca disposición de los pobladores en participar dentro de proyectos para aprender y practicar en mejorar sus sistemas productivos.
--	--

1.5.15. Modelo de Soluciones

El siguiente modelo de soluciones surgió de las necesidades manifestadas por los pobladores de la aldea San Rafael y fue discutido con ellos en la presentación de los resultados del diagnóstico con el fin de identificar las actividades que se deben realizar para lograr un desarrollo rural integral.

Cuadro 7. Propuesta para solucionar la problemática ambiental y agrícola, manifestada por los pobladores de la aldea San Rafael

Problemática Agrícola • Asistencia técnica constante sobre las plagas en granos básicos • Promover la participación en el grupo CADER. • Asistencia técnica al huerto de la escuela primaria • Estrategias para disminuir las pérdidas de cosecha por plagas	Problemática ambiental • Implementar filtros ecológicos para las aguas servidas. • Implementación de bosques energéticos. • Capacitaciones sobre el uso adecuado de separar la basura. • Campañas de reciclaje.
--	---

• Elaboración de abonos orgánicos • Acompañamiento en la implementación de prácticas de conservación de suelos. • Insumos para el mantenimiento de huertos familiares. • Capacitaciones al grupo organizado para prevenir los incendios forestales. • Promover el establecimiento de sistemas agroforestales	• Realizar más plantaciones de árboles nativos en la parte alta de la aldea para proteger y aumentar el área boscosa. • Sustituir la utilización de agroquímicos (insecticidas y herbicidas) en el manejo agronómico del cultivo.
--	--

Cada una de las propuestas anteriores se pueden desglosar en otras más específicas y llevarlas a cabo en un tiempo específico y paulatino, de esta manera se logrará obtener un mejor resultado de las actividades a implementar.

Con el fin de establecer un orden jerárquico para implementar las soluciones descritas en el Cuadro 7, se realizó el diagrama de la Figura 4 y 5 para enlazar cada una de las actividades a realizar y su relación entre ellas.

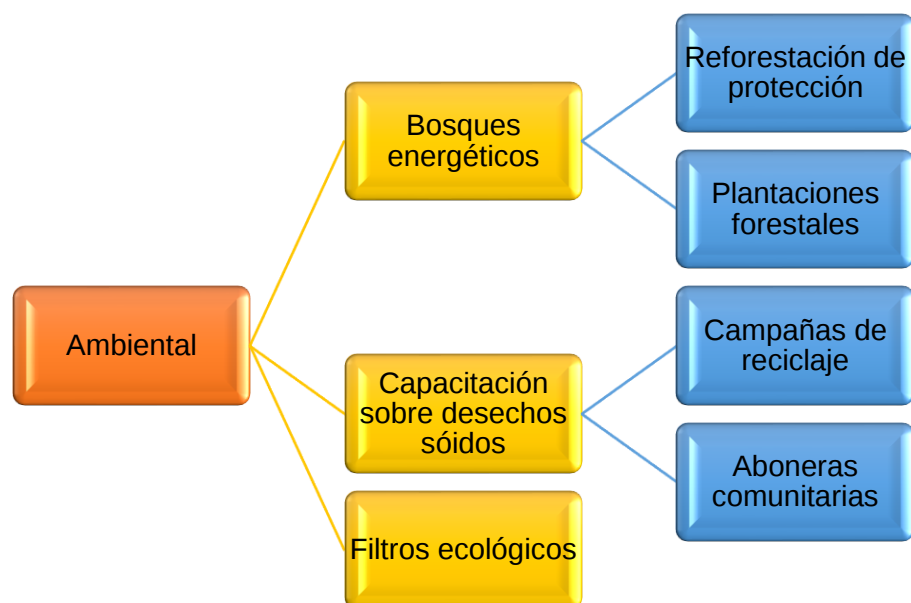


Figura 4. Actividades a realizar para resolver la problemática ambiental.

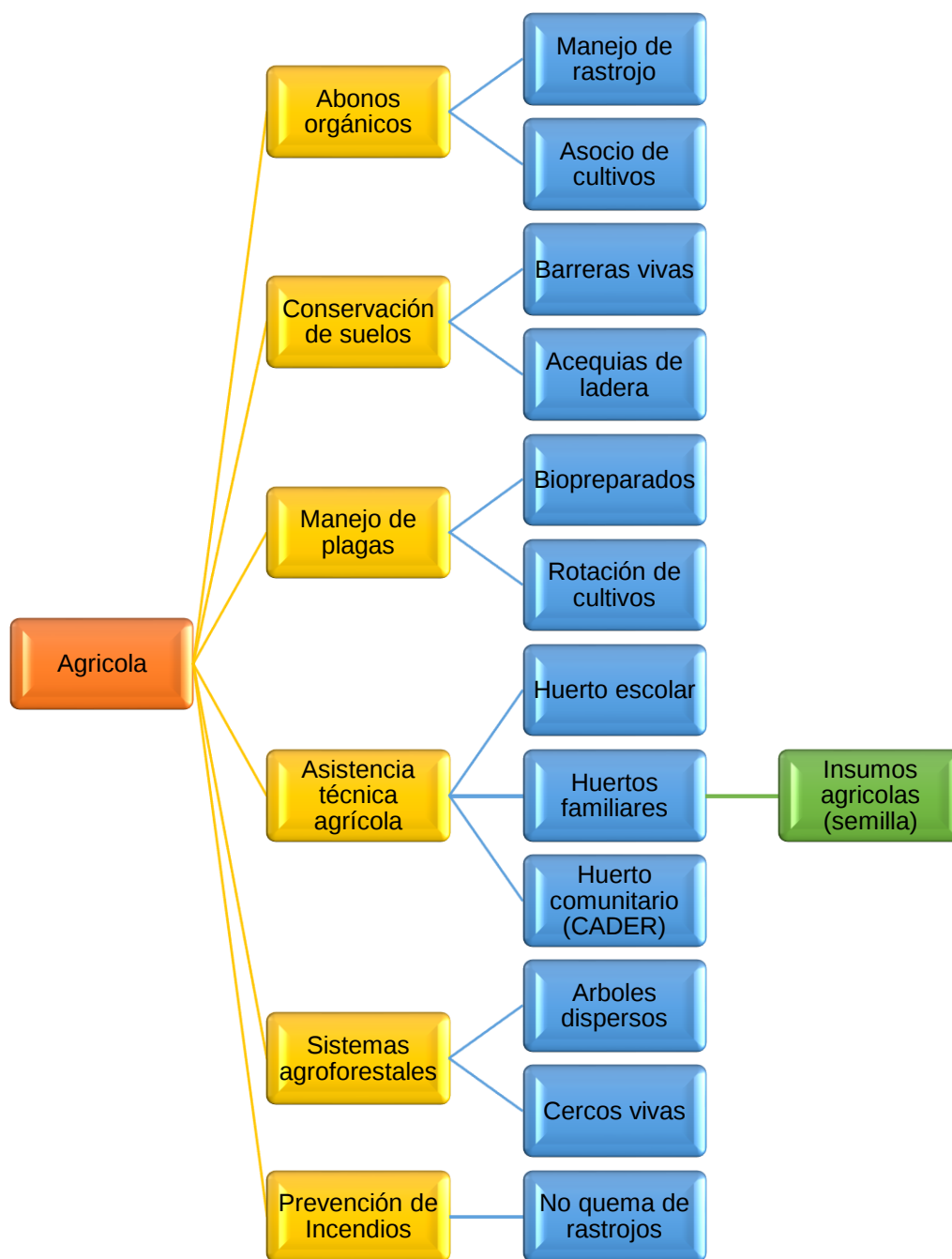


Figura 5. Actividades a realizar para resolver la problemática agrícola.

1.6. CONCLUSIONES

1. Las fuentes de ingreso económico en la aldea se dividen en dos grandes sectores, la agricultura y seguridad (policías, soldados y agentes de seguridad), donde los ingresos reportados de la agricultura son un 33% inferior a los de seguridad, dejando a las familias que viven de la agricultura con un nivel socioeconómico bajo, el cual repercute en el grado académico que alcanzan los niños provenientes de estas familias, donde solamente el 6% de los jóvenes logran acreditarse una carrera en diversificado.
2. Las prácticas agrícolas que realizan los agricultores en la aldea están estrechamente ligadas a las condiciones climáticas que se presentan a lo largo del año. Las primeras lluvias se dan en los meses de marzo y abril; siendo en estos meses la siembra de maíz para aquellos agricultores que no tienen riego establecido en el cultivo, lo mismo sucede en el cultivo de frijol. Para aquellos que poseen riego tienen fechas distintas de siembra. Las actividades practicadas a lo largo del ciclo del cultivo de maíz y frijol van destinadas al manejo de plagas y enfermedades, dejando de lado la conservación de suelos.
3. Los principales problemas y necesidades giran en torno a temas ambientales y agrícolas, siendo la escasez de agua para uso doméstico el principal problema priorizado, debido al servicio irregular que se produce en los hogares en época seca. En este contexto se desarrollaron las posibles soluciones a los problemas priorizados.

1.7. RECOMENDACIONES

1. Consolidar una asociación de agricultores para mejorar y empoderarlos hacia un manejo sostenible de los recursos naturales y generación de alimentos, esta asociación abriría puertas a instituciones y cooperación internacional a invertir para fortalecerlos con tecnología agrícola apropiada para el área y aumentar los rendimientos de los cultivos.
2. Un trabajo de extensión efectivo dentro de la aldea San Rafael, tomando de base las soluciones propuestas por los pobladores, debe de ser constante y amplio en cada actividad que se desea realizar, por tal razón en el Cuadro 8 se muestran las actividades que se deben realizar desde el primer año de extensión hasta los 5 años de intervención, con el fin de lograr un cambio profundo en la población.

Cuadro 8. Actividades propuestas a realizar en la aldea San Rafael en un periodo de 5 años.

No.	Actividad	Tiempo
1	Aplicación de prácticas de conservación de suelos en las parcelas de los agricultores (barreras vivas, barreras muertas, acequias de ladera).	Año 1
2	Manejo de rastrojos	Año 1
3	Concientización sobre la separación de los desechos sólidos.	Año 1
4	Elaboración de lombricompostera para los grupos organizados.	Año 1
5	Sistemas agroforestales	Año 2
6	Filtros ecológicos para las aguas grises	Año 2
7	Asistencia técnica agrícola a los huertos familiares y el huerto escolar. (insumos agrícolas)	Año 2
8	Bosques de protección.	Año 2
9	Establecimiento de una Planta de Tratamiento de desechos sólidos.	Año 3
10	Seguimiento a la planta de tratamiento de desechos sólidos. (generación de abonos orgánicos a partir de esta).	Año 4
11	Evaluación de las actividades iniciadas desde el Año 1	Año 5

1.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Asesoría Basterrechea, M. 2010. Línea Base sobre el estado de los recursos naturales en 6 microcuencas en los municipios del corredor seco Baja Verapaz, Guatemala. 412 p.
2. Expósito Verdejo. M. 2003. Diagnóstico Rural Participativo. Una guía práctica. 118 p. (en línea) Consultado 5 mar. 2018. Disponible en http://www.corporacionpba.org/irp/herramientas/Etapa_I/punto_de_partida/paso2_drp/Diagnostico_Rural_Participativo.pdf
3. IARNA-URL (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar). (2018). Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida. Guatemala. 140 p. (en línea) Consultado 11 de marzo 2018. Disponible en: <http://www.url.edu.gt>.
4. INAB (Instituto Nacional de Bosques). Manual para la clasificación por capacidad de uso. Guatemala. 96 p. (Manual no. 1).
5. INAB. 2015. Lineamientos técnicos de manejo forestal. Guatemala. (en línea) Consultado 15 mar. 2018. Disponible en: http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2972/Technical/Lineamientos%20Tecnicos%20de%20Manejo%20Forestal.pdf
6. INAB, IARNA-URL, FAO/GFP. 2012. Oferta y demanda de leña en la Republica de Guatemala/Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping. Guatemala, FAO/GFP/Facility. 70 p. (en línea) Consultado 12 mar. 2018 Disponible en: <http://www.recursosbiblio.url.edu.gt/publiejlg/IARNA/coediciones/58coe2012.pdf>
7. INE. 2018. Canasta Básica Alimentaria (CBA) y Canasta Ampliada (CA). Guatemala. (en línea) consultado 5 ago. 2018. Disponible en:

<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2018/08/07/20180807120800PKdhtXMmr18n2L9K88eMIGn7CcctT9Rw.pdf>

8. La regeneración natural en áreas de cultivo. S.f. Honduras s.e. V.2, 12p. (en línea) Consultado 13 de marzo 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-at777s.pdf>
9. MAGA. 2001. Mapa Fisiográfico-Geomorfológico de la Republica de Guatemala, a escala 1:250,000, Memorita Técnica. Guatemala. 117p
10. MAGA Y PEDN. 2002. Mapa Geológico de la Republica de Guatemala. Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de información CATIE. Ciudad de Guatemala.
11. Miranda Gómez, AS. 2012. Evaluación de la calidad físico-química del recurso hídrico en la microcuenca San Gabriel y servicios realizados en la microcuenca San Miguel, Municipio de San Miguel Chicaj, Departamento de Salamá, Baja Verapaz, Guatemala, C.A. Trabajo de Graduación. Ciudad de Guatemala, Guatemala, USAC. 129 p.
12. MINTRAB (Ministerio de Trabajo y Prevención Social). 2018. Salario Mínimo (en línea, sitio web). Consultado 10 mar. 2018. Disponible en <https://www.mintrabajo.gob.gt/index.php/dgt/salario-minimo#2018>
13. Pérez Alonzo, J. 2007. Pujb'il Yol Mam. Diccionario Bilingüe Estándar Mam (en línea) Antigua, Guatemala. 568 p. Consultado 23 mar. 2018. Disponible en <https://books.google.com.gt/books?id=WLMQtD6UJBoC&pg=PA189&lpg=PA189&dq=que+es+calzar+la+milpa&source=bl&ots=3m28bEPMKA&sig=ACfU3U3yHAXFVAYpKYuzseMFJslmOvO5YQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiipYCugJrkAhXxx1kKHe9ZCLQQ6AEwH3oECAkQAQ#v=onepage&q&f=false>
14. Quimiproducos. 2011. Hipoclorito de Calcio, Microbicida en tabletas. (en línea). Boletín. Consultado 18 mar. 2018. Disponible en: [http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/HIPOCLORITP%20DE%20CALCIO%20\(HT\).pdf](http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/HIPOCLORITP%20DE%20CALCIO%20(HT).pdf)

15. UPIE-MAGA (Unidad de Políticas e Información Estratégica-Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala); MAGA-BID (Programa de Emergencia por Desastres Naturales, Guatemala). 2000. (Memoria Técnica). Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de los Suelos de la República de Guatemala, a escala 1:250,000. (1, 2000, Guatemala). Guatemala. 48 p. (en línea) Consultado 12 de marzo 2018. Disponible en: https://www.academia.edu/31812071/Primera_Aproximaci%C3%B3n_al_Mapa_de_Clasificaci%C3%B3n_Taxon%C3%B3mica_de_los_Suelos_de_la_Rep%C3%BAblica_de_Guatemala_a_escal_1_250_000_-Memoria_T%C3%A9cnica-_Realizado_por?auto=download

1.9. ANEXOS

Anexo 1: Guía para entrevista

Situación Socioeconómica

La vivienda que habita es:

Propia

Rentada

Prestada

Otra

¿Cuántas personas habitan normalmente su vivienda?

Nivel educativo de los padres del hogar

Nivel educativo de los hijos

¿Cuál es su fuente principal de ingresos?

¿Cuál es el ingreso mensual total de su hogar?

Situación Ambiental

¿Sabe usted que significa la contaminación ambiental?

¿Qué hace para deshacerse de la basura?

¿Existen basureros clandestinos en su comunidad?

¿En la comunidad existe drenaje y alcantarillado?

¿Tienen letrinas o algún lugar en específico para las aguas servidas?

¿De dónde obtienen el agua que consumen diariamente?

¿De dónde obtiene la leña que utiliza para cocinar?

¿Cuántas tareas de leña consume al mes?

Situación Agrícola

- ¿Cuenta con área para siembra?
- ¿Qué tipo de cultivos produce en su parcela?
- ¿Cuándo cosecho por última vez?
- ¿Cuánto cosecho?
- ¿Qué uso le da al rastrojo o residuo de su cultivo?
- ¿Qué tipo de plagas y enfermedades son más frecuentes en su cultivo?
- ¿Qué productos químicos utiliza en su parcela?
- ¿La mano de obra empleada en las labores de cultivo es familiar o contratada?
- ¿Cuánto invierte en la producción de su cultivo?
- ¿El producto que cosecha es para venta o consumo?

Situación Agropecuaria

- ¿Qué tipos de animales de traspato tiene comúnmente?
- ¿Los animales que posee los utiliza para comercialización o consumo?
- ¿De dónde obtiene el alimento para sus animales de traspato?

Recursos Naturales

- ¿Cuáles son las especies nativas que conforman el bosque de la comunidad?
- En su opinión, ¿La superficie de bosque en los últimos años ha disminuido?
- ¿Las lluvias de los últimos años han aumentado o disminuido?
- ¿Considera que los ríos y arroyos han aumentado su cauce?
- ¿En la comunidad se realiza algún tipo de actividad para preservar las fuentes de agua y los bosques?

Anexo 2

Cuadro 9A. Transecto de la aldea San Rafael

Lugar/zona		Parte Baja	Parte Media	Parte Alta
Pendiente	0-12			
	12-26			
	26-36	x		
	36-55		x	x
	>55			
Susceptibilidad a la erosión	Baja			
	Media	x		
	Alta		x	x
	Muy alta			
Erosión presente	Laminar			
	Surcos	x	x	x
	Cárcavas	x	x	
	Deslizamiento			
Textura		Franco limo	Franco arenosa fina	Franco arenosa fina
Drenaje		Limitante	No limitante	No limitante
Pedregosidad	Superficial	x	x	x
	Interna		x	x
Plano	Meseta	x	x	x
	Valle intermontano			
	Terraza Aluvial			
Ladera	Ondulada			x
	Inclinada			
	Escarpada	x	x	
	Muy escarpada			
Cauce	Permanente	x	x	x
	Intermitente	x	x	x
	Efímero			
Cultivos		Frijol y hortalizas	Maíz y Frijol	Maíz
Pastos		x	x	x
Bosque	Denso		x	x
	Secundario			
	Intervenido	x	x	

	Arboles aislados	x		
Especies de flora	Guayaba (<i>Psidium guajava</i>), Palo de pito (<i>Erythrina sp.</i>), izote (<i>Yucca gigantea</i>), pino (<i>Pinus oocarpa</i>), ciprés (<i>Cupressus sp.</i>).	Encino (<i>Quercus sp.</i>) y pino (<i>Pinus oocarpa</i>)	Encino (<i>Quercus sp.</i>)	
Especies de fauna	Animales domésticos como pollos, gallinas, chompipes, cerdos.	Animales domésticos como pollos, gallinas, chompipes, cerdos.	Especies salvajes dentro de los bosques densos.	
Otros				

Anexo 3

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL ÁREA DE SALUD, SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO (Por medio de Membranas de filtración)

014-2018

EXAMEN BACTERIOLÓGICO:

MUESTRA DE Agua
FECHA QUE FUE CAMPTURADA 22 de Febrero de 2018
HORA EN QUE SE CAPTÓ 09:00 a.m.
SITIO Aldea San Rafael, San Miguel Chicaj, B. V.
FUENTE Chorro Escuela
PERSONA QUE CAPTÓ LA MUESTRA Oscar Bolvito
FECHA EN QUE DIO PRINCIPIO EL EXAMEN 07 de marzo de 2018

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

COLOR Claro
SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Ninguna
INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME E-coli
INCUBACIÓN A 35 GRADOS CENTIGRADOS 45

No. DE MEMBRANAS FILTRANTES	Medios Selectivos	Va. Muestra	COLIFORME MUESTRA	COLIFORME X 100/ML	TIEMPO DE INCUBACIÓN
1		100 ml	E-coli	4	24 horas

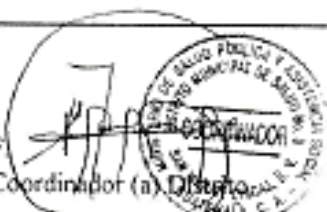
CONCLUSIONES El agua No es Apta para consumo humano.

OBSERVACIONES Se recomienda utilizar un método de desinfección (hervir o clorar).

FECHA 14 de marzo de 2018

F. 
Procesador de muestra



F. 
Coordinador (a) Distrito



Fuente: Centro de Atención Permanente -CAP-, San Miguel Chicaj, B.V.

Figura 6A. Resultados de examen bacteriológico del agua en aldea San Rafael



Figura 7A. Reunión con el comité de ahorro



Figura 8A. Vegetación en la aldea San Rafael

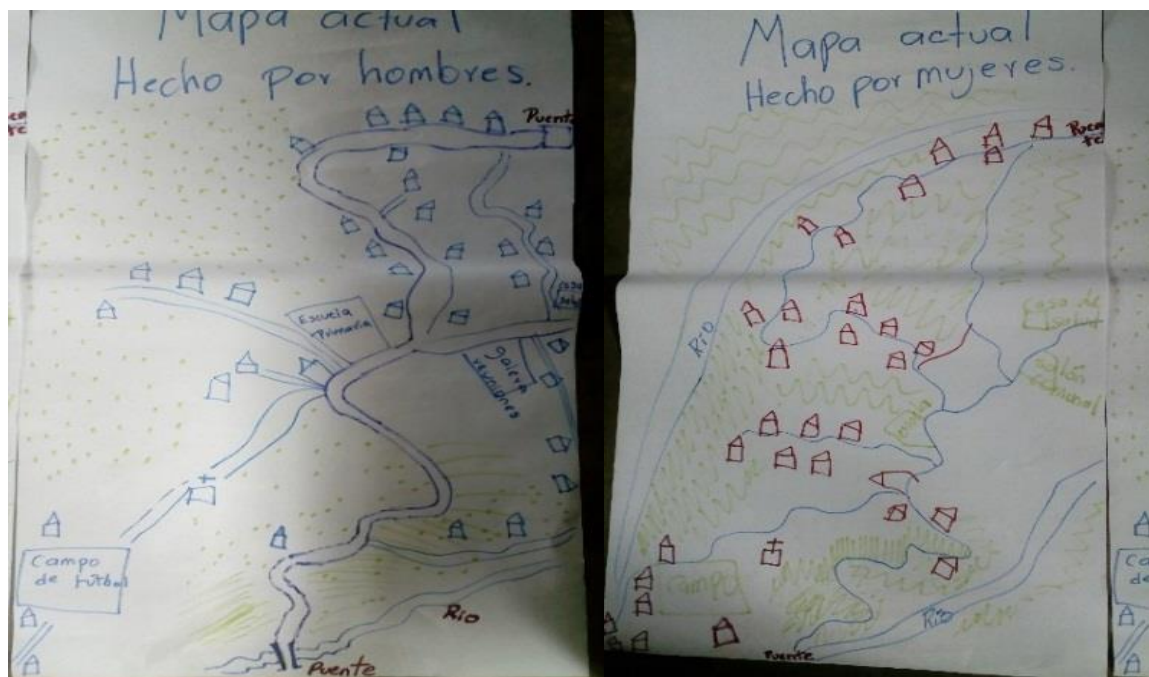


Figura 9A. Mapa actual y futuro



Figura 10A. Calendario agrícola y priorización de problemas.

The seal of the Academia Coactemalenensis is a circular emblem. It features a central shield with a blue background. Inside the shield, there is a golden crown at the top, a golden lion rampant on the right, a golden castle on the left, and a central figure of a person in a red robe and white halo. Below the shield, there are two green mountains and a figure on a white horse, possibly a knight, holding a lance. The entire seal is surrounded by a grey border containing the Latin text "CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CÆTERAS ORBIS CONSPICUA" in a serif font.

CAPITULO II: EVALUCACIÓN DE LA VULNERABILIDAD E IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMATICO EN LA MICROCUENCA SAN MIGUEL, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA.

2.1. PRESENTACIÓN

La evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático determina el grado en que un sistema es capaz de sobrellevar los efectos de los cambios del clima. Está determinada con base en factores de exposición (climáticos), factores de sensibilidad (aspectos físicos y naturales) y la capacidad de adaptación del sistema, por lo que la realización de este tipo de estudio está relacionada con las actividades de desarrollo de las instituciones que están involucradas y las comunidades que habitan, en este caso, la microcuenca.

El problema central abarcado para este estudio son los impactos que ha causado el cambio climático, y que está causando, además de la falta de incorporación de actividades e identificación de las medidas de adaptación que ayuden a sobrellevar los cambios del clima. El municipio de San Miguel Chicaj forma parte del corredor seco cuya amenaza climática principal es la sequía, por tal razón fue necesaria la evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático en la microcuenca del río San Miguel.

Dentro de los objetivos establecidos para el estudio, se define la identificación de las medidas de adaptación al cambio climático, de una manera participativa con actores claves influyentes en la microcuenca. Así mismo se determinó la vulnerabilidad de la microcuenca, dividiéndola en tres sectores, la parte alta-media, la parte baja y el área urbana.

Para llevar a cabo el estudio de evaluación de la vulnerabilidad la metodología¹⁹ se dividió en tres apartados: 1) generación de la línea base y revisión de información secundaria y primaria, 2) elaboración del perfil de la vulnerabilidad, integrando factores de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación y 3) el análisis de vulnerabilidad con talleres participativos a líderes comunitarios, instituciones y actores clave que tienen influencia en el área. Lo anterior fue determinante para el análisis de la cadena de impacto y la identificación de medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad al cambio climático y aumentar la resiliencia de las comunidades.

¹⁹ GIZ. 2016. El libro de la vulnerabilidad. Concepto y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad. Alemania, enero 2016.

2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cambio climático es uno de los problemas más graves en la actualidad. La variación del clima trae grandes consecuencias a todo el planeta, porque determina las condiciones de vida de las poblaciones, haciéndolas vulnerables a amenazas tales como: sequías prolongadas, inundaciones, aumento de plagas y enfermedades (humanas y agrícolas), tormentas y olas de calor, lo que sumado al efecto antropogénico sobre el medio ambiente (deforestación, agricultura, incendios forestales, entre otros) aumenta la escasez de recursos y el desequilibrio del ecosistema.

Guatemala por sus características geológicas, ambientales y condiciones sociales es uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático y una de las zonas más vulnerables se encuentra en el corredor seco del país, en donde las sequías se han prolongado con impactos en las pérdidas de las cosechas que incrementa la inseguridad alimentaria en familias que viven en pobreza y pobreza extrema.

Las comunidades del caserío Chicajá, caserío Las Vegas, aldea San Rafael y aldea Santa Rita, pertenecientes a la parte alta y media de la microcuenca, las comunidades de aldea Dolores, caserío Pacaní, aldea Rincón de Jesús, caserío San Pedro, aldea El Progreso y aldea San Francisco, ubicadas en la parte baja de la microcuenca y los cantones San Juan, La Cruz, San Pedro y Sandoval, del área urbana del municipio de San Miguel Chicaj, departamento de Baja Verapaz. Sus pobladores requieren disponer de recursos para vivir; a consecuencia del cambio climático, esto es cada vez más difícil siendo el principal problema la desinformación, definición e incorporación de medidas de adaptación en el desarrollo de sus actividades, así como la falta de acompañamiento de las medidas de adaptación por parte de la estructura institucional del estado, lo que trae como consecuencia el aumento de la vulnerabilidad al cambio climático.

2.3. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala, la parte denominada “Corredor Seco” sufre de canículas cada vez más prolongadas debido a las alteraciones del clima, lo que aumenta el riesgo en seguridad alimentaria para los habitantes de esta región. En Baja Verapaz, los municipios más afectados son: Cubulco, Salamá (sur y centro-norte), El Chol (sur), Rabinal (centro), San Jerónimo (noroeste), San Miguel Chicaj (porciones centro-este y centro-oeste)²⁰.

En el año 2014 se presentaron 49 días sin lluvias, ocasionando pérdidas de hasta el 90% en las cosechas, en el año 2015 se registraron cerca de 55 días sin lluvias²¹; debido a la ocurrencia de estos eventos extremos de sequía, la disponibilidad del agua en el municipio de San Miguel Chicaj ha disminuido, no solo para el uso agrícola, también para uso doméstico, en donde la distribución del recurso se ha vuelto cada vez más irregular.

Con la siguiente investigación se busca cuantificar la vulnerabilidad a la sequía en la microcuenca San Miguel, en base a los usos que se le da al agua en esta región geográfica, y de esta manera poder identificar y fortalecer las capacidades adaptativas de la población desarrollando medidas de adaptación al cambio climático adecuadas para la región y al evento climático extremo, sequía.

Los resultados serán importantes para la municipalidad, organizaciones no gubernamentales y ayudas internacionales, que se enfoquen en fortalecer la adaptación al cambio climático en la microcuenca San Miguel y darle seguimiento a cada medida identificada.

²⁰ García Marroquín, R. M. 2018. El impacto del cambio climático en el corredor seco de Guatemala. Trabajo de graduación. Guatemala, agosto de 2018. 137 p.

²¹ INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología). 2018. Meteorología: Información histórica. Disponible en www.insivumeh.gob.gt.

2.4. MARCO CONCEPTUAL

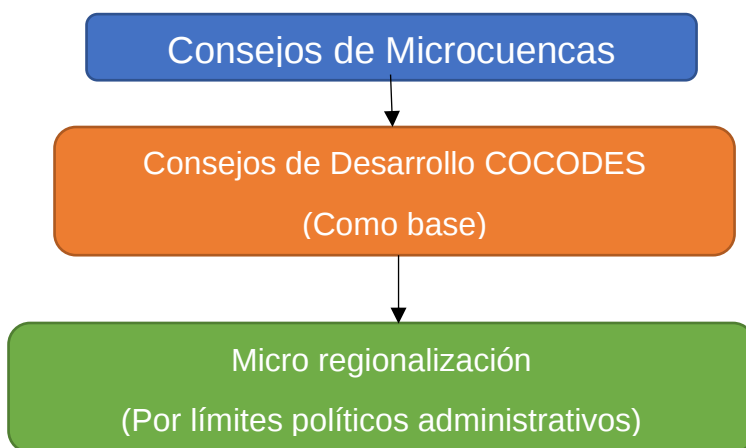
2.4.1. Definición de microcuenca

La microcuenca es un territorio delimitado por las partes altas (parteaguas), en donde las aguas superficiales drenan en un mismo curso, con una superficie entre 3 mil y 5 mil hectáreas, con una población no mayor a 20 comunidades. (UICN, 2009).

La unidad básica de planificación es la microcuenca, por el tamaño que ocupa permite la adecuada intervención en la utilización de los recursos naturales y la medición de indicadores para la incorporación de programas y proyectos en las comunidades que la habitan y mejora las interacciones entre los aspectos económicos, sociales y ambientales. (GCP/ELS/008/SPA).

2.4.2. Organización de la microcuenca

Una microcuenca bien organizada consta de Consejos de Microcuencas, integrada por los Consejos Comunitarios de Desarrollo -COCODE- de segundo nivel como base para la intervención, identificación e implementación de acciones de desarrollo en la microcuenca, y el consejo de microcuencas puede ser adoptado como una unidad de micro regionalización. (UICN, 2009).



Fuente: Tomado de UICN, 2009

Figura 11. Modelo de organización de la microcuenca

2.4.3. Aspectos de la microcuenca

Una microcuenca tiene aspectos biológicos, físicos, económicos y sociales, en donde las comunidades pertenecientes a esta delimitación geográfica interactúan constantemente con el ambiente, incidiendo en la calidad de vida de cada comunidad y condicionados a la disponibilidad de los recursos naturales existentes en la microcuenca, el uso de estos recursos crea diferentes efectos que pueden ser favorables y no favorables para el bienestar humano. (Forgaes, s.f.).

2.4.4. Definición de línea base

La línea base es la etapa inicial para generar información de referencia para la ejecución de proyectos y programas en el área de influencia. Con relación a la microcuenca es la situación ambiental y socioeconómica de los pobladores. (FAO, 2007).

La línea base es un estudio que permite obtener información sobre los indicadores contemplados en programas o proyectos de acuerdo con sus objetivos, resultados planeados y el contexto donde se desarrolla obteniendo un diagnóstico inicial como base para la planificación, ejecución y evaluación. (GIZ, 2017).

2.4.5. Importancia de la línea base

La línea base juega un papel importante en la evaluación de los indicadores y el seguimiento de estos cuando se desarrollan programas o proyectos, y también permite la definición de las metas que se pretenden alcanzar siguiendo los objetivos del programa en un lapso definido. (CONEVAL, 2013).

Facilita el seguimiento y evaluación de programas y proyectos identificando cambios a parámetros cualitativos y cuantitativos, actuando como puente de enlace entre la información producida y toma de decisiones ante los cambios presentados. (GIZ, 2017).

2.4.6. Indicadores

“Los indicadores son parámetros que proporcionan información sobre los estados o condiciones específicas que no son directamente medibles”. (GIZ, 2016).

Los indicadores pueden ser cuantitativos y cualitativos dependiendo de los parámetros que se desean medir, (FAO, 2007). Deben proporcionar información simple, sin ambigüedades y que su significado se pueda interpretar de manera lógica. Por lo general, brinda información única; no significa que no se pueda interpretar en otro contexto. Los indicadores forman parte del monitoreo de los avances de objetivos en los programas, proyectos o actividades desarrolladas, mostrando información para cada objetivo y provee información a los resultados de estos. (CONEVAL, 2013).

2.4.7. Características de los indicadores

Según FAO y GIZ, las características que se deben considerar para la selección de indicadores son las siguientes:

- Que sean medibles (cualitativa y cuantitativamente) y que tengan relación con los objetivos del plan/proyecto.
- Recolectar información a bajo costo.
- Permitir la participación de las comunidades en la recolección, análisis y toma de decisiones.
- Que sean sensibles a los cambios en el sistema.
- Proveen información sobre la sostenibilidad del sistema objeto de monitoreo.
- Nivel de agregación que permita la comparación con otros indicadores en el tiempo.
- Es válido y relevante, representa bien el factor que desea evaluar.
- Es confiable, creíble y también permite la adquisición de datos en el futuro.
- Es claro en su dirección, es decir, un incremento del valor es claramente positivo o negativo con relación al factor y componente de vulnerabilidad.
- Es apropiado. Para la resolución espacial y temporal.

2.4.8. Definición de vulnerabilidad al cambio climático

“Vulnerabilidad es el grado en que un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad y los extremos climáticos” (GIZ, 2016).

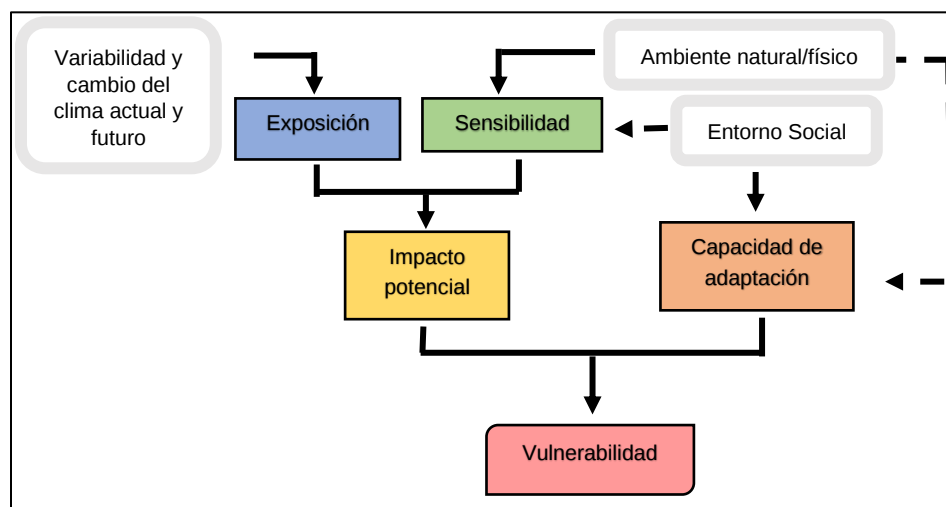
Siguiendo los modelos o proyecciones de cambio climático la vulnerabilidad de un sistema es constante e impredecible y lleno de incertidumbre por la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero por el simple hecho de ser desconocidas, y los diferentes resultados de los modelos climáticos, así como por los fenómenos climáticos extremos, a pesar de estas incertidumbres definir la vulnerabilidad de un sistema debe servir como una base para la toma de decisiones. (GIZ, 2016).

2.4.9. Importancia del análisis de vulnerabilidad al cambio climático

El análisis de vulnerabilidad inicial brinda el punto de partida para la identificación de las medidas de adaptación al cambio climático para un sistema específico, tomando en cuenta las características climáticas, ambientales y socioeconómicas del mismo. La identificación de las medidas de adaptación aumenta la capacidad de adaptación del sistema evaluado, así como la resiliencia al cambio climático, logrando a la vez, el desarrollo de las comunidades involucradas. (GIZ, 2016).

2.4.10. Componentes de la vulnerabilidad

El libro de la vulnerabilidad (GIZ, 2016) distingue cuatro componentes de la vulnerabilidad que interaccionan con la variabilidad climática, el ambiente físico y el entorno social, para dar como resultado la vulnerabilidad de un sistema.



Fuente: Tomado de GIZ, 2016

Figura 12. Componentes de la vulnerabilidad

El libro de la vulnerabilidad define los siguientes conceptos:

- A. **Exposición:** Este componente se relaciona directamente con los parámetros del clima, el carácter, la magnitud, la rapidez del cambio y la variación en el clima. Los factores incluidos en la exposición son la temperatura, la precipitación, la evapotranspiración y el balance hídrico climático, también se incluyen los eventos extremos como fuertes lluvias y sequías.

- B. **Sensibilidad:** Determina el grado en que un sistema está adverso o benéficamente afectado por la exposición a un cambio climático dado. La sensibilidad se forma por las características biofísicas y atributos naturales del sistema, entre ellos están la topografía, tipo de suelos, uso del suelo, tipo de cobertura terrestre. Dentro de los factores de sensibilidad se incluyen las actividades humanas que afectan la constitución física del sistema, como sistemas de labranza, manejo del agua, entre otro.

- C. **Impacto Potencial:** El impacto potencial está formado por la integración de los factores de exposición y sensibilización, la formación de un impacto potencial da lugar al desarrollo de una cadena de impacto más directo a impacto indirecto.

D. **Capacidad de adaptación:** Es la capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático y moderar los daños potenciales, aprovechar oportunidades o hacer frente a las consecuencias.

2.4.11. Perfil de la vulnerabilidad

En el perfil de la vulnerabilidad se fundamenta las características principales de la microcuenca, es decir, una revisión bibliográfica de información, para el posterior análisis de vulnerabilidad. El propósito del perfil es conocer de forma general la formación de cadenas de impacto del cambio climático, conociendo los factores de exposición, sensibilidad, impacto potencial y capacidad de adaptación generados en la línea base, esto se complementa con la elaboración de talleres participativos con las partes interesadas. (GIZ, 2017),

2.4.12. Cadena de impacto

La cadena de impacto “es una herramienta analítica que le ayuda a entender mejor, sistematizar y priorizar los factores que impulsan la vulnerabilidad en el sistema en cuestión” (GIZ, 2016).

Una cadena de impacto se forma con la descripción de un impacto grande, definido por los factores de exposición (condiciones climáticas), factores de sensibilidad (áreas biofísicas) y la capacidad de adaptación de las comunidades expuestas al impacto potencial definido. (GIZ, 2016)

2.5. MARCO REFERENCIAL

2.5.1. Ubicación y Localización

El municipio de San Miguel Chicaj va de 850 a 1900 msnm, con una extensión territorial de 300 km², se encuentra a 159 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala mediante carretera asfaltada vía el Rancho. (SEGEPLAN, 2017).

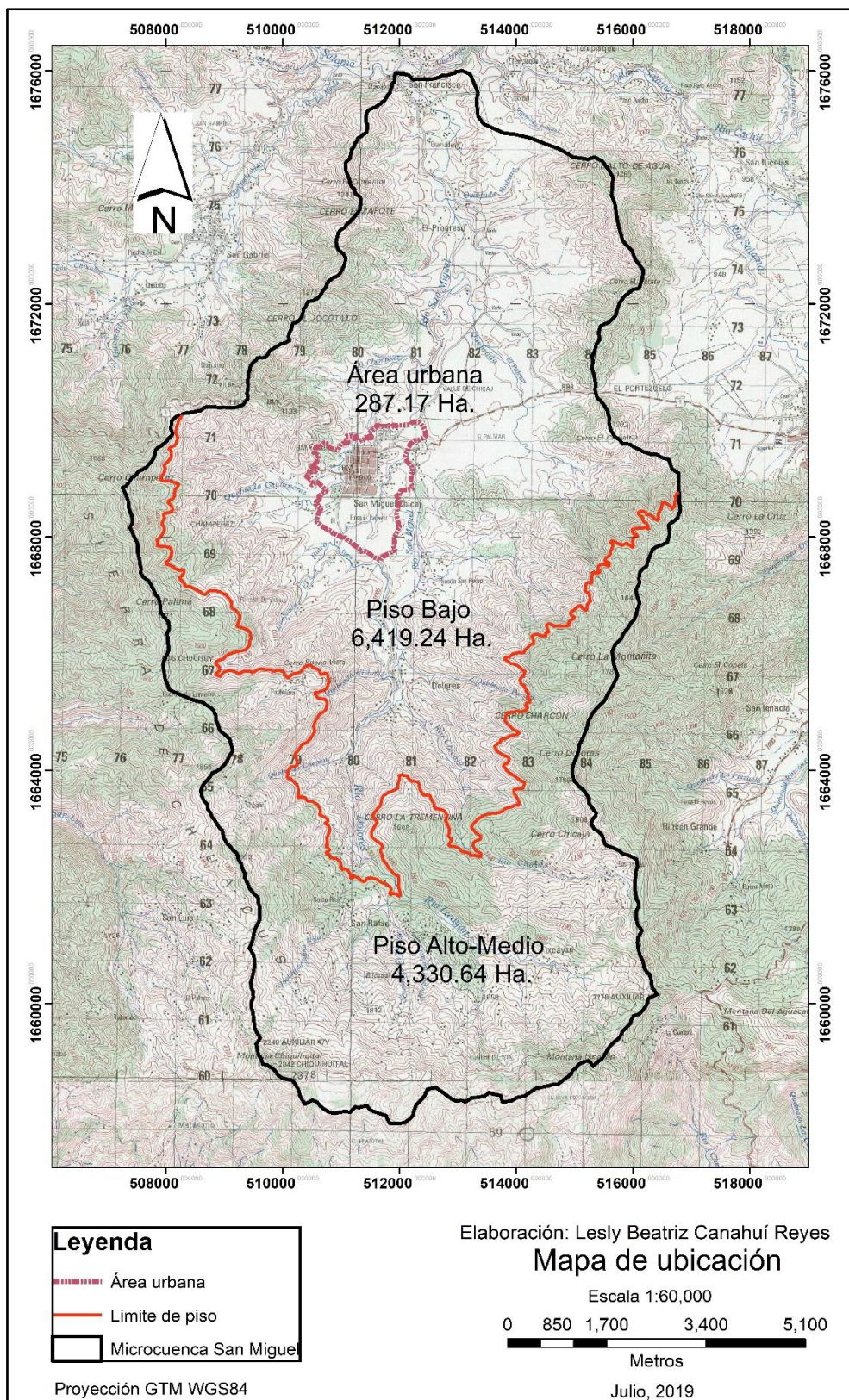
La microcuenca San Miguel, ocupa el 37% del área total del municipio, equivalente a 11,037.09 ha (110.3709 km²). (Basterrechea, M. 2011). Esta microcuenca desemboca en la subcuenca del río Salamá con desfoque en el embalse de la hidroeléctrica Chixoy, perteneciente a la cuenca hidrográfica del Rio Salinas para terminar en la vertiente del Golfo de México. (MAGA, 2009).

Según Basterrechea, M. 2011 la microcuenca San Miguel se ubica entre las coordenadas geográficas que indica el Cuadro 10.

Cuadro 10. Coordenadas de ubicación de la microcuenca San Miguel

x	y
776000	1659400
785600	1677400

La microcuenca es de forma alargada, que va de Sur a Norte, se divide en tres pisos altitudinales: “piso bajo entre las altitudes 860 y 1330 msnm, cuya extensión es de 6,706.42 ha; piso medio entre altitudes 1330 y 1800 msnm, cuya extensión es de 3,599.70 ha; y piso alto entre altitudes 1800 y 2280 msnm, cuya extensión es de 730.97 ha para una extensión total de 11,037.09 ha (110.37 km²). (Basterrechea, M. 2011).



Fuente: Elaborado con base en Asesoría Manuel Basterrechea, 2010.

Figura 13. Mapa de ubicación de la microcuenca San Miguel.

2.5.2. Geología

La formación geológica en la microcuenca San Miguel presenta rocas ígneas y metamórficas de los periodos paleozoico, cuaternario y terciario; rocas sedimentarias de los periodos Jurásico-Cretácico y carbonífero-pérmico. En el Cuadro 11 se muestran las características del tipo de roca y periodo. (MAGA Y PEDN, 2002)

Cuadro 11. Geología en la microcuenca San Miguel.

Código	Tipo de roca	Periodo	Características
Pzm	Rocas ígneas y metamórficas	Paleozoico	Rocas metamórficas sin dividir, esquistos cloríticos y granatíferos, esquistos y gneises de cuarzo-mica-feldespato, mármol y migmatita.
Qp	Rocas ígneas y metamórficas	Cuaternario	Rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de origen diverso.
JKts	Rocas sedimentarias	Jurásico-Cretácico	Formación Todos Santos, Jurásico Superior-Neocomiano (capas rojas). Incluye formación San Ricardo.
CPsr	Rocas sedimentarias	Carbonífero-Pérmico	Grupo Santa Rosa (lutitas, areniscas, conglomerados y filitas). Formaciones Santa Rosa, Sacapulas, Tactic y Macal.
I	Rocas ígneas y metamórficas	Terciario	Rocas plutónicas sin dividir. Incluye granitos y dioritas de edad pre-pérmico, cretácico y terciario.

Fuente: Elaborado en base a MAGA y PEDN, 2002

2.5.3. Fisiografía

La microcuenca San Miguel cuenta con una fisiografía muy diversa, principalmente, compuesta por áreas montañosas debido a la formación de la sierra de Chuacús, perteneciente a la región fisiográfica Tierras Altas Cristalinas, subregión Sierra de Chuacús, gran paisaje: Superficies planas interiores de Chuacús y Sierra de Chuacús. Estas regiones fisiográficas presentan valles profundos con laderas de fuerte pendiente, cortadas por el drenaje de forma subparalelo, que se orientan hacia el norte. (MAGA, 2001).

La microcuenca San Miguel presenta un valle intermontano plano en la parte Norte, donde se ubica el área urbana del municipio, con un relieve ondulado suave; en la parte alta media se observan formaciones montañosas características de la Sierra de Chuacús, terrenos con pendientes que van desde el 12% hasta laderas de fuerte pendiente (50%).

2.5.4. Suelos

Según la clasificación de la *Soil Taxonomy* en la microcuenca San Miguel existen cuatro órdenes distintos los cuales son: entisoles, Inceptisoles, vertisoles y alfisoles. En el Cuadro 12 se describen las características de cada orden y suborden.

Cuadro 12. Suelos presentes en la microcuenca San Miguel.

Serie	Sub-Orden	Orden	Características
Chol	Orthents	Entisol	Son suelos con poco desarrollo en sus horizontes, la mayoría son poco o muy poco profundos.
	Ustepts	Inceptisol	Suelos jóvenes, el desarrollo de sus horizontes es muy bajo, por lo general están secos en su interior, lo que se traduce a deficiencia de humedad.
Chicaj	Usterts	Vertisol	Estos suelos presentan limitantes físicas según el contenido de humedad, cuando

Chicaj	Usterts	Vertisol	están secos son muy duros y cuando están mojados son muy plásticos lo que dificulta el laboreo agrícola. Presentan deficiencia de humedad.
Marajuma	Ustepts	Inceptisol	Son suelos con poco desarrollo en sus horizontes, la mayoría son poco o muy poco profundos.
	Ustalfs	Alfisol	Suelos con alto contenido de arcilla en los horizontes internos, presentan deficiencia de humedad, generalmente son suelos con buen potencial de fertilidad.
Salamá fase quebrada	Orthents	Entisol	Son suelos con poco desarrollo en sus horizontes, la mayoría son poco o muy poco profundos.

Fuente: Elaborado con base en UPIE-MAGA; MAGA-BID, 2000

2.5.5. Zonas de vida y Clima

Según IARNA-URL, 2018 en la microcuenca San Miguel se pueden encontrar 3 zonas de vida, las cuales son:

- Bosque Seco Premontano Tropical (bs-PMT): Esta zona de vida se encuentra en altitudes promedio de 929 msnm, las características climáticas son: una precipitación pluvial anual entre los 624 y 1200 mm, la temperatura promedio anual mínima se encuentra entre 18.3°C y la máxima 24°C; presenta una relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación de 1.4, haciendo que en toda la zona se presente un significativo déficit de agua. El bosque seco es característico de la parte baja de la microcuenca, empezando desde aldea Rincón de Jesús, toda el área urbana y sus alrededores, hasta aldea San Francisco.

- Bosque Húmedo Premontano Tropical (bh-PMT): El bosque húmedo Premontano se encuentra en una altitud promedio de 1078 msnm, con una precipitación pluvial anual promedio de 1731 mm; las temperaturas oscilan entre los 18°C a 24°C, presenta una relación entre la evapotranspiración y la precipitación de 0.72, haciendo esta zona excedentaria en agua. Esta zona de vida se ubica en las comunidades de Aldea Dolores, llegando hasta la aldea Santa Rita, San Rafael, Las Vegas y Chicajá.
- Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT): Esta zona de vida se encuentra en una altitud promedio de 2150 msnm, con su zona más baja en 1047 msnm y la más alta en 3207 msnm. La precipitación pluvial anual promedio es de 1360 mm, aunque puede llegar hasta los 2000 mm; la temperatura mínima oscila entre los 10°C y la máxima los 18°C; presenta una relación entre la evapotranspiración y la precipitación de 0.67, lo que favorece la presencia de excedentes de agua. Esta zona se encuentra en la parte más alta de la microcuenca San Miguel, en donde no se encuentran centros poblados, solamente los terrenos donde cultivan los agricultores de aldea San Rafael y Las Vegas.

2.6. OBJETIVOS

2.6.1. Objetivo general

Determinar la vulnerabilidad al cambio climático y las medidas de adaptación en las comunidades pertenecientes a la parte alta, media, baja y área urbana de la microcuenca San Miguel, San Miguel Chicaj, Baja Verapaz.

2.6.2. Objetivos específicos

- a. Generar una línea base en aspectos biofísicos, socioeconómicos, productivos, culturales, ambientales e institucionales en la microcuenca San Miguel
- b. Establecer el perfil de la vulnerabilidad para conocer las principales características de la microcuenca que expongan su estado actual.
- c. Determinar los componentes de la vulnerabilidad, a través de la cadena de impactos en la microcuenca San Miguel.
- d. Identificar las medidas de adaptación al cambio climático -MACC- juntamente con los pobladores de las comunidades en la microcuenca San Miguel.

2.7. HIPÓTESIS

La vulnerabilidad de la microcuenca San Miguel dividida en sus partes alta-media, baja y área urbana es alta con respecto al impacto potencial, sequía, por lo tanto, las medidas de adaptación giraran en torno a esta amenaza.

2.8. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la realización de esta investigación fue proporcionada por el equipo de GIZ, los cuales la han aplicado en 4 microcuencas del departamento de Baja Verapaz: rio Cachil (Salamá), rio La Estancia (San Jerónimo), rio Xecunabaj (Cubulco) y rio Xesiguán (Rabinal).

El análisis de vulnerabilidad consistió en cuatro apartados vinculados entre sí:

- Línea base
- Perfil de la vulnerabilidad
- Análisis de la vulnerabilidad
- Medidas de adaptación al cambio climático

2.8.1. Línea base de la microcuenca San Miguel

En esta fase se recopiló información base para elaborar el perfil de la vulnerabilidad, se tomó en cuenta los aspectos biofísicos, socioeconómicos, productivos, culturales, ambientales e instituciones de las comunidades escritas en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Comunidades que forman parte de la microcuenca San Miguel.

Parte alta-media	Parte Baja	Área Urbana
Caserío Chicajá	Dolores	Cantón San Juan
San Rafael	Caserío Pacaní	Cantón Sandoval
Las Vegas	Caserío Rincón San Pedro	Cantón La Cruz
Santo Domingo Santa Rita	El Progreso	Cantón San Pedro
	Rincón de Jesús	
	San Francisco	

A. Fase de gabinete

a. Información secundaria

Se recolectaron todos los datos necesarios de información bibliográfica, por lo que se solicitó información a la municipalidad de San Miguel Chicaj, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, Instituto Nacional de Estadística -INE-, Instituto de Vulcanología, Meteorología -INSIVUMEH-, Instituto Nacional de Bosques -INAB-, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-, Cooperación Alemana -GIZ-, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS-, Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-, páginas web, mapas, entre otros.

b. Tamaño de la muestra

Para la toma de muestra, se utilizó el muestreo aleatorio simple, método que permitió la elección de viviendas al azar, para que todas tengan la misma probabilidad de ser elegidas, la fórmula para la determinación de la muestra fue:

En donde:

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza

p = probabilidad de éxito

q = probabilidad de fracaso

e = error de estimación

$$n = \frac{NZ^2pq}{(N-1)e^2 + Z^2pq}$$

i. Cálculo del tamaño de la muestra para las comunidades de la microcuenca

N = número de viviendas de cada comunidad

Z = 95% por lo tanto el nivel de confianza es de 1.96

p = 50%, la probabilidad de ser elegida es de 0.5

q = 50%, la probabilidad de no ser elegida es de 0.5

e = 0.10

Cuadro 14. Tamaño de la muestra para las comunidades de la microcuenca.

No.	Comunidades	No. Viviendas ²²	Cálculo de la muestra
Parte alta-media			
1	Caserío Chicajá	15	3
2	San Rafael	139	27
3	Las Vegas	70	14
4	Santo Domingo Santa Rita	176	34
Parte baja			
5	Dolores	180	13
6	Caserío Pacaní	123	8
7	Rincón de Jesús	296	20
8	Rincón San Pedro	85	6
9	El Progreso	254	18
10	San Francisco	362	25
Área Urbana			
11	Cantón San Juan	528	27
12	Cantón Sandoval	401	21
13	Cantón La Cruz	353	18
14	Cantón San Pedro	496	25
Total		3,478	259

²² El número de viviendas fue adquirido por entrevistas a los diferentes encargados de los puestos de salud en las comunidades, los cuales habían realizado un censo en el año 2017.

B. Fase de campo

a. Diseño de encuestas

Para el levantado de la información en campo, se diseñó una boleta de encuestas con preguntas cerradas para obtener información de aspectos socioeconómicos, productivos, culturales, ambientales e institucionales de las comunidades. (Ver Anexo).

b. Transecto

Para el levantado del transecto se recorrieron todas las comunidades que fueron objeto de estudio, anotando aspectos biofísicos de cada una de ellas, como área, topografía, relieve, uso del suelo, pendiente, entre otros, para lo cual se elaboró una boleta de campo. (Ver Anexo).

c. Grupos focales

Los grupos focales se llevaron a cabo en cada una de las comunidades, para complementar y validar la información obtenida en las encuestas y levantamiento de datos con base en el formulario del transecto.

C. Vaciado de información

Para el vaciado de información se diseñó una herramienta digital en una hoja Excel para digitalizar los datos obtenidos de las boletas físicas.

D. Variables e indicadores de línea base

Las variables e indicadores que se obtuvieron de la línea base se escriben en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Indicadores de línea base

No.	Dimensión	Variable	Indicador	Instrumento
1	Socioeconómica	Vivienda	Ubicación de la vivienda	Boleta de encuestas y transecto.
			Material del que está hecho la vivienda	
			Número de personas que habitan la vivienda	
			Edades de las personas integrantes de la familia	
			Idiomas que habla el jefe del hogar	
			Ubicación de la cocina	
			Tipo de cocina	
		Economía	Fuentes de ingreso	Boleta de encuestas y transecto.
			Tipos de trabajo	
			Migración	
		Salud	Tipos de enfermedades más frecuentes	
			Desnutrición	
		Educación	Nivel de escolaridad	
			Analfabetismo y alfabetismo	
		Servicios Básicos	Fuentes de agua	
			Electricidad	
			Drenaje	
			Transporte	
			Puestos de salud	
		Interacción social	Comités	
			COCODES	
			Asociaciones	
			Mecanismos de participación	

			Relaciones religiosas	Boleta de encuestas y transecto.
		Alimentación	Alimentos que consume durante el mes	
2	Productiva	Agricultura	Tipos de cultivo	
			Ubicación de la parcela	
			Prácticas de conservación de suelos	
		Producción animal	Tipos de animales	
			Vacunación	
			Alimentación	
		Producción artesanal	Tejido	
			Madera	
			Barro	
3	Ambiental	Saneamiento	Tratamiento del agua para consumo	
			Eliminación de excretas	
			Eliminación de la basura	
		Recursos naturales	Amenazas climáticas en la microcuenca	
			Manejo de los recursos naturales	
			Incendios forestales	
			Deforestación	
4	Institucional		Instituciones presentes en la comunidad	
			Actividades de las instituciones	

Fuente: Elaborado con base de GIZ, 2017.

2.8.2. Perfil de la vulnerabilidad

El perfil de la vulnerabilidad resultó de la información obtenida en la línea base y revisión bibliográfica en las instituciones, identificando factores de exposición, sensibilidad, impacto potencial y capacidad de adaptación en la microcuenca San Miguel, estos datos sirvieron de base para la generación de indicadores como base del análisis y la ponderación de la vulnerabilidad.

A. Factores de exposición

Los factores de exposición son aquellos relacionados con el clima, se tomaron en cuenta la precipitación promedio anual de 38 años de la estación meteorológica del INSIVUMEH que se encuentra en el municipio de San Jerónimo y la precipitación diaria desde enero de 1981 hasta diciembre de 2018 según base de datos de CHIRPS²³ para el área geográfica de la microcuenca San Miguel. El análisis climático consistió en la descripción del comportamiento de la precipitación en el intervalo de 10 años para cada mes del año, también se describe la relación con la evapotranspiración mensual según datos de la estación de San Jerónimo.

B. Factores de sensibilidad

Los factores de sensibilidad están relacionados a las condiciones de vida de los pobladores y las condiciones físicas y naturales de la comunidad por lo que se analizaron los mapas del PDM-OT de San Miguel Chicaj del año 2017 relacionándolos con lo encontrado en la fase de transecto.

²³ CHIRPS: Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data, (Grupo de riesgos climáticos Precipitación infrarroja con datos de la estación). Es una base de datos que recopila información climática global de precipitación, para prevenir hambrunas debido a fenómenos climáticos extremos como lo son las inundaciones y las sequías. (Climate Hazards Center UC Santa Barbara, 2019).

a. Factores socioeconómicos

Los factores socioeconómicos se obtuvieron de la línea base y de revisión bibliográfica, incluyen sistemas productivos y comercio, enfermedades, pérdidas por amenazas climáticas, uso y tenencia de la tierra y usos del agua.

b. Factores físicos y naturales

En los factores físicos y naturales se analizaron el manejo de los suelos, deforestación, incendios forestales, contaminación del agua y la ocurrencia de amenazas.

C. Impacto potencial

El impacto potencial es generado por la integración de los factores de exposición y sensibilidad, por lo que se analizó de manera conjunta para obtener el impacto que generan al unir los factores de exposición y sensibilidad en las comunidades de estudio y poder definir una cadena de impacto.

D. Capacidad de adaptación

La capacidad de adaptación se clasificó en aspectos socioeconómicos, biofísicos e institucionales. Se analizó tomando como base las siguientes interrogantes:

- Conocimiento: ¿hay conocimiento o experiencia que podría ayudarle a la adaptación? ¿Qué porcentaje de alfabetismo existe en las comunidades? ¿Cuál es el nivel educativo de los pobladores?
- Tecnología: ¿existen otras técnicas disponibles y accesibles que podrían mejorar la capacidad de adaptación?
- Instituciones: ¿Cómo contribuye el entorno institucional a la capacidad de adaptación? ¿Cuántas agencias existen en el municipio que brinden asistencia técnica a las comunidades?

- Economía: ¿Qué recursos económicos están disponibles para mejorar la capacidad de adaptación e implementar medidas de adaptación al cambio climático? ¿existe algún programa o proyecto que brinde incentivos a las familias?

2.8.3. Análisis de la vulnerabilidad

Para el análisis de la vulnerabilidad se analizó la información recabada de la línea base y el perfil de vulnerabilidad, a través de los indicadores generados y la propuesta de indicadores de GIZ.

Además del análisis de información se realizaron tres talleres participativos, uno para la parte alta-media, la parte baja y el área urbana, con la participación de actores que tienen influencia en la microcuenca, para la identificación de impactos potenciales a través de las cadenas de impacto, también se identificaron las medidas de adaptación para la microcuenca San Miguel.

El análisis de vulnerabilidad se llevó a cabo de la siguiente manera:

A. Mapeo de actores

Se identificaron a los actores que tienen influencia en la microcuenca, por lo que se contó con la colaboración de líderes comunitarios e instituciones que están desarrollando extensión para el desarrollo rural en la microcuenca, el objetivo es contar con la participación de las personas idóneas para la realización del taller del análisis de vulnerabilidad, ya que a ellos fueron dirigidos los resultados y hallazgos, así como la implementación de medidas de adaptación al cambio climático para la toma de decisiones.

En la Figura 14 se muestra el mapa de actores que interactúan a nivel departamental, municipal y de microcuenca.

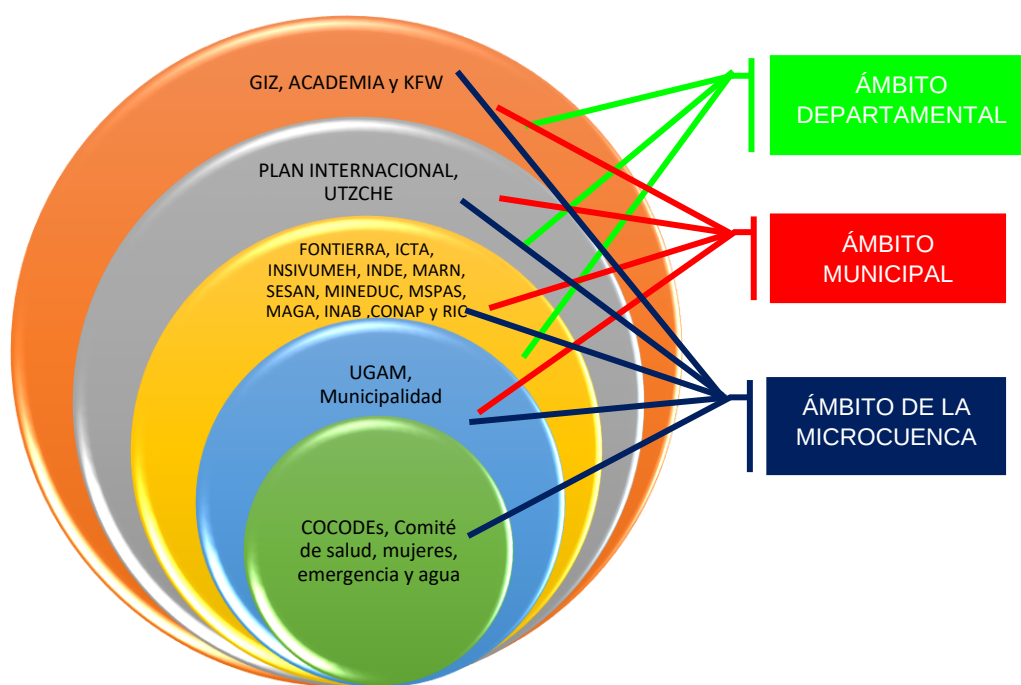


Figura 14. Mapa de actores en la microcuenca San Miguel.

B. Preparación del análisis de vulnerabilidad

Previo a realizar los talleres para el análisis de la vulnerabilidad, la integración de la línea base y el perfil de la vulnerabilidad fue clave, en este sentido; se incluyó de la selección de indicadores, la propuesta de indicadores que el programa ADAPTATE/GIZ ha estado desarrollando en otras microcuencas del departamento de Baja Verapaz.

Cuadro 16. Batería de indicadores de vulnerabilidad al cambio climático en las microcuencas de Baja Verapaz.

Componente de Vulnerabilidad	Aspecto por evaluar	Indicador	Forma de medición
EXPOSICIÓN	Características climáticas	Indicador relacionado con la temperatura promedio anual	No. de ...
		Indicador relacionado con la precipitación promedio anual	No. de ...

SENSIBILIDAD	Factores socioeconómicos	Población en condición de pobreza	%
		Población de origen indígena	%
		Población que sabe leer	%
		Diversificación de fuentes de ingresos	> 1
		Promedio del ingreso anual familiar agrícola	Q
		Pérdidas por sequía (promedio en la comunidad)	Q/evento
		Gestión del agua	Escala del 1 al 5 (de efectiva a nula)
		Conflictos por recursos naturales	> 1
		Problemática ambiental (uso excesivo de agroquímicos, contaminación de agua, desechos)	> 1
	Factores físicos y naturales	Erosión	%
		Cobertura de suelos	%
		Deforestación	% o ha.
		Incendios forestales	% o ha.
		Reducción del caudal de agua	Si/No
		Pérdida de fuentes de agua	Si/No
		Tipo de suelos	% pendiente, calidad, etc.
		Tipo de cultivos	requerimientos de agua
CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN	Aspectos socioeconómicos	Nivel de escolaridad	Nro. de años
		Fuentes de ingreso diversificadas	No. de fuentes de ingreso
	Aspectos biofísicos	Existencia de bosques o áreas reforestadas	%
		Existencia de nacimientos de agua	No de nacimiento
		Infraestructura de riego	% población con acceso
	Aspectos institucionales y organizacionales	Acceso a crédito	% población con acceso o calidad de servicio
		Organizaciones locales	Nro. o calidad de gestión organizativa

		Servicios de extensión/ asistencia técnica	% población con acceso o calidad de servicio
		Acceso a programas estatales de desarrollo	% población con acceso o calidad de servicio

Fuente: Tomado de ADAPTATE/GIZ, 2017.

C. Análisis de vulnerabilidad

Se realizaron tres talleres participativos con los actores identificados para analizar el perfil de vulnerabilidad, esto se llevó a cabo con la ayuda del desarrollo de cadenas de impacto e identificar de manera participativa las medidas de adaptación al cambio climático.

La Figura 15 se utilizó para guiar el análisis de vulnerabilidad.

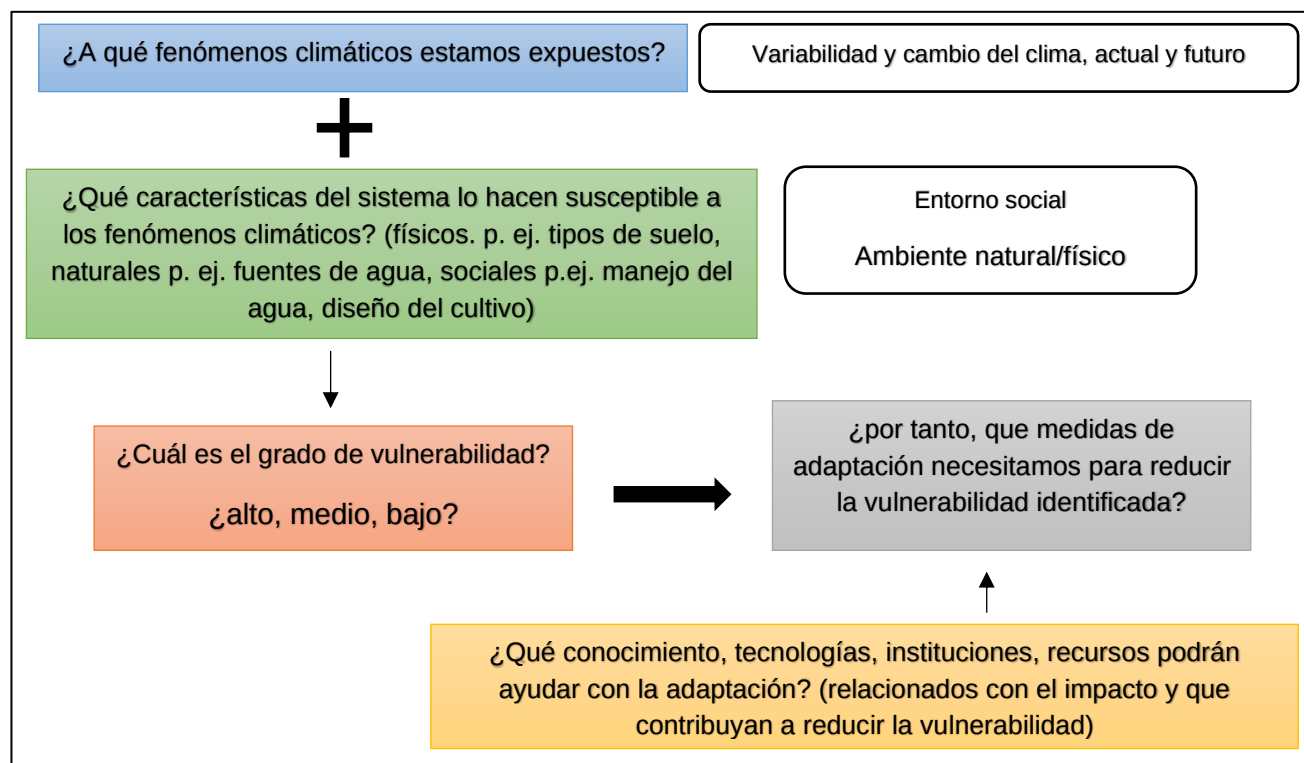


Figura 15. Cadena de impacto para el análisis de la vulnerabilidad.

a. Identificación de los componentes de la vulnerabilidad

Para el análisis de impactos potenciales el tema de interés se centró en el uso del agua en la microcuenca, *el agua para uso doméstico y el uso del agua en la agricultura (esto incluye agropecuaria y agroforestal)* para el área rural, la parte alta-media y la parte baja. El análisis para el área urbana se centró solamente en *el agua para uso doméstico*, por lo que los impactos se abordaron desde ese enfoque.

Los pasos para la identificación de los impactos en el taller participativo fueron los siguientes:

- Lluvia de ideas para identificar la principal amenaza climática.
- De la amenaza clave identificada se determina la exposición del sistema.
- Luego se identificó la sensibilidad de las comunidades.
- Para concluir de la exposición y sensibilidad se determina el impacto biofísico, social y económico.

El Cuadro 17 indica el proceso a seguir para el análisis de impactos potenciales

Cuadro 17. Identificación de impactos potenciales climáticos

Sistema de interés	Principal amenaza climática	Factores de sensibilidad climática	¿Qué zonas/actores pueden ser más afectados? ¿Por qué?	Impacto biofísico potencial (producción o infraestructura)	Impactos sociales y económicos potenciales
Agua para consumo humano					
Agricultura, agropecuaria y agroforestal					

Fuente: ADAPTATE/GIZ, 2017.

Luego de la identificación de los factores de exposición y sensibilidad se procedió a la identificación de las capacidades de adaptación de las comunidades ante el impacto potencial ya identificado. La pregunta clave para determinar la capacidad de adaptación fue: ¿Qué capacidades y recursos dentro del sistema permitirán abordar los impactos del cambio climático? Para el análisis de la capacidad de adaptación se desarrolló con ayuda del Cuadro 18.

Cuadro 18. Capacidades de adaptación.

Sistema de interés	Principal amenaza climática	Capacidades de adaptación (como se enfrentan actualmente los impactos identificados)				Nivel de vulnerabilidad (considerando impactos y capacidad de adaptación)
		Recursos (naturales, físicos, financieros)	Conocimientos y tecnologías	Formas de organización	Acciones que se están realizando	
Agua para consumo humano						
Agricultura, agropecuaria y agroforestal						

Fuente: ADAPTATE/GIZ, 2017

b. Identificación, selección y evaluación de indicadores de la vulnerabilidad

La identificación de indicadores para cuantificar la vulnerabilidad se realizó con la información obtenida en la línea base, el perfil, los talleres de vulnerabilidad y los indicadores propuesto por GIZ del programa ADAPTATE II.

Cuadro 19. Indicadores de vulnerabilidad al cambio climático identificados por GIZ programa ADAPTATE II.

No.	Indicador				
		Valores		Criterios de evaluación	
1	No. años con más de 15 días sin lluvia durante canícula en los últimos 10 años	0	5	10	7 años con más de 15 días sin lluvia durante canícula
		0		1	
2	Gestión efectiva del agua que evita conflictos por múltiples usos	1	2	3	1=óptimo, 2=algo positivo, 3=neutral, 4=algo negativo, 5=crítico
		0		1	
3	Erosión del suelo (% del área de la microcuenca con grado de erosión alta)	0	1	2	0 = < 20% del área, 1 = entre 20% y 40%, 2 = > 40%
		0		1	
4	Deforestación en los últimos 10 años	0	1	2	% área deforestada en los últimos 10 años:
		0		1	0 = < 3%, 1 = entre 3 y 5%, 2 = >5%
5	Incendios forestales en los últimos 5 años	0	1	2	0=ningún incendio/año, 1=1 incendio/año, 2=más de 1 por año
		0		1	
6	Contaminación de agua por acumulación de desechos sólidos en los cauces	0	1	2	0= baja, 1= media, 2= severa
		0		1	
	Indicador Sensibilidad				
7	Nivel de escolaridad (años de escolaridad del promedio de la población)	0	1	2	0= > 8 años, 1= entre 3 y 7 años, 2 = < 3 años
		0		1	
8	Fuentes de ingreso diversificadas	0	1	2	0= más de 2 fuentes de ingreso, 1= 2 fuentes, 2= solo 1 fuente
		0		1	
9	Existencia de nacimientos de agua	0	1	2	0= > 1 nacimiento, 1= 1 nacimiento, 2= ninguno
		0		1	
10	Organización local	0	1	2	0=alto grado de organización/gestión local, 1=medio, 2=nulo
		0		1	
11	Acceso a programas estatales (PINFOR)	0	1	2	0= amplio acceso (funciona), 1=mediano (deficiencias), 2=nulo
		0		1	

12	Servicios de extensión/AT	0	1	2	0= >40% acceso a AT, 1= entre 20% y 40%, 2= <20%
		0		1	
	Indicador Capacidad de Adaptación				

Fuente: Tomado de ADAPTATE/GIZ

Luego de la identificación de los indicadores, se evaluaron según criterio de expertos; los cuales fueron los integrantes del proyecto “Adaptación al cambio climático en el corredor seco de Guatemala” del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales financiados por el banco de Alemania KFW.

Posterior a la asignación de puntaje según criterio de expertos, se realizó la normalización de los valores para llevarlos de escalas diferentes a una escala común. La normalización se realizó con la ec. 1.

En donde:

X_0 a 1 = normalización de valores

X_i = dato a ser transformado

X_{min} = valor más bajo para este indicador

X_{max} = valor más alto para este indicador

$$X_0 \text{ a } 1 = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \text{ ec. 1}$$

Después de la normalización se procedió a realizar la sumatoria de los indicadores de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación, cada uno por separado. Antes de obtener el valor de la vulnerabilidad se obtuvo el valor del impacto potencial con la ec. 2.

En donde:

I = impacto potencial

EX = exposición

SE = sensibilidad

$$I = \frac{EX + SE}{2} \text{ ec. 2}$$

Después de calcular el impacto potencial se procedió al cálculo de la vulnerabilidad con la ec. 3.

En donde:

V = vulnerabilidad

I = impacto potencial

CA = capacidad de adaptación

$$V = \frac{I + CA}{2} \quad ec. 3$$

Para el análisis del valor de la vulnerabilidad se comparó con la escala del Cuadro 20.

Cuadro 20. Escala de la vulnerabilidad

0					1
					
Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta	
0 - 0.20	0.21 - 0.40	0.41 - 0.60	0.61 - 0.80	0.81 - 1	

Fuente: ADAPTATE/GIZ, 2017

La interpretación de esta escala estuvo en función del valor de la capacidad de adaptación y el impacto climático, entre mayor sea la capacidad de adaptación menor será la vulnerabilidad, es decir, entre más cercano sea el valor a 1 mayor vulnerabilidad tiene el sistema y entre más se acerca a 0 menos vulnerable es.

2.8.4. Medidas de adaptación al cambio climático

Las medidas de adaptación viables para las comunidades se identificaron en el mismo taller participativo del análisis de vulnerabilidad, tomando en cuenta los factores de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación.

Para el desarrollo de esta actividad se inició con una lluvia de ideas sobre qué medidas podrían contrarrestar los factores de sensibilidad y exposición; así mismo, se utilizó, como base, para ordenar las propuestas las indicadas en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Identificación de las medidas de adaptación.

Sistema de interés	Principal amenaza climática	Nivel de vulnerabilidad climática	Opciones de medidas de Adaptación	¿Qué actores deben estar involucrados? ¿Cómo y con qué roles deben involucrarse?
Agua para consumo humano				
Agricultura, agropecuaria y agroforestal				

Fuente: ADAPTATE/GIZ, 2017

Luego de identificar las medidas de adaptación se procedió a una selección y priorización de estas como se muestra en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Selección y priorización de las medidas de adaptación

Sistema de interés	Principal amenaza climática	Medidas de Adaptación propuestas	Selección y priorización de las medidas de Adaptación			Calificación
			Factibilidad	Costo	Efectividad	
Agua para consumo humano						
Agricultura, agropecuaria y agroforestal						

Fuente: ADAPTATE/GIZ, 2017.

Para ponderar la selección y priorización se utilizó la escala del Cuadro 23, la ponderación quedo a criterio de los participantes.

Cuadro 23. Escala para la priorización de las medidas de adaptación.

Factibilidad, costo y efectividad					
Escala	1	2	3	4	5

Fuente: ADAPTATE/GIZ, 2017

2.9.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La descripción de los resultados consta de tres partes, 1) inicia por detallar los aspectos de las variables de la línea base; 2) la integración del perfil de vulnerabilidad y 3) el análisis de la vulnerabilidad de las tres partes de la microcuenca, alta-media, baya y el área urbana, en donde se describen los resultados de los talleres, los indicadores, la ponderación de estos y las medidas de adaptación al cambio climático.

2.9.1. Línea base

La línea base contiene cuatro dimensiones, las cuales son:

1. Dimensión socioeconómica: contiene las variables vivienda, economía, educación, servicios básicos, interacción social y alimentación.
2. Dimensión productiva: describe las variables agricultura, producción animal y producción artesanal.
3. Dimensión ambiental: abarca las variables de saneamiento y manejo de los recursos naturales
4. Dimensión institucional

A. Dimensión socioeconómica

a. Vivienda

i. Ubicación de la vivienda

La ubicación de viviendas en ladera constituye un gran riesgo para sus habitantes, por lo que las comunidades de la parte alta-media de la microcuenca con más de 80% sobresalen del resto debido a las condiciones topográficas del área en donde se encuentran, las pendientes oscilan entre 36-55%, siendo la comunidad de Santo Domingo Santa Rita con mayor riesgo, con pendientes superiores a 55%, esto puede evitarse a futuro, con el fortalecimiento de los temas de ordenamiento territorial, gestión de riesgo a nivel municipal y campañas de concientización que busquen disminuir los riesgos actuales.

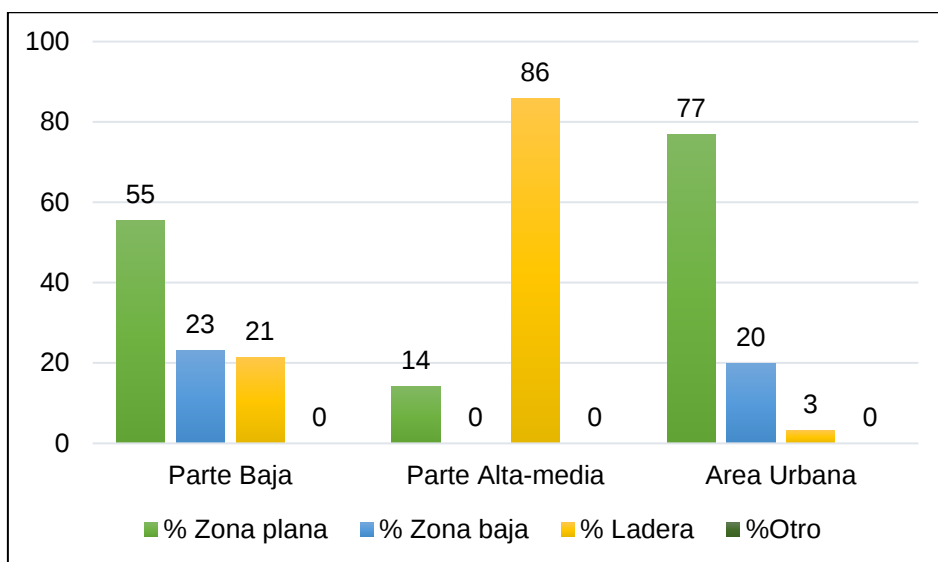


Figura 16. Condiciones del terreno donde ubican las viviendas en la microcuenca San Miguel.

ii. Material de la vivienda

En toda el área de la microcuenca predomina el material tradicional adobe para la realización de la vivienda, con un porcentaje menor en el área urbana en donde los medios de vida son más accesibles, se distribuye en 64% construidas con adobe y el 36% de block, en contraste con la parte alta-media y baja, arriba del 90% de las viviendas están hechas de adobe, esto se debe a que en las comunidades de la parte alta-media y baja elaboran sus propios adobes por el tipo de suelo que les permite hacerlo, por lo que los gastos en la construcción disminuye; sin embargo, el adobe es un material vulnerable ante los fenómenos naturales que se pueden presentar, principalmente los sismos.

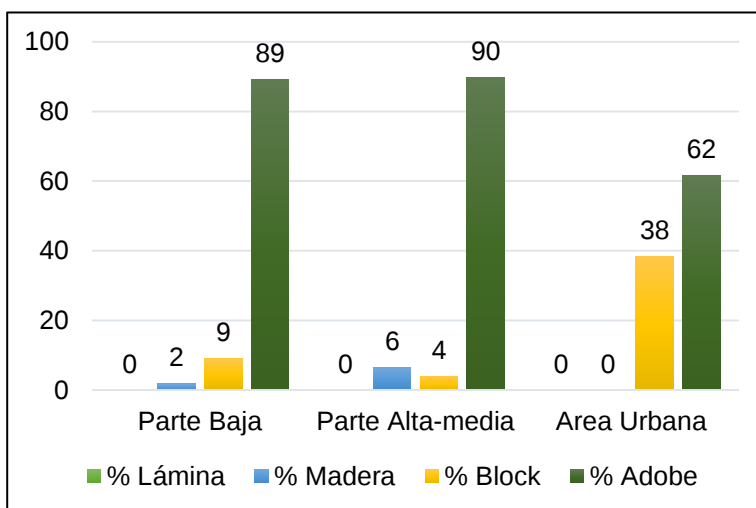


Figura 17. Material del que está hecha la vivienda.

iii. Número de personas que habitan la vivienda

En las viviendas existentes de las comunidades en la microcuenca, en la parte baja el 34% representa entre 4 a 5 personas que habitan la vivienda, se tienen porcentajes un poco más altos para la parte alta-media y el área urbana con 40% y 42% respectivamente. El 21% de viviendas en la parte baja solo habitan entre 2 a 3 personas; el porcentaje es similar en el área urbana y la parte alta-media con 29% y 23%. Existen viviendas en donde el número de personas es superior a 8, el 27% en la parte baja, 8% en la parte alta-media y 13% en el área urbana.

En contraste se presenta que el mínimo de número de cuartos que poseen las viviendas es de dos, en la parte baja, alta-media y área urbana con 54%, 45% y 45% respectivamente, se tienen porcentajes un poco más bajos para las viviendas que poseen tres cuartos con 36%, 45% y 38% para las partes baja, alta-media y área urbana, el número de viviendas que poseen cuatro cuartos son muy pocas, no sobrepasan el 15% en los tres sectores de la microcuenca, lo que significa que las personas tienen muy poco espacio para realizar sus actividades diarias, necesitando más recursos que consumir y producen una mayor cantidad de desechos.

iv. Grupos etarios

Los grupos etarios determinados en las comunidades de la microcuenca muestran un porcentaje elevado pertenecientes a las edades de 20 a 60 años, estas personas, tanto hombres como mujeres, son a las que va dirigido el estudio de vulnerabilidad por ser ellos los participantes en los grupos focales, entrevistas y la implementación de las medidas de adaptación al cambio climático, este sector comprende el 44% de la población en la microcuenca San Miguel y las personas mayores de 60 años el 5%.

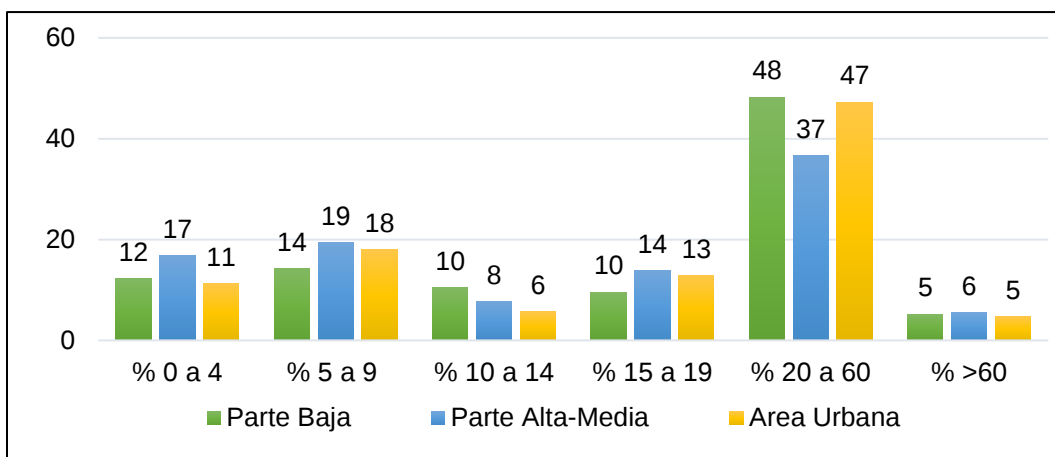


Figura 18. Grupos etarios.

v. Idiomas que se hablan en la microcuenca

Las personas que viven en las comunidades de la microcuenca San Miguel pertenecen al grupo étnico Maya Achí y mestizo, por lo que en las comunidades se hablan dos idiomas, el castellano y el Achí, en donde el 76% de la microcuenca domina ambos idiomas, el 9% el idioma Achí y el 16% el castellano, esto demuestra que la transferencia de información es posible entre emisor y receptor independientemente del idioma.

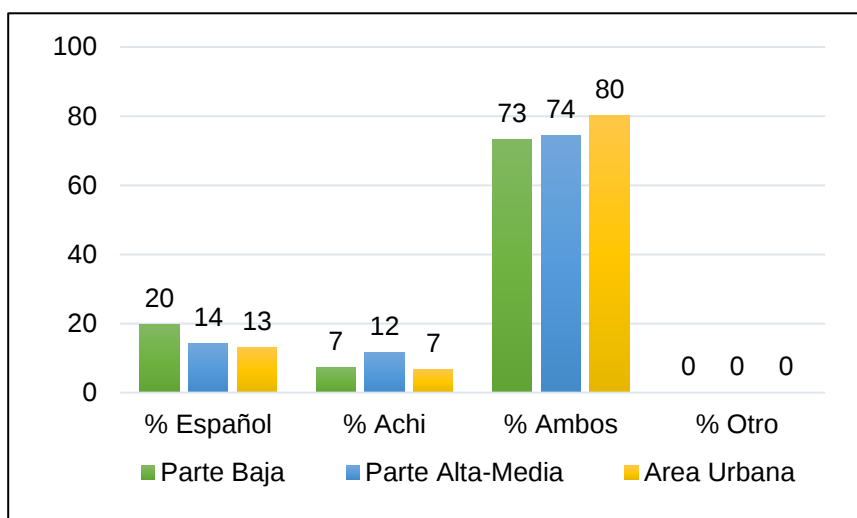


Figura 19. Idiomas que se hablan en la microcuenca.

b. Economía

i. Fuentes de ingreso

Las fuentes de ingreso en las comunidades de la microcuenca no son muy variadas respecto a las partes baja y alta-media, en estas áreas el 50% de la población se dedica a la agricultura, prestando sus servicios como jornal o mano de obra en diversos oficios o tareas que se lleven a cabo en la comunidad, lo que respecta al área urbana el 45% se dedica a la agricultura o trabajo de campo, el 9% a trabajos de seguridad y el 46% restante a otras labores, debido a que tienen un nivel educativo alto, las oportunidades y el acceso a otros lugares es posible, y logran posicionarse en otros empleos, como maestros o trabajos de oficina en las instituciones y empresas de los municipios vecinos.

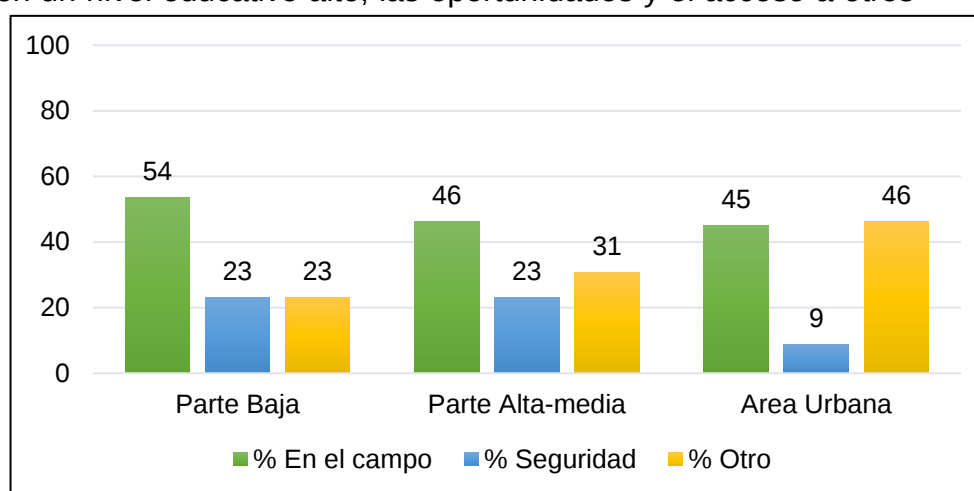


Figura 20. Principales fuentes de ingreso.

ii. Migración

El comportamiento de los patrones de migración difiere en las comunidades ubicadas en la parte alta-media en comparación con las de la parte baja y el área urbana. En la parte alta-media de la microcuenca es donde se da un mayor movimiento migratorio hacia fincas de diversos cultivos, en donde las personas trabajan por temporadas (noviembre a enero) y luego regresan a sus hogares, esto refleja las condiciones de pobreza y pobreza extrema que existe en estas comunidades, por lo que la diversificación de ingresos e implementación de proyectos que apuesten por una economía familiar estable es importante.

Cuadro 24. Migración temporal y permanente de integrantes de la familia

Migración				
División en la Microcuenca	Temporal		Permanente	
	% Si migra	% No migra	% Si migra	% No migra
Parte Baja	39	61	4	96
Parte Alta-Media	54	46	10	90
Área Urbana	16	84	3	97

c. Salud

El sistema de salud tiene cubierto gran parte de las comunidades pertenecientes a la microcuenca, en la parte alta-media la Aldea San Rafael gira como punto de reunión y enlace para las otras comunidades debido a que el puesto de salud atiende a caserío Chicajá y aldea Las Vegas. En la aldea Santo Domingo Santa Rita se encuentra habilitado un puesto de convergencia para atender a las personas que lo necesiten. En lo que respecta a la parte baja, en la comunidad de Dolores se terminó la construcción del puesto de salud, beneficiando a las personas que viven en ese sector y caseríos aledaños. En la aldea El Progreso existe un puesto de convergencia para consultas al igual que en aldea San Francisco.

En el área urbana se encuentra el Centro de Asistencia Permanente -CAP-, atendiendo a los cuatro cantones y a todas las personas de las diversas comunidades del municipio de San Miguel Chicaj.

Las enfermedades que más se presentan en la microcuenca depende en su mayor parte al clima, en la época seca, se dan casos de diarrea y trastornos en la piel, debido a las altas temperaturas que generan el ambiente adecuado para la proliferación de insectos, los cuales contaminan los alimentos, en la época fría, predomina la gripe y tos en niños por lo que los centros de convergencia y puestos de salud deben estar preparados para atenderlos.

d. Educación

i. Alfabetismo en la microcuenca

En promedio, la población alfabeta en la microcuenca es de 73%, las comunidades de la parte baja y el área urbana comparten un porcentaje del 80% de la población que sabe leer y escribir. En cuanto a la parte alta-media de la microcuenca el 41% es analfabeta en comparación con las otras dos partes en donde se mantiene el 20% de individuos que no saben leer y escribir.

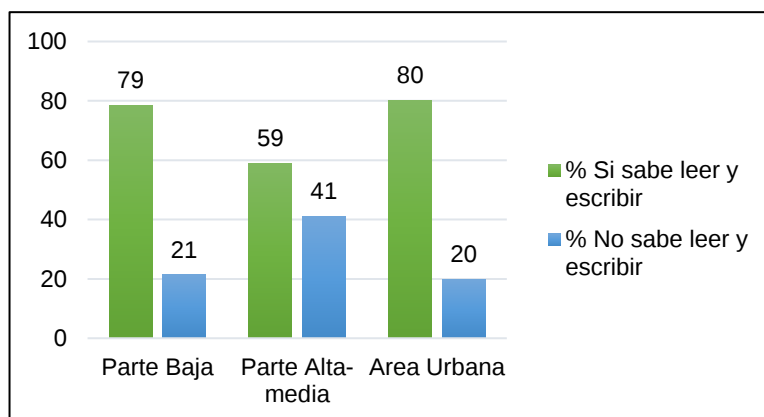


Figura 21. Alfabetismo en la microcuenca.

Según Conalfa para el año 2019 se tiene que 4,568 personas mayores de 15 aún no saben leer y escribir lo que representa el 13.80% de la población total del municipio de San Miguel Chicaj.

ii. Nivel de escolaridad

En las comunidades de la parte alta-media de la microcuenca están habilitados tres niveles educativos, preprimaria, primaria y básico. Para continuar el siguiente ciclo, diversificado, los estudiantes deben de bajar al área urbana y completar sus estudios de nivel medio, esto se refleja en los porcentajes obtenidos de las encuestas, en donde solamente el 12% tiene estudios de nivel medio, y la mayor cantidad de estudiantes se concentra en el nivel primario con el 58%.

En la parte baja de la microcuenca se observa un porcentaje del 16% de estudiantes que cursan el nivel diversificado, debido a que en algunas comunidades de esta área tienen habilitados institutos de nivel diversificado, haciendo más accesible el terminar sus estudios de nivel medio.

En el área urbana los porcentajes se distribuyen en cada nivel académico, este alcanza el 23% para el nivel medio y el 7% de los estudiantes en el nivel universitario.

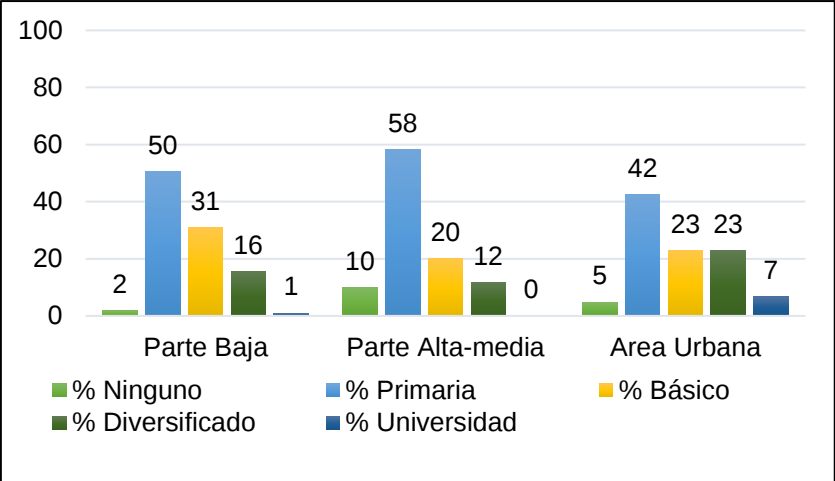


Figura 22. Nivel de escolaridad en la microcuenca

e. Servicios básicos

i. Fuentes de agua para consumo humano

Las principales fuentes para la obtención del agua de consumo humano varían en gran manera para cada parte analizada de la microcuenca. El sistema de abastecimiento de agua es por medio de tuberías, pozos y afluentes naturales.

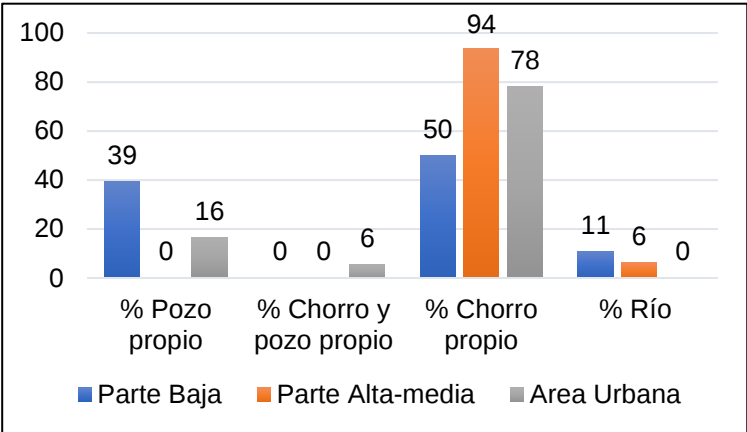


Figura 23. Obtención de agua para consumo

En promedio se tiene que el 74% de la población tiene acceso a agua mediante un sistema de tuberías, generando grandes ventajas principalmente en el ahorro de tiempo por conseguir el agua desde su fuente y disponer en cualquier momento del vital líquido. El 20% la obtiene de pozos artesanales, refiriéndose a la parte baja y el área urbana, en donde el agua escasea y los habitantes dependen del agua subterránea, y el 6% que la consigue en ríos o quebradas.

ii. Suministro de energía eléctrica

La distribución de electricidad por las comunidades de la microcuenca es uniforme, en donde el 94% de la población tiene acceso a la red eléctrica. Sin embargo, hay algunas familias que no cuentan con el servicio de energía eléctrica en sus hogares representadas por el 6%. Es importante destacar que en la comunidad Chicajá, ubicada en la parte alta-media, no llega el tendido eléctrico, por lo que la implementación de electricidad con el uso de paneles solares representa una oportunidad para la comunidad.

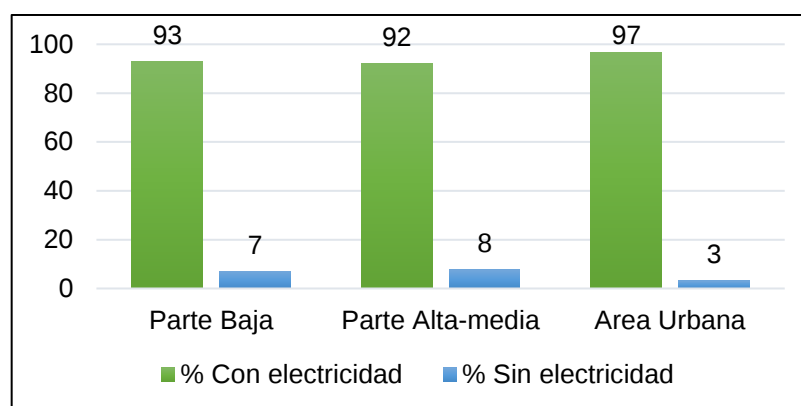


Figura 24. Suministro de energía eléctrica

iii. Drenaje

La distribución de drenajes en la microcuenca se da únicamente en el área urbana del municipio, en donde existe solamente el sistema de alcantarillado para aguas servidas que desembocan en dos plantas de tratamiento, una ubicada en el sector El Guapinol del Cantón Sandoval que vierte las aguas ya tratadas al cauce del río San Miguel, la segunda planta está ubicada en el límite entre cantón La Cruz y Sandoval y vierte sus aguas en la quebrada que pasa por ese lugar. No existe un drenaje pluvial por lo que el agua de lluvia va directamente a desembocar al río San Miguel y otras quebradas.

iv. Transporte público

El transporte público es una realidad en cada una de las comunidades de la microcuenca, las personas lo usan para poder transportarse, principalmente al área urbana, y movilizar sus mercancías, ya sea para comercializarlas o llevarlas a su hogar. El precio que pagan por la movilización depende del estado de la carretera, el medio de transporte utilizado, el precio del combustible y la distancia que los separa del área urbana. El trasporte desde la parte alta-media hacia el área urbana se hace por medio de camiones, el monto es de Q.10.00, desde la aldea Las Vegas, y el tiempo que se llevan en llegar al área urbana es de una hora, debido al mal estado en que se encuentra la carretera, la cual empeora en época lluviosa. De la parte baja hacia el área urbana el precio varía entre Q.3.00 a Q.5.00 en un tiempo de 30 minutos.

f. Interacción social

i. Representación colectiva

Cada una de las comunidades que integran la microcuenca está organizadas en COCODE'S, organizada por representantes de las comunidades y su función principal es la promoción del desarrollo económico, social y cultural de la comunidad. Además de la organización local de desarrollo, los pobladores se organizan en comités, para la adecuada distribución de los servicios básicos, principalmente la distribución y tratamiento del agua, y grupos de ahorro.

ii. Participación social

Según las encuestas realizadas en las comunidades solamente el 30% de la población participa en algún comité o asociación formada en la comunidad, y el 66% asiste a las reuniones organizadas por el COCODE. Este dato es importante porque representa la participación social en la microcuenca que supera el 50%, esto significa que los pobladores muestran interés por el desarrollo de su comunidad, intercambiando ideas y opiniones e informándose de los acontecimientos en el área

iii. Relaciones religiosas

Las religiones establecidas en la microcuenca son la católica y la religión evangélica, teniendo un promedio del 52% de personas que pertenecen a la religión católica y el 4% que no asiste a ninguna de las dos religiones mencionadas, el restante 46% practica la religión evangélica.

g. Alimentación

i. Ubicación de la cocina

De acuerdo a las encuestas realizadas; más del 50% de las familias en toda la microcuenca ubican la cocina en un cuarto aparte de los que compone la vivienda principal. En la parte alta-media de la microcuenca el 33% de las familias ubican la cocina dentro del cuarto²⁴, exponiendo a los miembros de la familia al humo que puede provocar esta actividad por el uso de leña como combustible para cocinar sus alimentos. La implementación de ambientes adecuados para la cocina es indispensable, al igual que la construcción o uso de estufas ahorradoras de leña con la evacuación ordenada del humo.

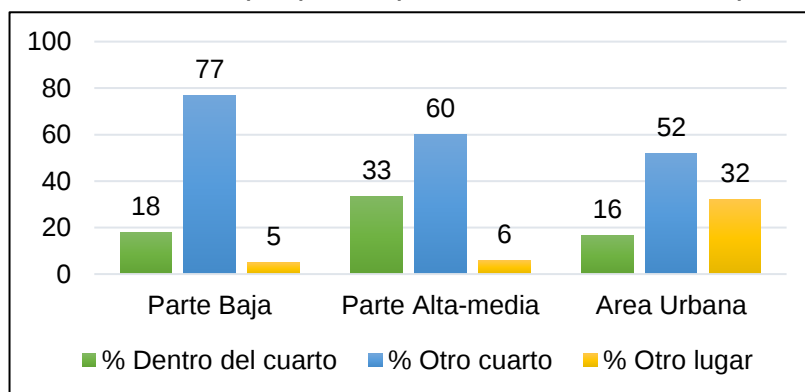


Figura 25. Ubicación de la cocina.

ii. Tipos de estufa para cocción de alimentos

En el área urbana se concentra el mayor número de familias que utilizan estufa de gas para la cocción de los alimentos el cual es de 32%; la parte alta-media y baja no superan el 5%; además de contar con estufa de gas es muy habitual encontrar hogares en donde se utilice el fogón alto, sobre un polletón, a base de leña para cocinar sus alimentos. De lo anterior

²⁴ Hace referencia a la ubicación de la cocina en el corredor de la casa o en la habitación en donde duermen los miembros de la familia.

se deduce que cerca del 90% de las familias usa la leña como combustible, que induce una tasa de deforestación del anual; además de provocar daños en el sistema respiratorio de los pobladores, la implementación de estufas ahorradoras reduciría de gran manera el impacto que se genera, debido a que disminuye la cantidad de leña a utilizar, y reduce la cantidad de humo que las personas inhalan

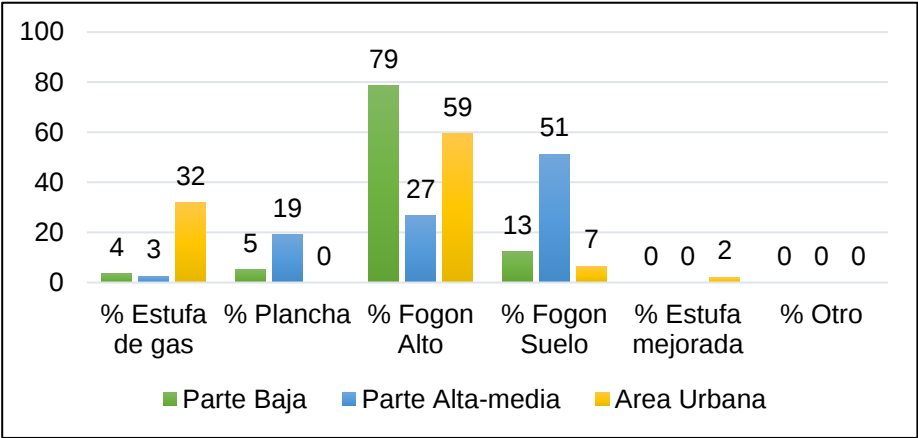


Figura 26. Tipos de estufa para la cocci3n de alimentos.

iii. Alimentos que consumen durante el mes

En la microcuenca San Miguel existe una diversidad de consumo de alimentos en las comunidades en donde, adem1s de consumir granos b1sicos, ma1z y frijol, basan su dieta en el consumo de caf1, hierbas, hortalizas, pollo, y los derivados de estos como, huevos principalmente, en menor proporci3n el consumo de carne de res o de cerdo, yuca (*Manihot esculenta*) y camote (*Ipomoea batatas*).

El consumo de alimentos se limit3 en conocer la principal fuente de alimentos en las comunidades, esta lista se hace m1s extensa en el 1rea urbana; en donde, adem1s de los que se encuentran en la Figura 27 se consumen otro tipo de alimentos, como arroz, pastas, y pescado.

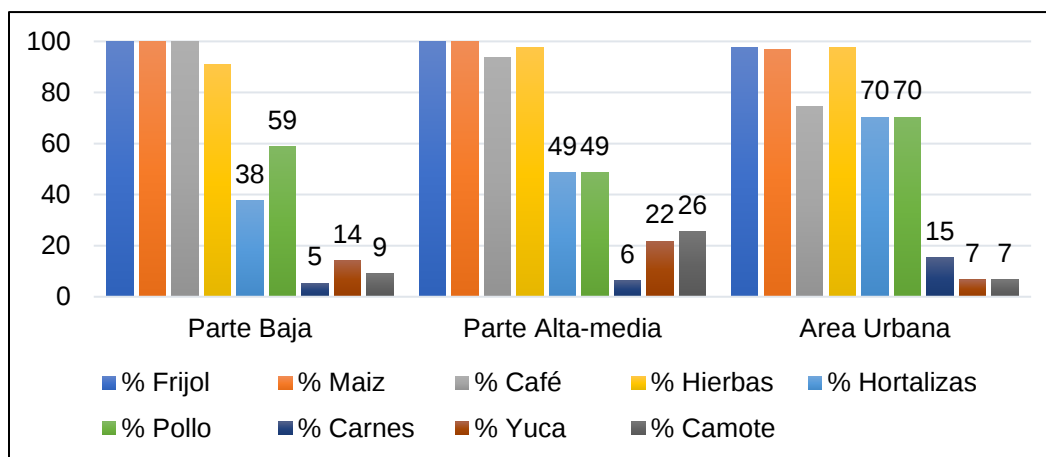


Figura 27. Tipos de alimentos que consumen durante el mes.

B. Dimensión productiva

a. Agricultura

La principal fuente de ingresos alimenticios en las comunidades rurales de la microcuenca es la agricultura, la cual se ha visto amenazada por los cambios del clima, lo que causa grandes pérdidas en los cultivos, a raíz de esto las familias buscan otra fuente de ingresos. De esto se observa que en promedio el 25% de los comunitarios no posee área para siembra, se dedican a vender su mano de obra en otros oficios o como jornales, y el 75% restante se distribuye entre tener terreno propio, prestado o alquilado, para producir sus propios alimentos.

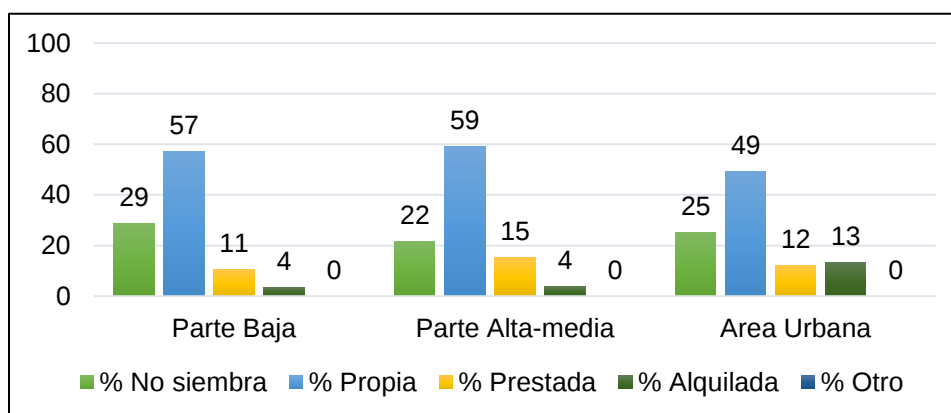


Figura 28. Tenencia de la tierra en agricultura

La actividad agrícola se concentra en los cultivos de maíz y frijol, como principal fuente de alimentos, en todas las partes de la microcuenca, y un pequeño grupo, en el área urbana, produce el cultivo de maní (*Arachis sp.*), básicamente para venta. En la parte baja de la microcuenca se encuentran establecidos cultivos intensivos anuales como ejote francés (*Phaseolus vulgaris*), tomate (*Solanum lycopersicum*), sandía (*Citrullus lonatus*), entre otros distribuidos bajo condiciones protegidas. En la parte alta-media el cultivo de café (*Coffea arábica*), empezó a tomar auge desde hace unos años, por lo que se puede ver a algunos agricultores en esa área animados a probar con este tipo de cultivo, produciendo sus propias plantas en almácigos para luego establecerlas.

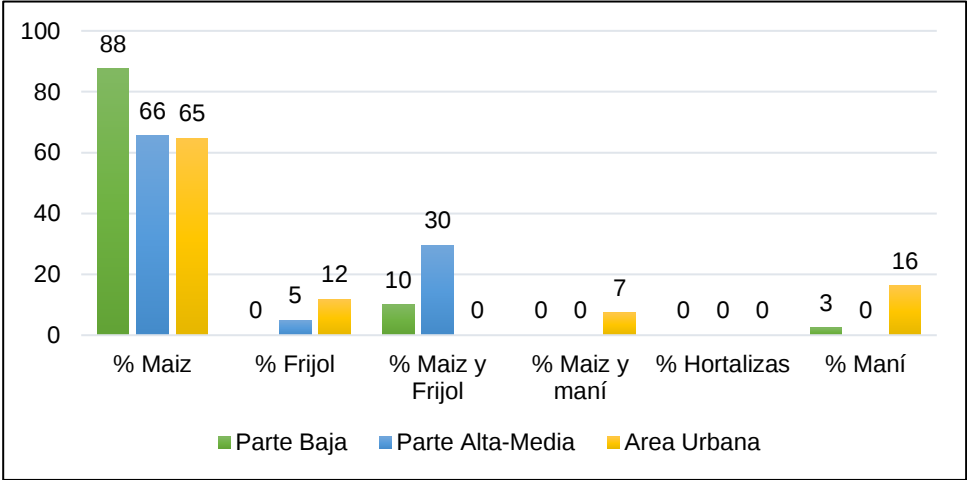


Figura 29. Principales cultivos en la microcuenca

Como se puede observar en la Figura 30, las condiciones del terreno destinado a la siembra de los agricultores, en la parte baja y área urbana el 68% lo hace en áreas planas, permitiendo con facilidad el ingreso de maquinaria o animales para el arado del suelo, y el 32% se ubica en ladera, en donde el mecanizado del cultivo no es posible. En la parte alta-media el 100% de los agricultores afirma que la ubicación de su parcela es en ladera, por ser áreas montañosas, los terrenos son escarpados, con pendientes que van desde 12% hasta 55%, el acceso a los terrenos es por veredas, en donde se dificulta aún más el movimiento de los insumos agrícolas, principalmente fertilizante, para su traslado utilizan semovientes, que alquilan, lo cual aumenta el costo de la producción.

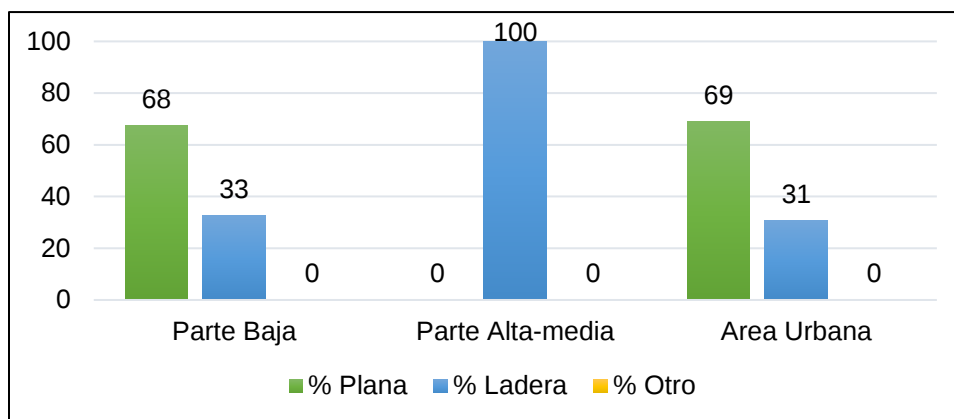


Figura 30. Condiciones del área de siembra

En la parte baja y el área urbana de la microcuenca los agricultores dependen de la época lluviosa para el éxito de sus cultivos al 100%, esto es un poco diferente en la parte alta-media, existiendo sistemas de riego de tipo aspersión, gracias a programas derivados de instituciones. Algunos agricultores lograron beneficiarse obteniendo materiales para la instalación de este tipo de riego, y otros, con el paso del tiempo, han visto la posibilidad de comprar los materiales por ellos mismos.

En cuanto a las prácticas de conservación de suelos, solamente el 20% indicó que las realiza en su parcela, tales como: barreras muertas, barreras vivas, curvas a nivel, el uso de rastrojos y la incorporación de abonos orgánicos.

El restante 80% no aplica o no conoce las prácticas de conservación de suelos; sin embargo, los agricultores son conscientes del daño que le ocurre a su parcela al no tener prácticas adecuadas de conservación, otros afirman conocer las prácticas, pero no las realizan por falta de tiempo. Esto tiene la connotación, por un lado, fortalecer a los que utilizan prácticas de conservación y ampliar el conocimiento para el uso y aplicación sistemática de estas medidas y por otro, ser una ventana demostrativa para los que no la realizan en sus parcelas.

b. Producción animal

La producción animal a nivel familiar, varía para cada parte de la microcuenca, la crianza de aves es notoria, en promedio, el 76% de las familias poseen pollos, gallinas, chompipes o patos para consumo familiar, los excedentes los venden en el mercado local para generar ingresos. Las otras especies son cerdos (41%), destinados también al consumo familiar y para la venta cuando se necesite ingresos; el porcentaje de bovinos es menor del 3%.

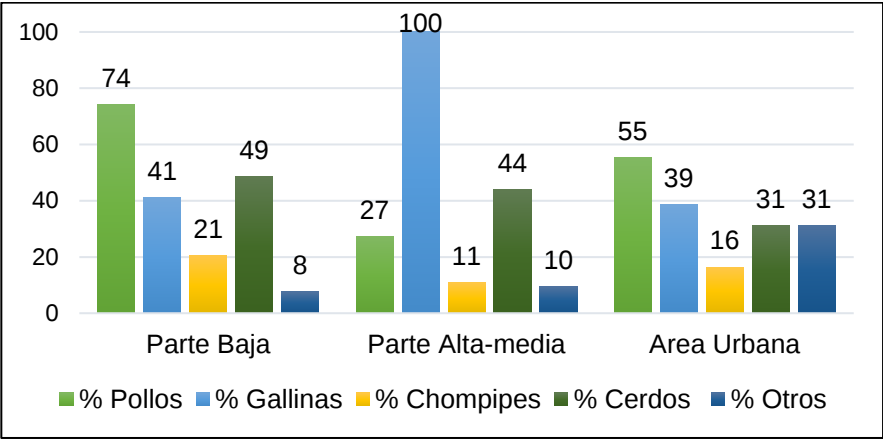


Figura 31. Producción animal familiar.

Las familias alimentan a las aves, principalmente con maíz, debido a que no tienen acceso a concentrado. Las aves y cerdos no cuentan con instalaciones adecuadas por lo que estos circulan de manera libre por la vivienda y como consecuencia la higiene familiar se ve afectada.

Con respecto a las vacunas, se observa la Figura 32 que un poco más del 50% en la parte baja y área urbana vacunan aves y cerdos, en la parte alta-media, la práctica de vacunación es escasa, solamente el 34% vacuna sus aves y cerdos. El fortalecimiento en capacitaciones y disponibilidad de vacunas para estos animales es importante para mejorar la seguridad alimentaria en la familia y garantizar el buen crecimiento y desarrollo de estos.

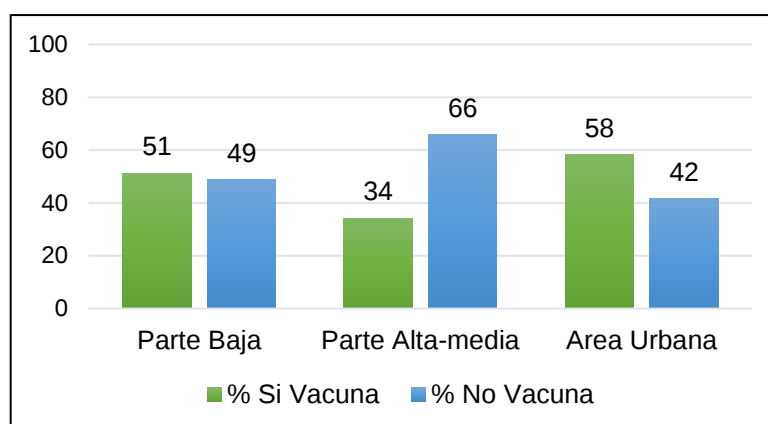


Figura 32. Vacunación

c. Producción artesanal

La producción artesanal no forma parte importante en la economía familiar. De las personas entrevistadas, la mayoría se dedica a la agricultura, o presta sus servicios como mano de obra en otros oficios.

La única actividad artesanal identificada la constituye el tejido en telar de cintura llevado a cabo por mujeres, las cuales tejen güipiles, fajas, servilletas, bolsas, bordados y manteles. Algunos de estos productos los venden para obtener un poco de ingreso, y para disminuir los costos ellas mismas los utilizan.

C. Dimensión ambiental

a. Saneamiento

i. Tratamiento del agua para consumo humano

En promedio el 92% de la población hierve el agua para consumo humano, en porcentajes menores se encuentran las personas que cloran el agua antes de consumirla, menos del 10% la clora y el 5% la filtra.

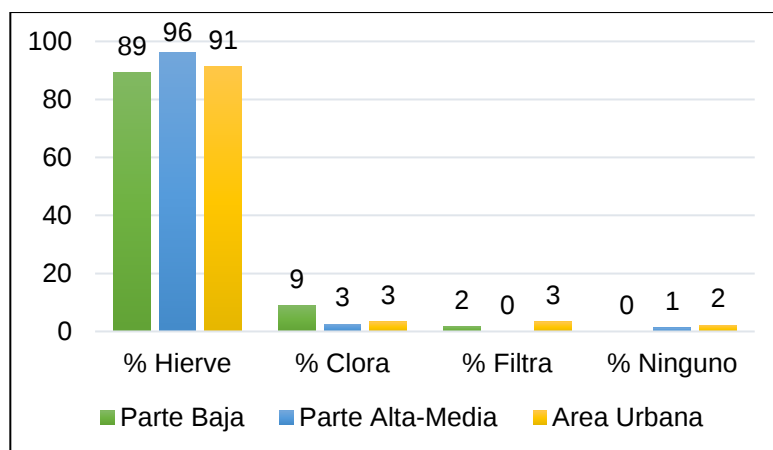


Figura 33. Tratamiento del agua para consumo humano

ii. Eliminación de excretas

La letrina es la forma habitual de la eliminación de excretas en las comunidades rurales de la microcuenca, en promedio el 76% de las personas tienen y usan la letrina para la eliminación de excretas. Es importante resaltar que existe un pequeño porcentaje en la población que posee inodoro (baño lavable) en lugares donde no existe red de alcantarillado sanitario, por lo que los desechos son desviados hacia ríos o quebradas, lo que puede repercutir en la salud de los habitantes de las comunidades ubicadas aguas abajo.

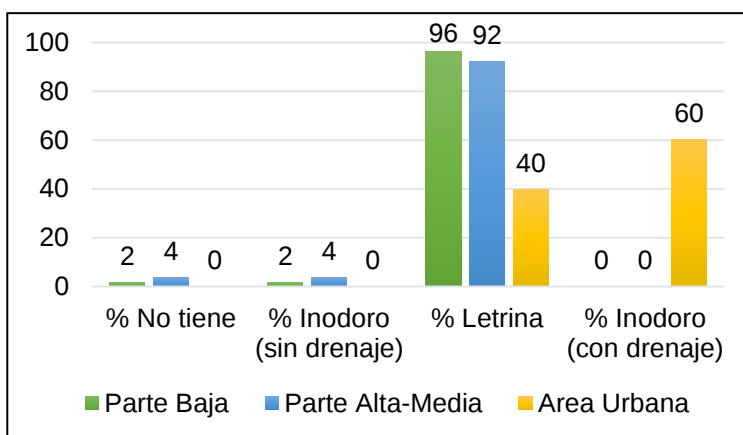


Figura 34. Eliminación de excretas.

iii. Eliminación de desechos sólidos

Es común quemar la basura que se produce en el hogar, no importa si es de origen orgánico e inorgánico, esto se observa en la Figura 35, en donde para la parte baja y alta-media más del 70% de las familias queman la basura; un porcentaje menor se ubica en el área urbana, en donde el 45% de las personas quema la basura en su patio, o algún otro lugar donde

pueda hacerlo y el 40% utiliza el servicio privado para trasladar la basura que produce al basurero municipal, en donde recibe el mismo destino, la quema en el vertedero.

En menos del 25% se observa que la segunda opción para deshacerse de la basura es enterrándola, lo que causa contaminación al suelo, y no más del 5% separa la basura y utiliza la basura procedente de materiales orgánicos como abono para las plantas que se encuentran en la casa, por lo que la cultura del reciclaje y reducción de los desechos sólidos es limitada.

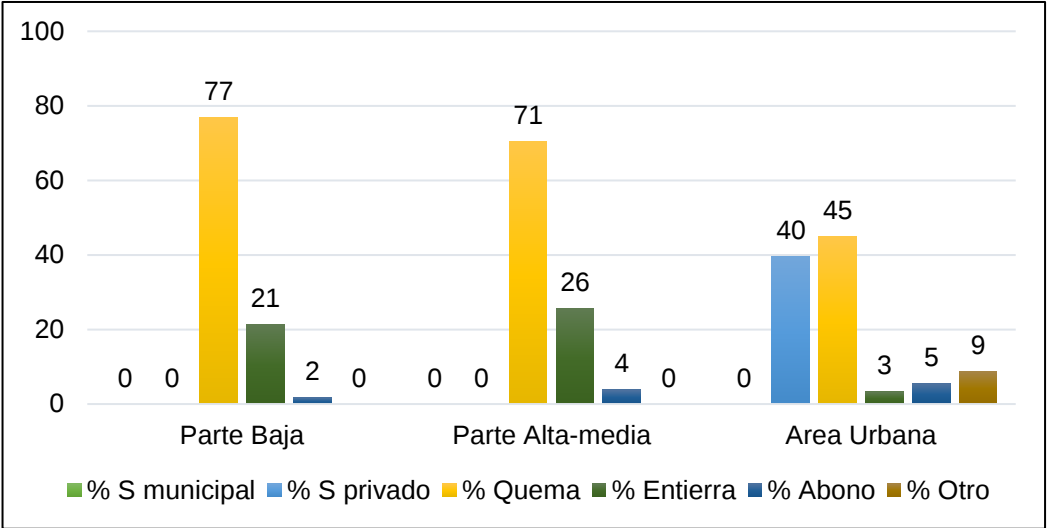


Figura 35. Eliminación de desechos sólidos.

b. Manejo de los recursos naturales

i. Recursos forestales y tierras disponibles en las comunidades rurales de la microcuenca San Miguel

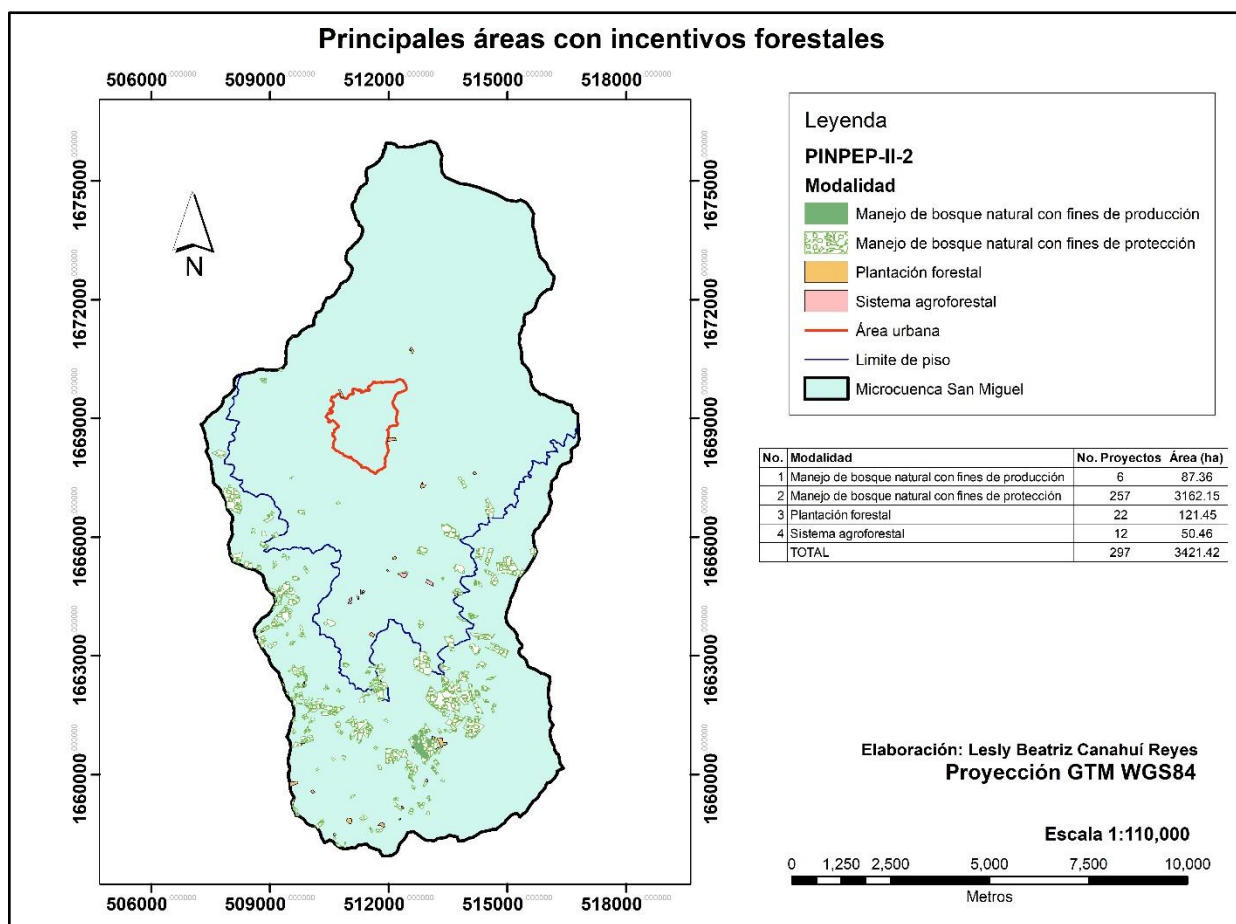
En la parte alta-media de la microcuenca, en donde se encuentra el nacimiento de agua que abastece al área urbana del vital líquido, la municipalidad adquirió esas tierras y actualmente está registrada como área protegía por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP- con un área de 18.10 ha desde el año 2013. No solamente la municipalidad se ha manifestado en la protección y conservación del bosque, los pobladores de esa parte de la microcuenca están muy interesados en la preservación del bosque debido a que son conscientes del beneficio que reciben de estos. Sin embargo, las entrevistas revelan que la mayor parte de los bosques son privados y no comunales, por lo que los pobladores no pueden hacer uso de los mismos.

En la parte baja de la cuenca y en el área urbana, la situación es diferente; a nivel municipal, no hay extensiones de tierra que estén dedicadas a la conservación o mantenimiento de bosques, en consecuencia, el área boscosa ha disminuido a razón de 150 ha por año aproximadamente.

El 10% de los pobladores en las comunidades rurales tienen árboles dispersos en el terreno familiar, los cuales aprovechan como recursos energéticos (leña) y algunos frutales, por lo que estos recursos son altamente intervenidos y disponen de diversos arreglos agroforestales fuera del bosque, son resultado de las condiciones ambientales (zonas de vida y fenómenos climáticos) y socioeconómicas de cada familia, por lo que el establecimiento de métodos de asistencia técnica y transferencia de conocimientos que les permita integrar los recursos disponibles y planificar el ordenamiento y manejo de los mismos de acuerdo a la capacidad y uso adecuado del suelo es un rezago institucional.

El INAB tiene programas de incentivos forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra -PINPEP- en distintas modalidades que cubren el 31% (3,421.42 ha) del área de la microcuenca, la modalidad *manejo de bosques con fines de protección* tiene 257 proyectos en un área de 3,162.15 ha, lo que ayuda a la preservación del bosque (INAB Rabinal-II-2, 2018); más del 75% de los proyectos de INAB se ubican en la parte alta-media de la microcuenca, siendo esta área de suma importancia por ser zona de recarga hídrica para el área urbana del municipio.

La implementación de las plantaciones forestales y sistemas agroforestales deben ser prioridad en toda la microcuenca, no solo el área sur, para tener disponibilidad del bosque como materia energética y hacer uso de ese recurso de una manera sostenible en espacio y tiempo.



Fuente: Elaborado en base a INAB Rabinal-II-2, 2018

Figura 36. Mapa de las principales áreas con incentivos forestales.

ii. Especies forestales identificadas

En el Cuadro 25 se muestran las especies forestales identificadas, indicando el uso que los pobladores le dan a cada una de ellas.

Cuadro 25. Especies forestales identificadas en la microcuenca San Miguel

Nombre común	Nombre científico	Usos
Pino	<i>Pinus Oocarpa</i>	Ocote
Encino	<i>Quercus spp</i>	Leña, postes
Cuje	<i>Inga spp.</i>	Fruto comestible
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Fruto comestible

Jocote	<i>Spondias spp.</i>	Fruto comestible, cerco vivo
Madre cacao	<i>Gliricidia sepium</i>	Cerco vivo, postes.
Matilisgüate	<i>Tabebuia rosea</i>	Maderable
Palo de jote	<i>Bursera simaruba</i>	Cerco vivo
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Fruto comestible
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Fruto comestible
Jocote marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	Fruto comestible
Anona	<i>Annona squamosa</i>	Fruto comestible
Morro	<i>Crescentia spp.</i>	Artesanal
Zapote	<i>Pouteria sapota</i>	Fruto comestible
Manzanilla	<i>Syzygium jambos</i>	Fruto comestible
Llama del bosque	<i>Spathodea campanulata</i>	Ornamental
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Ornamental
Granadilla	<i>Punica granatum</i>	Fruto comestible
Tamarindo	<i>Tamarindus Indica</i>	Fruto comestible
Palo de pito	<i>Erythrina berteroana</i>	Cerco vivo
Conacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Horcones
Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	Cerco
Ciprés	<i>Cupressus lusitánica</i>	Cerco
Higuerillo	<i>Ricinus communis</i>	Cerco
Izote	<i>Yucca gigantea</i>	Fruto comestible, barrera viva.
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Maderable
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cercos vivos

iii. Manejo del bosque

De la microcuenca San Miguel, el bosque más denso que se tiene y al que va dirigida la reforestación, es el que se encuentra en la parte alta-media. Los pobladores de las aldeas en esa parte han desarrollado capacidades para atender las necesidades del bosque y un grado de organización comunitaria para el manejo de los recursos forestales; sin embargo,

la mayoría de las personas, en toda la microcuenca, no está involucrada en esta actividad, pero manifiestan saber la importante función del bosque en la producción de agua y se han interesado en las reforestaciones de áreas carentes de vegetación arbórea.

De acuerdo con la información que se reunió en los grupos focales, las actividades de conservación del bosque que son frecuentemente utilizadas por las comunidades son las indicadas en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Actividades de conservación forestal de los pobladores

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Monitoreo del bosque como prevención a incendios forestales y tala ilegal.- Brechas para evitar que se quemen los árboles, en coordinación con el COCODE- Designar un guardabosque para evitar la tala de árboles.- Para la recolección de leña, se utilizan ramas de árboles caídos o secos.- Apoyo de las personas que se involucren en programas PINPEP para establecer una nueva plantación.- En caso de algún incendio forestal, los miembros de la comunidad se organizan en brigadas para sofocarlo.- Evitar el ingreso de animales a plantaciones recién establecidas. |
|--|

A pesar de tener experiencia en el manejo de bosques, en la parte alta-media se tienen dificultades para establecer prácticas de manejo de bosque natural y el monitoreo de talas ilegales. En las demás partes de la microcuenca se muestra interés por adquirir conocimientos relacionados al cuidado de los bosques. Según los grupos focales las personas y líderes comunitarios manifestaron necesitar apoyo para el correcto manejo de los bosques y protegerlos de una mejor manera. Resultados se muestran en el Cuadro 27.

Cuadro 27. Necesidades de apoyo para el manejo del bosque

- Conocer los programas brindados por el INAB.
- Capacitación sobre la implementación de un sistema agroforestal
- Concientización a las personas sobre el uso del agua y la importancia del establecimiento de un bosque comunitario.
- Protección de las fuentes de agua.
- Control y prevención de incendios forestales.
- Reforestación con especies nativas.
- Implementación de sistemas de riego para el mantenimiento del bosque en los primeros años.
- Disponibilidad de especies nativas y frutales en un vivero.
- Capacitación sobre saneamiento ambiental (manejo de residuos sólidos).
- Implementar prácticas de conservación de suelos.
- Reglamento municipal del manejo de los bosques y el uso del agua.

Según el Cuadro 27, las necesidades giran en torno a capacitaciones y concientización del manejo de los recursos naturales, la disponibilidad de especies propias del lugar, y tecnología adecuada para el desarrollo del bosque.

iv. Incendios forestales

En las entrevistas llevadas a cabo con los líderes comunitarios, manifestaron que la época en donde se registran la mayor cantidad de incendios forestales se da en época seca (de 4 a 6 incendios al año); las áreas más afectadas por los siniestros son: Rincón San Pedro, Rincón de Jesús y caserío Pacaní; debido a las malas prácticas agrícolas realizadas por los mismos pobladores, al acercarse la época de siembra, realizan rozas que no son controladas apropiadamente.

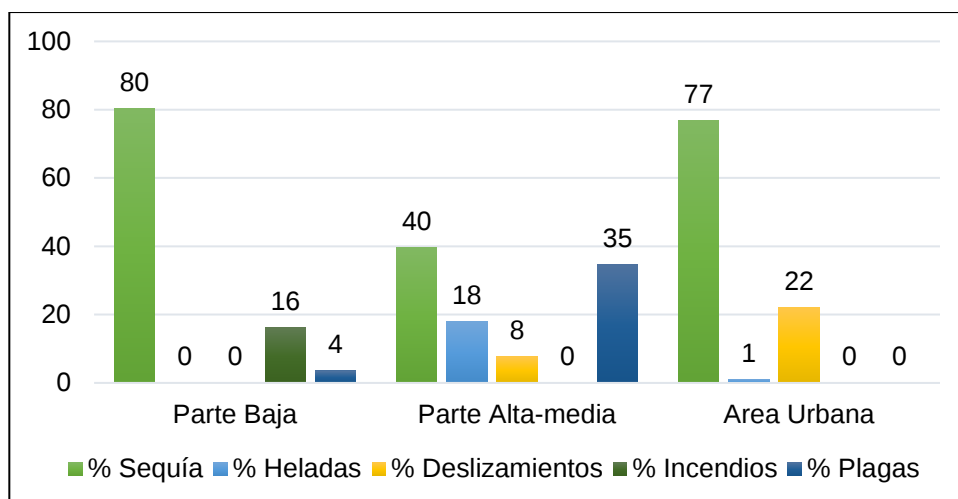


Figura 38. Amenazas en la microcuenca

D. Dimensión institucional

Según el Cuadro 28 existen doce instituciones, entre privadas y públicas, que realizan actividades capacitando a los pobladores en diversos temas.

Cuadro 28. Presencia institucional en la microcuenca.

Nombre de la Institución	Tema central	Actividades
MAGA	Agricultura	AMER
UGAM San Miguel Chicaaj	Agricultura y Saneamiento	Capacitaciones
Oficina de la mujer de San Miguel Chicaaj	Desarrollo de la mujer	Capacitaciones
Oficina de la discapacidad de San Miguel Chicaaj	Discapacidades en las comunidades	Ayuda con mobiliario
Plan Internacional	Agricultura, recursos naturales y desarrollo de la mujer	Capacitaciones
MINEDUC	Educación	Académicas
Conalfa	Educación	Académicas
Corazón del maíz	Agricultura y desarrollo de la mujer	Capacitaciones
MSPAS	Salud	Puestos de convergencia
INAB	Forestal	Incentivos

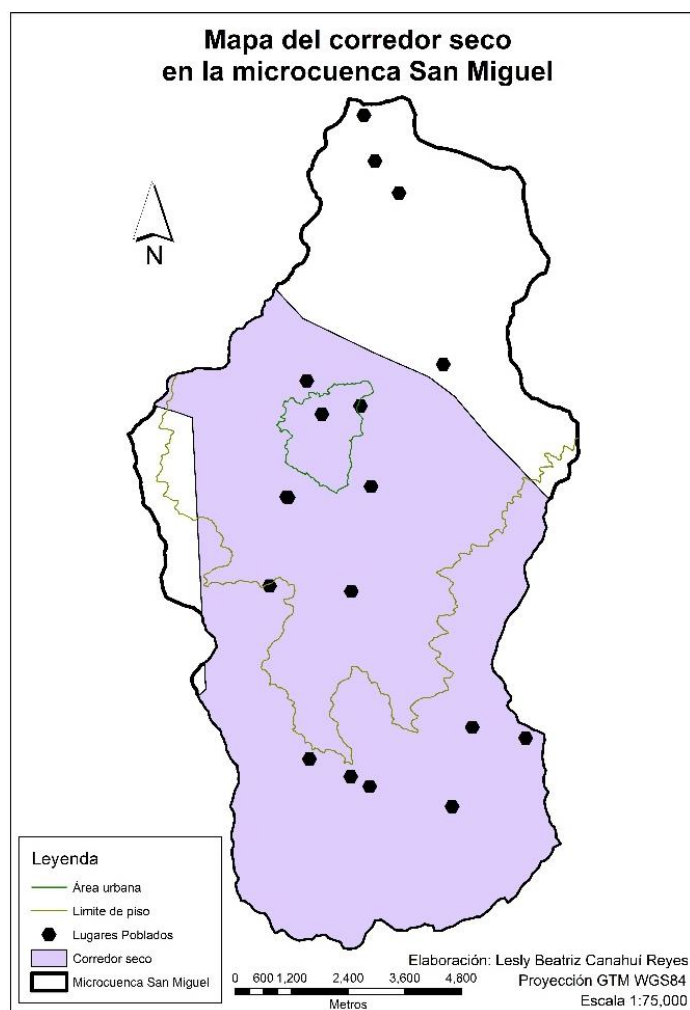
SESAN	Seguridad alimentaria	Monitoreo y capacitaciones
CONAP	Áreas protegidas	Capacitaciones

2.9.2. Perfil de la vulnerabilidad

A. Factores de exposición

a. Características climáticas de la región

La microcuenca San Miguel tiene el 72.63% (8,016.22 Ha.) de su territorio catalogado como corredor seco, siendo las áreas con mayor riesgo a la sequía desde el área urbana hasta el piso alto-medio.



Fuente: Elaborado con base a MAGA.

Figura 39. Mapa de área del corredor seco en la microcuenca San Miguel

Las características en las precipitaciones se observan en la Figura 40, en donde los registros nos muestran que las precipitaciones están en el rango de 1,590 mm como valor máximo y 550 mm el valor mínimo anual.

De los 38 años de registro, 20 años reportan una precipitación menor a los 1,000 mm anuales de los cuales los años 2009, 2012, 2014, 2015 y 2018 fueron los años con canículas prolongadas de 45 hasta 55 días sin lluvia. (MAGA, 2018).

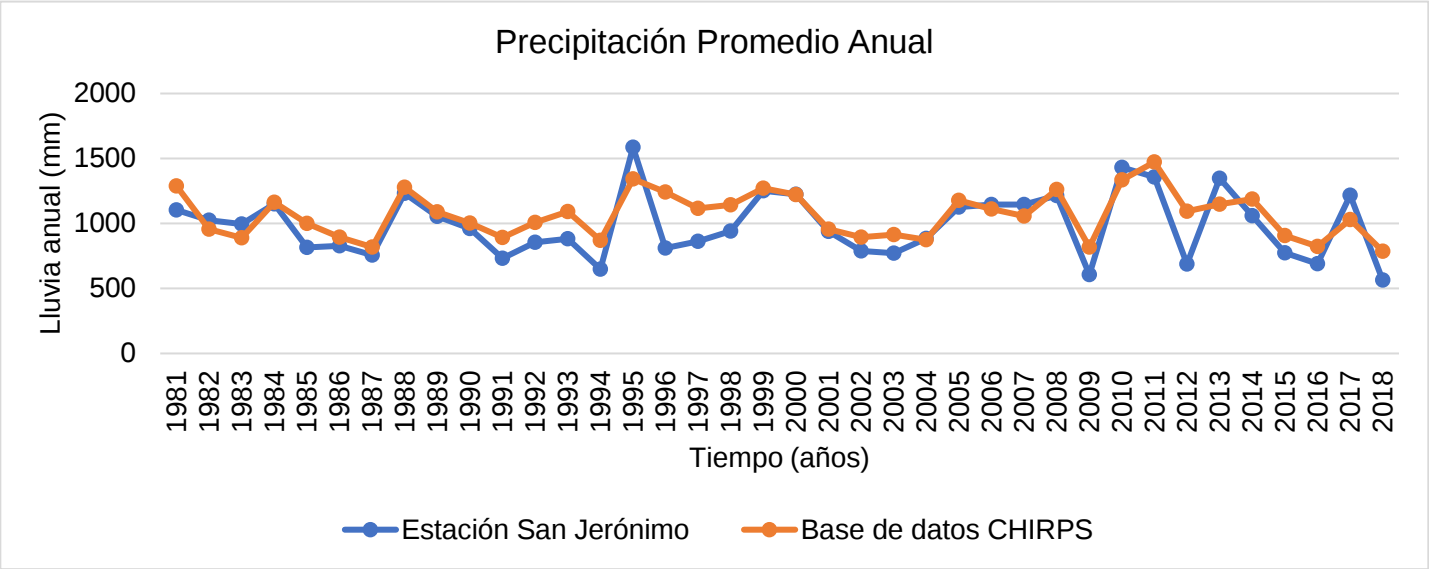


Figura 40. Registro de precipitación promedio anual de la estación San Jerónimo y la base de datos de CHIRPS.

b. Tendencias históricas en la observación meteorológica

De acuerdo al registro de precipitaciones de la base de datos CHIRPS²⁵ de la Figura 41 la mejor década en eventos fue la de 1991-2000 con una mínima que supera los 800 mm y un valor medio entre los 1100 mm, al visualizar las otras décadas no se nota diferencia significativa; sin embargo, para los años 2011-2018 se tuvo una precipitación promedio anual muy variada, se observa que la precipitación mínima fue menor a los 800 mm y la

²⁵ CHIRPS: Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data, (Grupo de riesgos climáticos Precipitación infrarroja con datos de la estación).

máxima supera los 1400 mm, donde hubieron años con precipitaciones intensas y otros que probablemente escasearon las lluvias.

Al desplazarnos a la gráfica del registro de la estación meteorológica de San Jerónimo se presenta una situación diferente; en la década de 1981-1990 las precipitaciones son simétricas, con una media de 1000 mm lo que significa que las lluvias fueron constantes sin anomalías; en la década de 1991-2000 la gráfica es asimétrica hacia arriba, con un 25% de los datos distribuidos en un rango de 1200 a 1600 mm, en esta misma década la media bajó de los 1000 mm donde el 50% de los datos es inferior a 850 mm, en un mismo periodo se tuvieron años con escasez y exceso de lluvias. En la década del 2001 al 2010 los registros en el volumen de precipitación bajó, la máxima supero por poco los 1400 mm y con una mínima de 600 mm; sin embargo, para esta década el 50% de los datos superó los 1000 mm anuales. Para el

periodo de 2011-2018 es donde se presentó la menor precipitación registrada en los 38 años, que es de 563.6 mm en el 2018, a pesar de ello, la distribución en las precipitaciones es normal, encontrándose con valores que superan los 1000 mm anuales para este periodo.

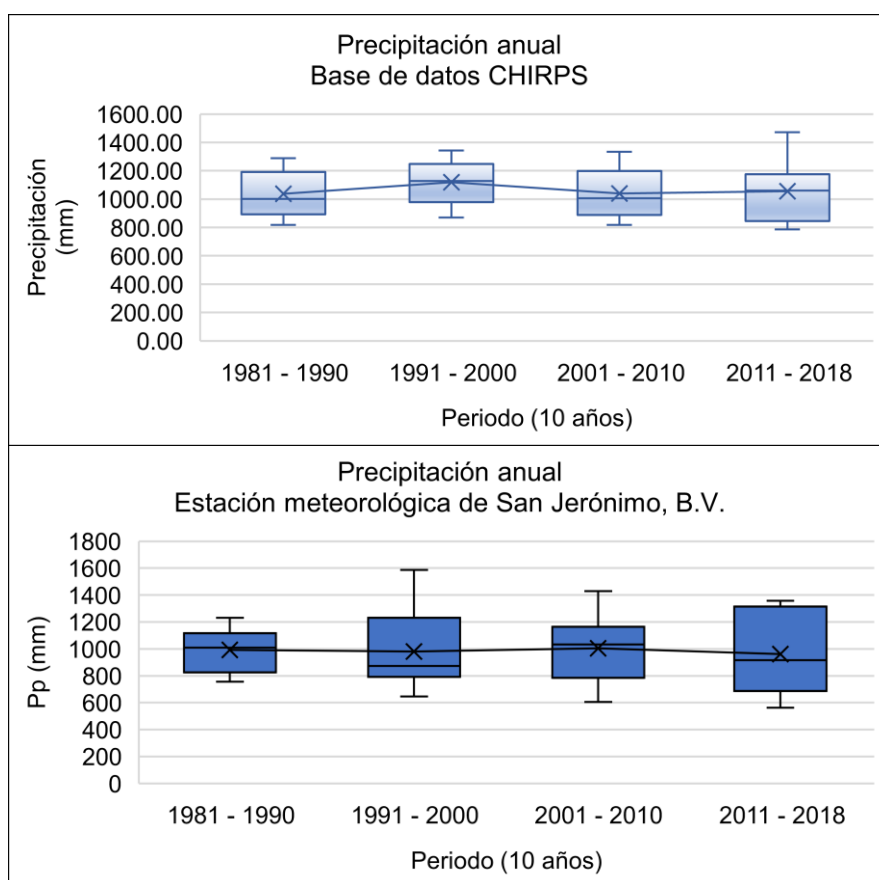


Figura 41. Comparación de registros de precipitación entre la estación de San Jerónimo y CHIRPS.

A continuación, se presenta el registro de precipitaciones de la base de datos CHIRPS para cada uno de los meses desde el año 1981 hasta 2018, agrupándolos en intervalos de 5 años:

- Las precipitaciones registradas en el mes de enero no varían demasiado entre las décadas de 1981-1990 a 1991-2000, del 2001 al 2018 se presentan 2 datos atípicos superiores a todos los demás datos; sin embargo, no afecta en gran medida en el mes de enero. Los días lluvia registrados oscilan entre 1 a 3, lo que es congruente con precipitaciones de 10 mm.

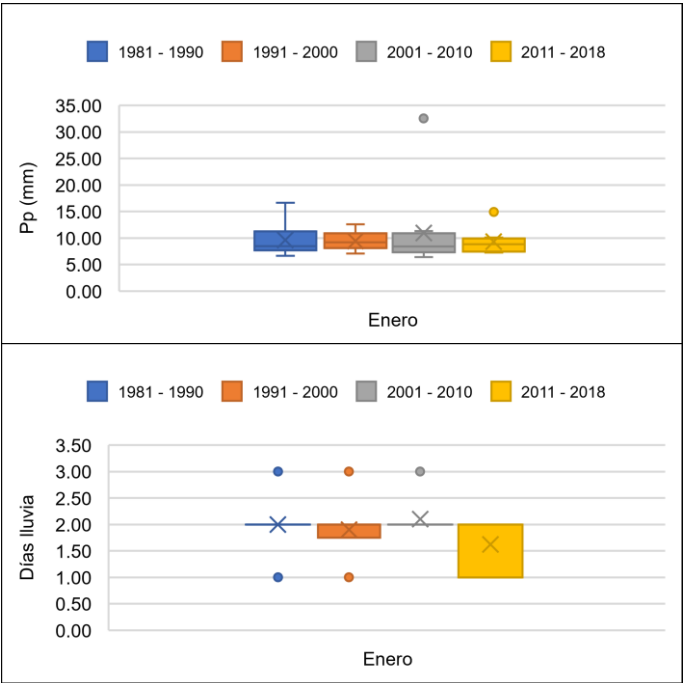


Figura 42. Registro meteorológico para el mes de enero

- En el mes de febrero las lluvias registradas se mantienen entre los 6 a 13 mm. Con un valor atípico en el periodo de 2011-2018, los días lluvia, igual que el mes de enero, de 1 a 3 días.

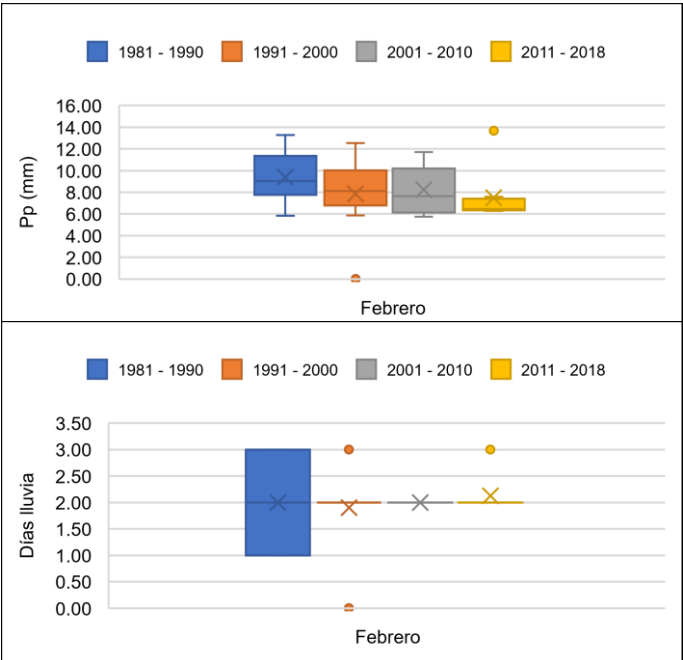


Figura 43. Registro meteorológico para el mes de febrero

- Para el mes de marzo se observa el incremento de las precipitaciones en todo el registro de 8 a 30 mm, encontrándose un valor atípico para el periodo 2001-2010 de 60 mm. Los días lluvia también aumenta, van de 1 a 7 días, lo normal en esa época del año. Aunque se presenta dos valores atípicos en días lluvia para la década de 1991-2000, donde las precipitaciones no se distribuyeron de manera uniforme.

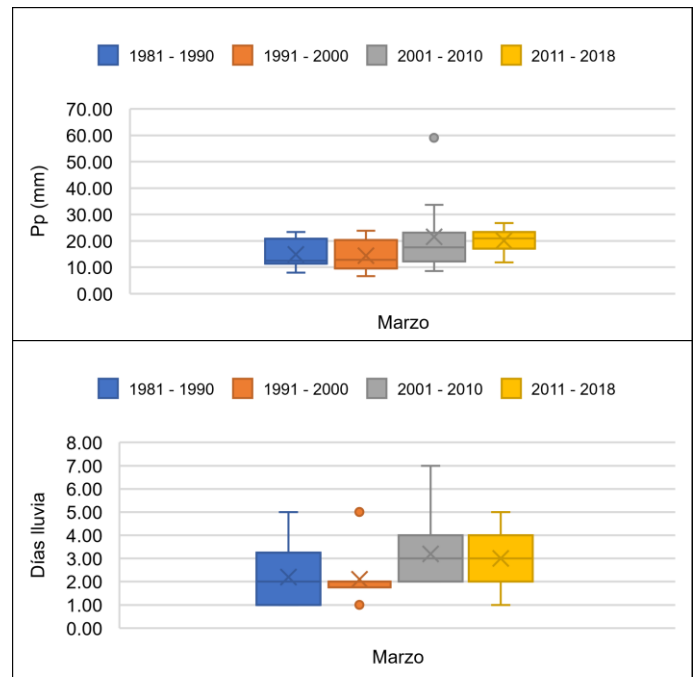


Figura 44. Registro meteorológico para el mes de marzo

- En el mes de abril las precipitaciones se hacen todavía más constantes y aumentan su volumen, ahora van de 16 a 60 mm, se puede encontrar otro valor atípico en 2001-2010 de 100 mm. En la década de 1991-2000 las lluvias estaban más distribuidas, en un 75% se registran 60 mm, en comparación a los otros años. Los días lluvia son similares desde 1981 al 2010 entre 1 a 12 días, situación que no se repite en el periodo de 2011-2018 donde tienen un valor mínimo de días lluvia de 5 y un máximo de 10, lo que distribuye de manera uniforme las lluvias en el mes de abril.

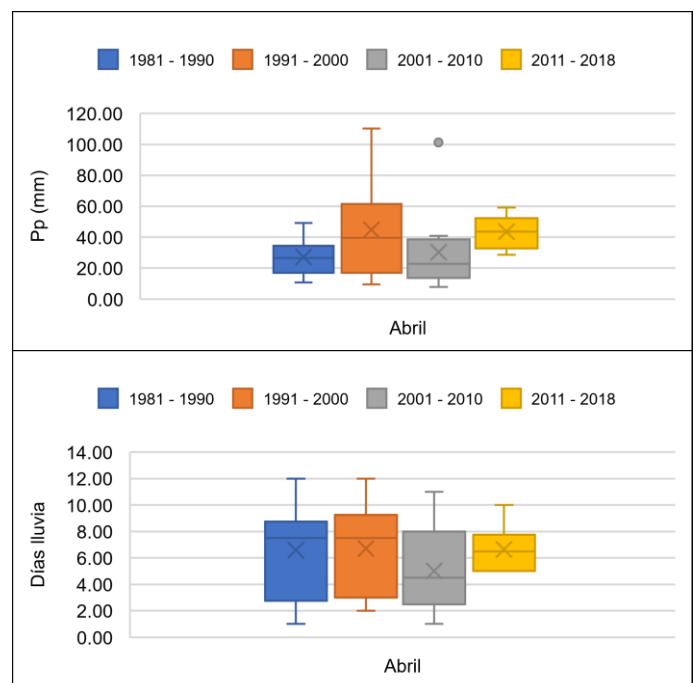


Figura 45. Registro meteorológico para el mes de abril

- Para el mes de mayo no se presenta ningún valor atípico en lluvias, además se observa que las precipitaciones aumentan en 1991-2000 y 2001-2010 de 80 mm a 250mm y vuelven a disminuir en 2011-2018 de 80 mm a 180mm. Con un promedio de 15 días lluvia inicia la época lluviosa dando lugar a la siembra de primera del cultivo de maíz en las comunidades. Es importante resaltar que para el periodo de 2011-2018 se presenta un máximo de 14 días lluvia.

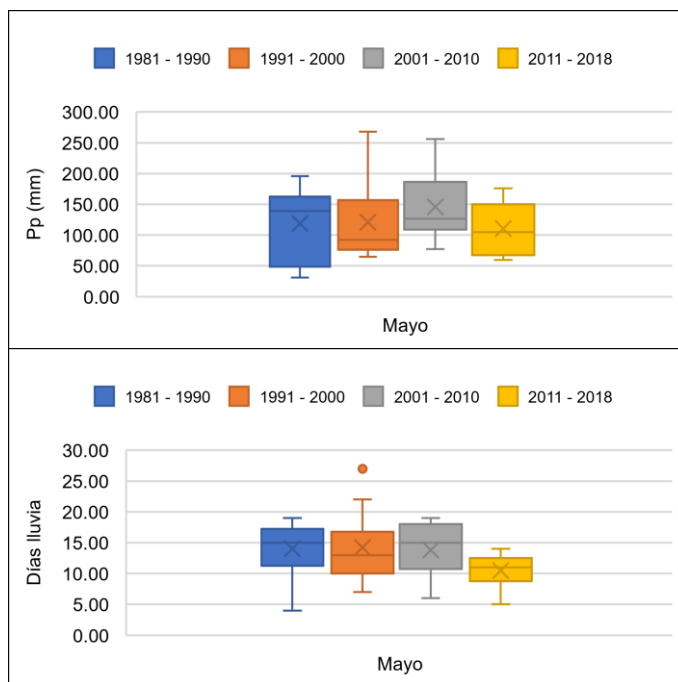


Figura 46. Registro meteorológico para el mes de mayo

- En el mes de junio las precipitaciones se encuentran en el rango de 150 a 300 mm, aunque se presenta un valor atípico en 1981-1990 más de 350 mm registrados en un mes, situación que no se vuelve a repetir a lo largo de los años. Hasta aquí se tiene acumulado de lluvia entre 230 mm a 500 mm aproximadamente entre mayo y junio. Los días lluvia se mantienen constantes a lo largo de las décadas con un promedio de 17 días de lluvia.

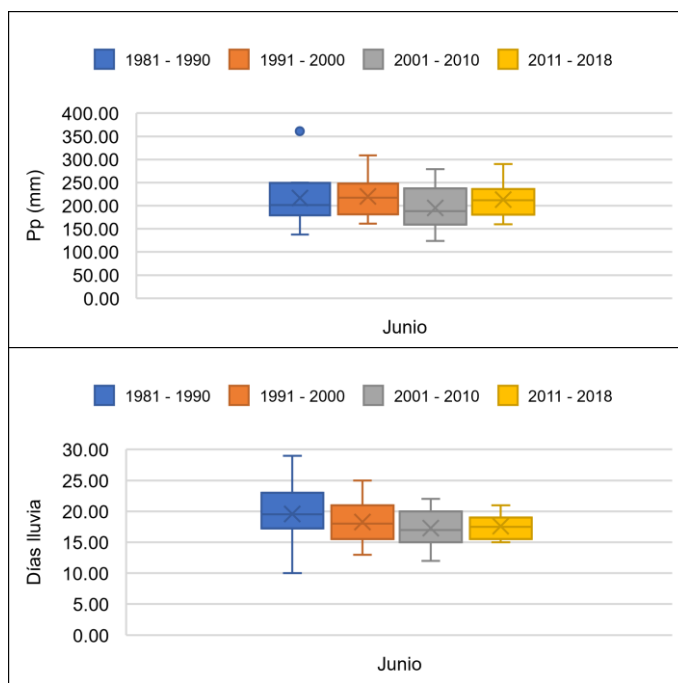


Figura 47. Registro meteorológico para el mes de junio

- En el mes de julio el promedio de precipitaciones para 1981 hasta 2010 fue mayor a 100 mm, para el periodo 2011-2018 el 50% de las lluvias registradas fue menor a 100 mm, lo que evidencia el inicio de la canícula. Además, los días lluvia disminuyeron en la década de 1991-2000 y en el 2011-2018 se vuelve a repetir con una mínima de 6 días lluvia, un periodo seco en comparación con las otras décadas que la mínima es de 10 días de lluvia y una máxima de 15 llegando hasta 22 días de lluvia.

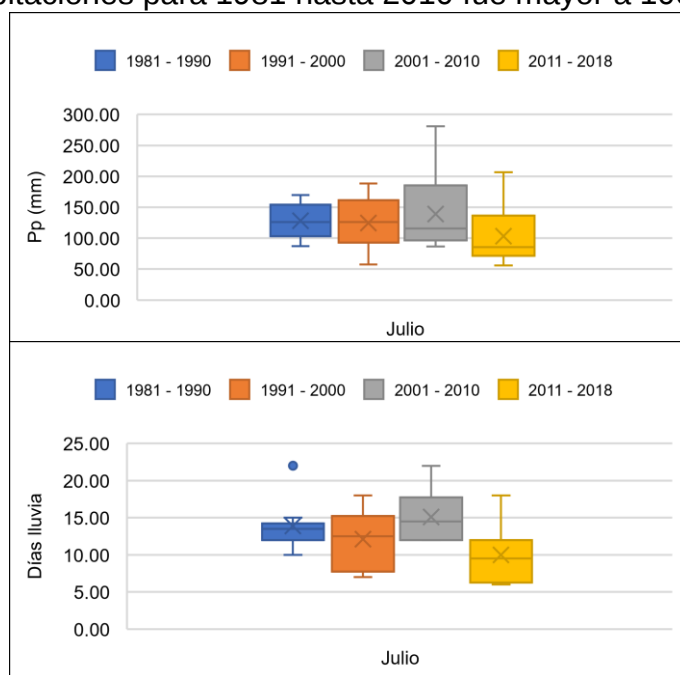


Figura 48. Registro meteorológico para el mes de julio

- En el mes de agosto las precipitaciones se mantienen en todos los años en una media de 150 mm mensuales, con un valor atípico en la década de 1991-2000 cerca de 500 mm mensuales presentando valores en precipitación menores a 50 mm mensuales, misma situación sucede en los años de 2011-2018 en donde las precipitaciones fueron cerca de los 50 mm, la década de 2001-2010 se muestra una precipitación mensual bastante uniforme y distribuida durante ese periodo. En cuanto a los días lluvia registrados se tiene la misma distribución que en el mes de julio, con 6 días lluvia como mínimo desde el 2001 hasta 2018.

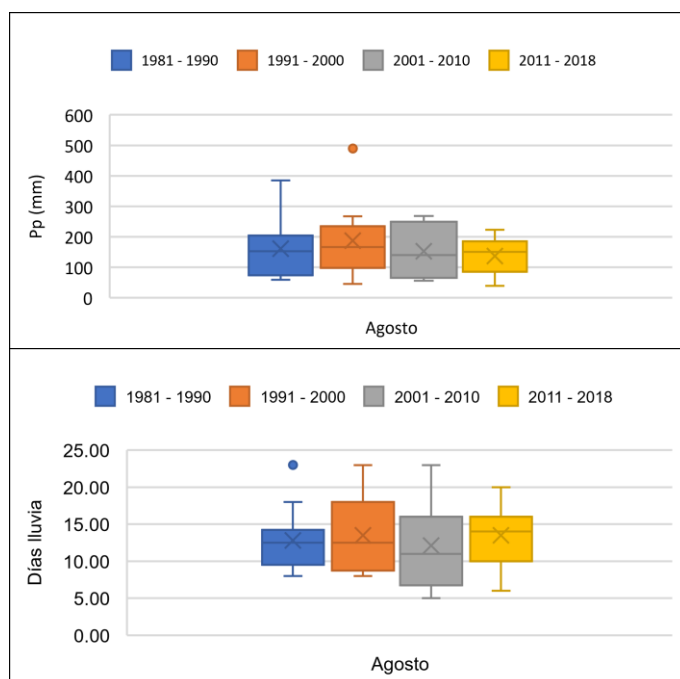


Figura 49. Registro meteorológico para el mes de agosto.

Desde mayo hasta agosto se tiene un acumulado de precipitación mínima de 350 y una máxima aproximada de 900 mm.

- Para el mes de septiembre las precipitaciones aumentan con una media de 200 mm mensuales, alcanzando valores máximos de 250 mm, en la década de 1991-2000 el valor máximo llegó a superar los 300 mm, en cuanto a los días lluvia estos van aumentando a través de los años, se tenía una mínima de 7 días y para 2018 alcanzó los 17 días, con un valor atípico de 24 días de lluvia.

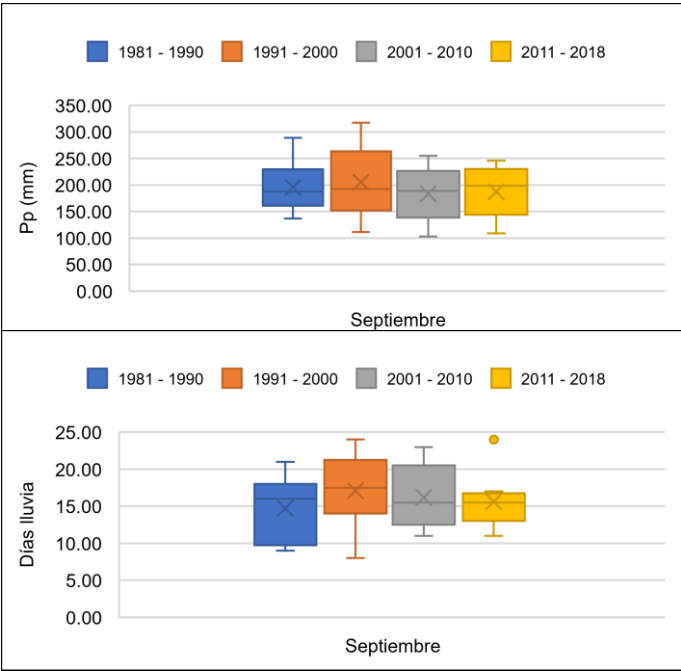


Figura 50. Registro meteorológico para el mes de septiembre

- En el mes de octubre las lluvias descienden en volumen, aunque esta es variada década tras década, en 1981-1990 para el mes de octubre las precipitaciones van de 50 a 200 mm, en la siguiente década la precipitación va de 100 mm a 225 mm, en 2001-2010 descienden, con una mínima de 55 y una máxima de 175 mm, situación que se repite para los años 2011-2018, en donde el 25% de los años presentaron precipitaciones menores a 140 mm, para estos años también se presenta un valor atípico en donde se registra una precipitación mayor a 300 mm.

En cuanto a los días lluvia el cambio es evidente, en la década de 1981-1990 los días lluvia se distribuirán entre 2 hasta 13 días, esto aumenta en la siguiente década de 1991-2000 en donde las precipitaciones también aumentaron y se distribuyeron de mejor manera durante el mes. Para los siguientes años hasta el 2018 los días lluvia han disminuido, el 50% de los años presenta entre 3 a 8 días con lluvias.

Desde el de mayo hasta octubre se tiene un acumulado de lluvia mínimo de 500 mm y un máximo de 1350 mm.

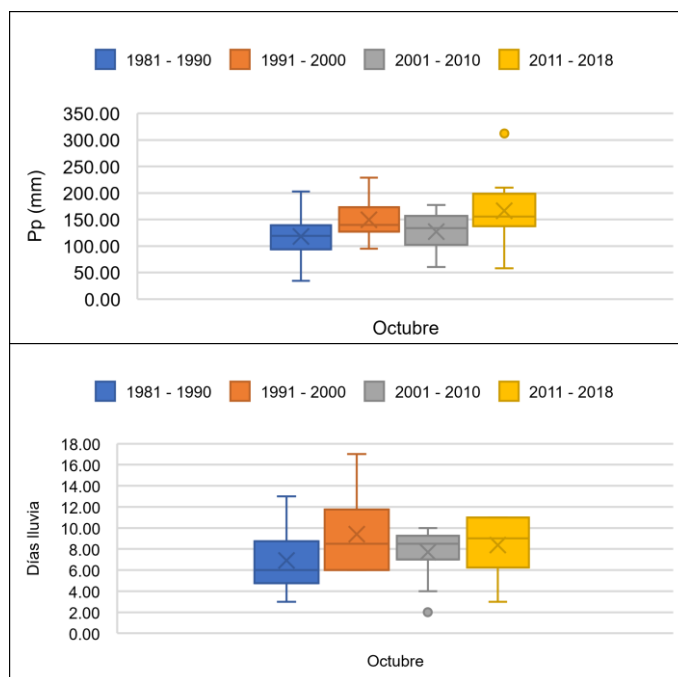


Figura 51. Registro meteorológico para el mes de octubre

- En el mes de noviembre termina la época lluviosa, eso se refleja en la disminución de las precipitaciones, registrándose una mínima de 20 mm y una máxima de 45 mm, aunque en la década de 1991-2000 las precipitaciones en el mes llegaron hasta 80 mm con un valor atípico de 160 mm.

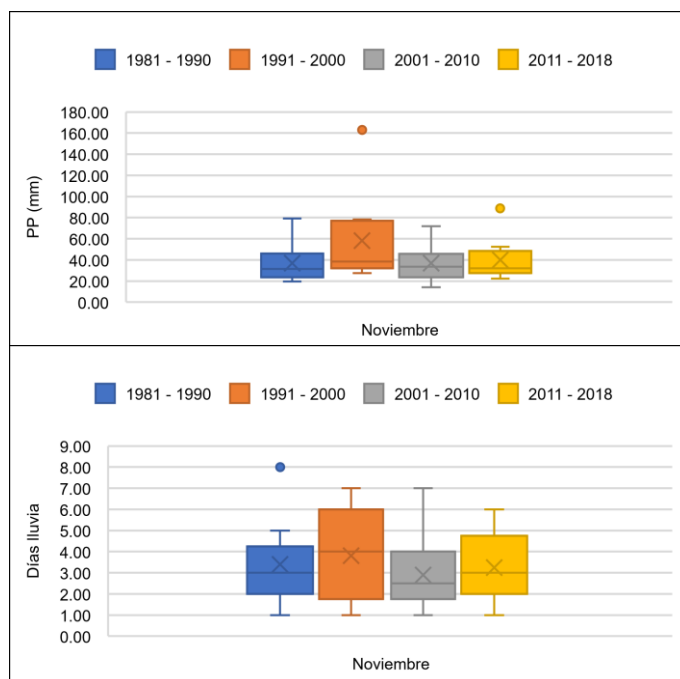


Figura 52. Registro meteorológico para el mes de noviembre

- Para el mes de diciembre las lluvias no superan los 20 mm desde el año 2001 hasta el 2018, antes de eso las precipitaciones llegaban a un valor máximo de 33 mm en el mes, encontrándose dos valores atípicos en el registro, uno en la década de 1991-2000 y el otro en 2001-2010.

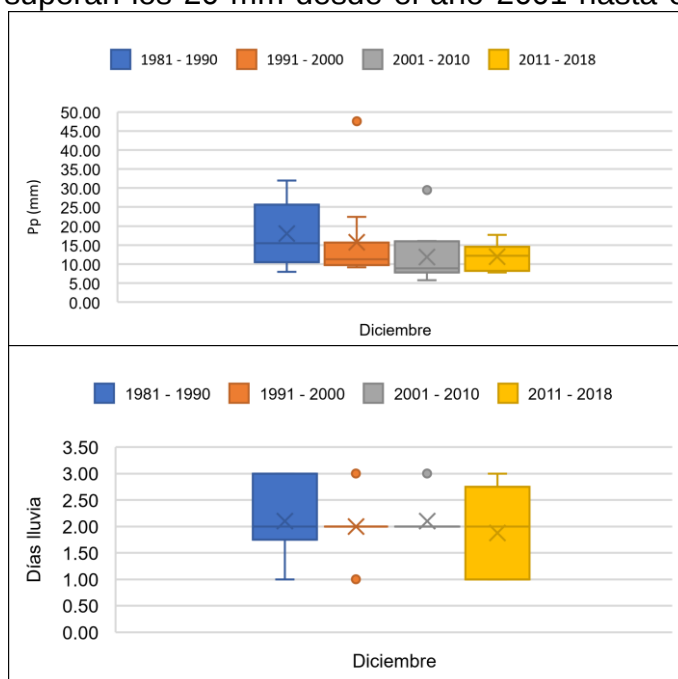


Figura 53. Registro meteorológico para el mes de diciembre

Las variaciones climáticas en los 38 años no se ven del todo significativas cuando se analizan de manera conjunta, es decir, se ve que el volumen de precipitación es el mismo desde 1981 hasta el 2018, siempre marcándose la época de canícula en los mismos periodos establecidos.

En la Figura 54. se muestra un diagrama de variación de precipitación en 5 años (2014-2018) en relación a la evapotranspiración potencial (5 mm/día).

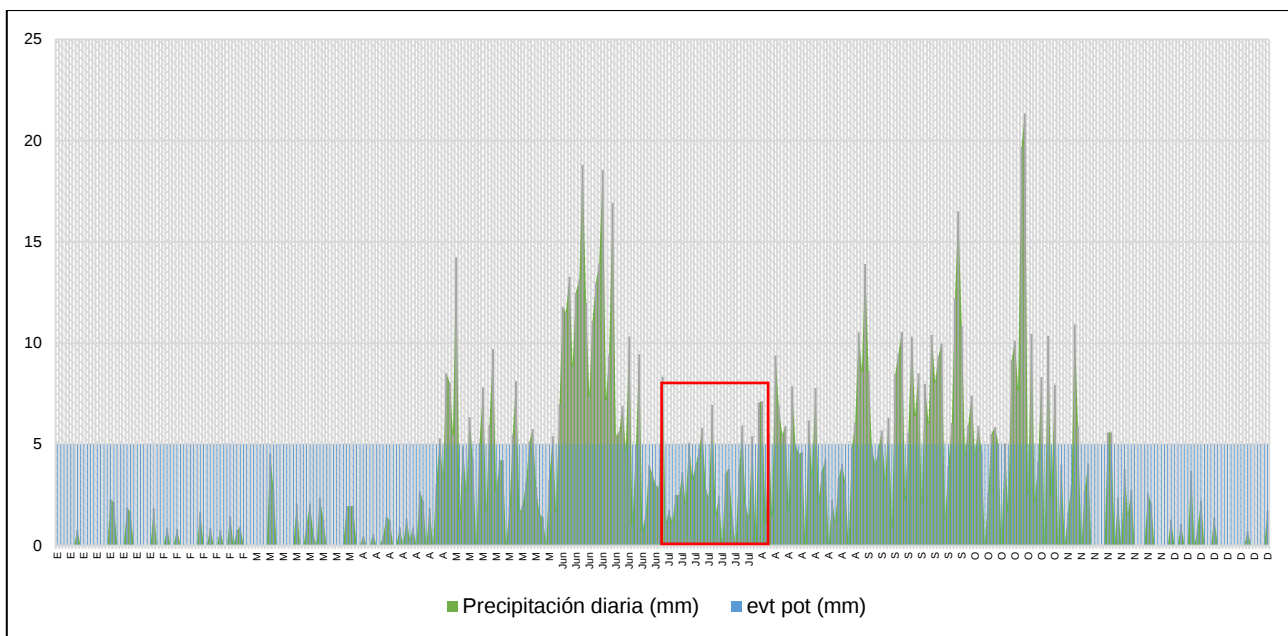


Figura 54. Diagrama de precipitación anual (promedio de 5 años).

En el cuadro rojo, se marca del inicio de la canícula desde el 1 de julio hasta la segunda semana de agosto, donde se puede observar que las lluvias no superan la evapotranspiración diaria, solamente entre 3 a 4 días llueve más de 5 mm al día, lo que nos deja con un periodo entre 35 a 40 días sin lluvia.

B. Factores de sensibilidad

a. Factores socioeconómicos

i. Sistemas productivos y comercio

En la mayor parte del área rural de Guatemala las comunidades son productoras de granos básicos, situación presente en la microcuenca San Miguel, en donde la producción de maíz y frijol es para autoconsumo y en el área urbana se le suma el cultivo de maní.

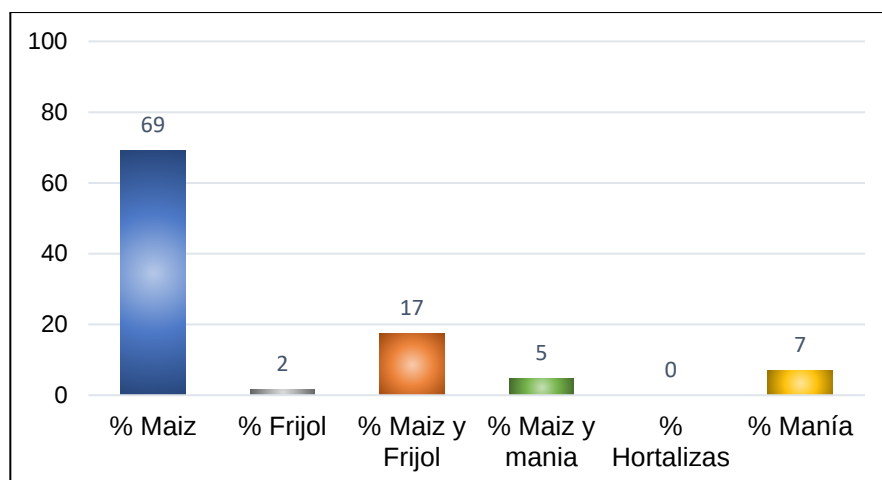


Figura 55. Producción agrícola en la microcuenca San Miguel

En lo referente a consumo de alimentos además del consumo de granos básicos, la población consume café, hierbas, y regularmente carnes y pollo.

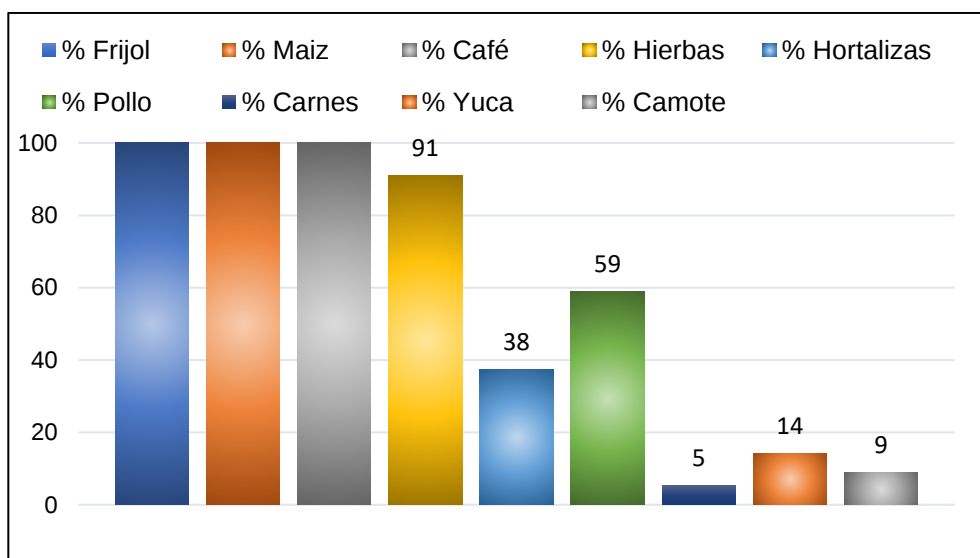


Figura 56. Alimentos que consumen durante el mes.

ii. Índices socioeconómicos

De acuerdo con datos del Centro de Atención Permanente -CAP- del municipio de San Miguel Chicaj, la tasa de fecundidad es de 77.8 por cada mil habitantes, la natalidad es de 24.8 por cada mil habitantes y la tasa de mortalidad es de 3.5 por cada mil habitantes. Las

causas de fallecimiento de los niños pueden ser por diarrea, neumonía, cardiopatía congénita, asfixia perinatal, entre otras, la morbilidad materna es causada por resfriado común, amigdalitis, enfermedades diarreicas agudas y enfermedades de la piel. (SEGEPLAN, 2017)

En San Miguel Chicaj, el 93% de la población pertenece al grupo étnico maya Achí y el 7% es mestizo, la población rural del municipio se compone en su mayoría por personas de descendencia maya Achí y las personas mestizas están distribuidas en el área urbana y las comunidades de San Luis, Quiaté y Camalmapa. (SEGEPLAN, 2017).

iii. Pérdidas reportadas por daños causados por sequía

Los desastres reportados en la Microcuenca San Miguel van desde sequía, vientos fuertes, inundaciones, plagas y deslizamientos. En 2009 en Santa Rita se reportaron pérdidas por causa de sequías de Q.12, 000 (3.5 ha) y Chicajá Q.4, 200 (2.1 ha) (Basterrechea, M. 2009).

En 2013 la sequía ocasionó pérdidas en 7 municipios de Baja Verapaz, en un total de 13,881 hogares afectados con pérdidas económicas de Q. 17, 472, 000. Es importante mencionar que en San Miguel Chicaj 231 familias viven en condiciones de inseguridad alimentaria severa, 1,255 familias inseguridad alimentaria moderada, 1,726 inseguridad alimentaria leve y 1,807 familias seguras. (SESAN, MAGA, FONAPAZ, ACF, ASECSA Y PMA, 2013).

Para 2014 el 70% de los cultivos se perdieron debido al comportamiento del Fenómeno de El Niño, afectando principalmente a 236,034 familias de pequeños agricultores de subsistencia e infra subsistencia, de las cuales 12,521 pertenecen al departamento de Baja Verapaz en los 8 municipios que lo conforman, de los cuales 3,526 familias viven en San Miguel Chicaj. (Equipo Humanitario de País, 2014).

En el año 2017 la cantidad de familias afectadas por la sequía en el municipio de San Miguel Chicaj fueron 5,066 familias, de las cuales el 58% (2,938 familias) pertenecen a las comunidades de la microcuenca San Miguel.²⁶

En 2018 las evaluaciones preliminares del MAGA indican que los daños por la canícula prolongada (más de 40 días sin lluvia) afectaron en 180 mil hectáreas en 20 departamentos, con un total de 291 mil familias afectadas y pérdidas económicas por más de 334 millones de Quetzales, en Baja Verapaz afecta 430 comunidades con un total de 44 mil 961 familias, de las cuales 5,577 familias pertenecen al municipio de San Miguel Chicaj, de las cuales 3,224 pertenecen a las familias de: los cuatro cantones del área urbana, aldea Dolores, Caserío San Pedro, El Progreso, San Francisco, Pacaní, Las vegas, Chicajá, Rincón de Jesús, San Rafael y Santa Rita Sur.

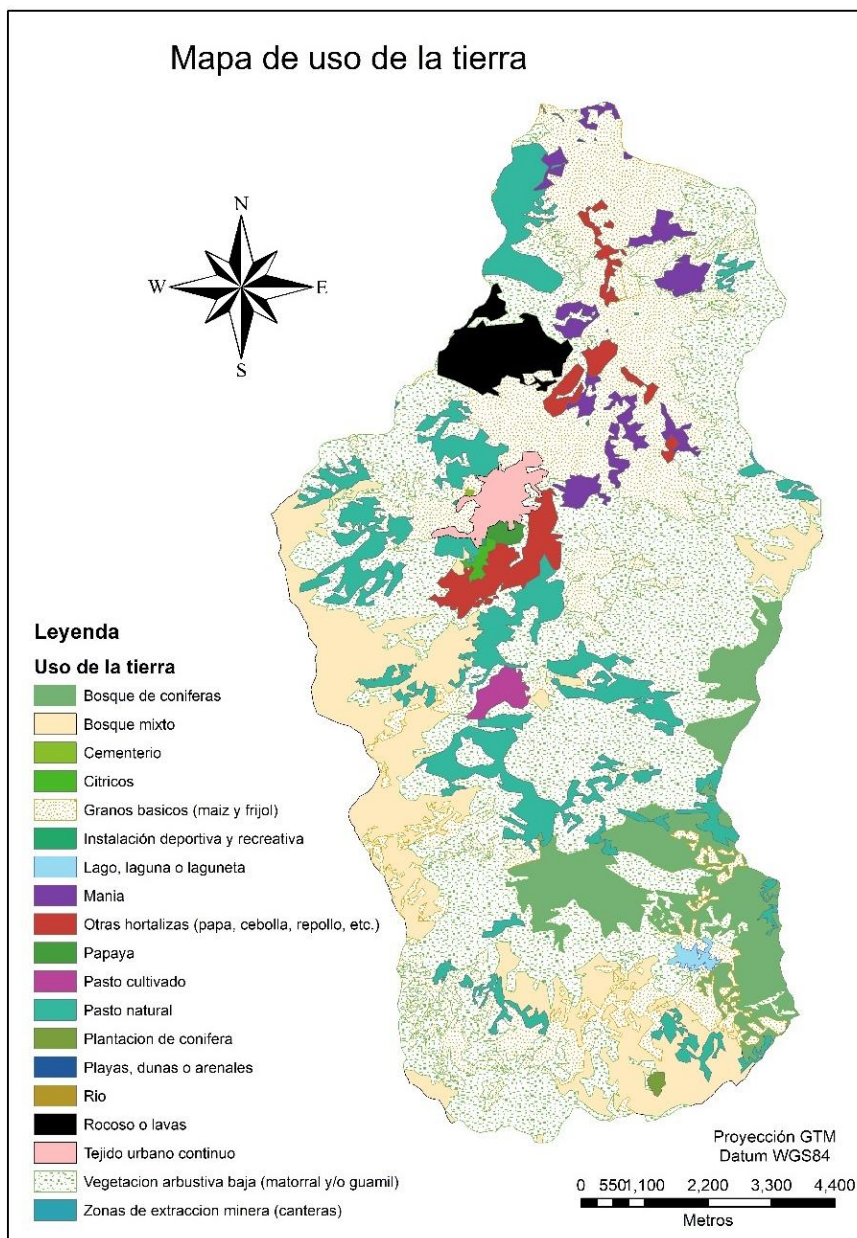
iv. Uso, intensidad y capacidad de uso de la tierra

El uso de la tierra en la microcuenca San Miguel se divide en 4 grandes categorías que abarcan el 96.46% (10,655.87 ha) del área de la microcuenca. La agricultura ocupa el 26.16% (2890.44 ha) del territorio en donde se realizan actividades de producción de granos básicos, manía, hortalizas (sandía, ejote, tomate, entre otros) y una pequeña producción de papaya. Los bosques en la microcuenca ocupan el 20.66% (2282.55 ha) donde predomina el bosque mixto en la parte oeste de la microcuenca distribuido en la parte media y baja, y el bosque de coníferas ubicado en la parte este. El 39.1% (431621 ha) de la microcuenca se puede encontrar vegetación arbustiva baja, que pueden ser matorrales o tierras en guamil a lo largo de toda la microcuenca. (Segeplan, 2017).

Con respecto a la intensidad de uso del suelo, el 50% (5522.75 ha) de la microcuenca se encuentra sobre utilizado, estas áreas inician desde la parte alta, hasta los límites rurales de las comunidades de Santa Rita, San Rafael, Las Vegas y continúan hasta la parte baja por aldea Dolores, Rincón de Jesús, y aldea el Progreso, esto se debe a que las tierras

²⁶ García, R. Comunidades afectadas por la sequía en el año 2017. (entrevista), MAGA, AMER, San Miguel Chicaj. 2017

están siendo explotadas para la producción de granos básicos , cuando tienen una capacidad de uso de agroforestería con cultivos anuales, tierras destinadas a la producción forestal de una manera sostenible y la agricultura se debe practicar de manera moderada con prácticas de conservación de suelos. El 7.26% (802.48 ha) está siendo sub utilizado, esta área se encuentra en la parte baja cerca del parte aguas al Oeste y al Este. Y el 42% (4642.53 ha) restante tiene un uso correcto. (Segeplan, 2017).



Fuente: Segeplan, 2017

Figura 57. Mapa de uso de la tierra de la microcuenca San Miguel.

v. Usos del agua

En la microcuenca cada comunidad tiene su tanque de captación de agua, administrado por los comités de agua (en donde existan), los cuales se encargan del mantenimiento y la distribución del vital líquido.

Las comunidades de la parte alta-media tienen sus tanques de captación en la parte alta de la microcuenca, las comunidades de la parte baja, Dolores, Pacaní y Rincón de Jesús, ubican los tanques de captación en la parte media, y en la comunidad de El Progreso el 50% de las personas obtiene el agua de pozo o el río.

El uso principal del agua en las comunidades de la parte alta-media y baja es para uso doméstico, en donde resaltan las siguientes actividades: manipulación de alimentos, higiene personal y mantener limpia la vestimenta. En segundo plano queda la producción y mantenimiento de hortalizas o árboles frutales. Esto se da debido a que el servicio de agua es irregular.

En la parte alta-media, principalmente en las comunidades de San Rafael, Santa Rita y Dolores los agricultores tienen riego por aspersión en sus parcelas de producción de granos básicos, el agua la obtienen del río San Miguel o quebradas aledañas a este, conducen el agua a través de tubos de poliducto de 1/2" por gravedad hasta sus parcelas.

En la parte baja en la comunidad de El Progreso, no tienen riego para sus cultivos, esta situación se da para las personas que no poseen los recursos necesarios en realizar un pequeño reservorio en sus parcelas; sin embargo, en algunos sectores de la parte baja de la microcuenca se encuentran establecidos cultivos de hortalizas (ejote, sandía, tomate, entre otros) que si poseen riego por goteo derivado de un reservorio de agua; el agua la obtienen de pozos realizados en el lugar o directamente del río San Miguel con la ayuda de bombas de agua.

Es importante mencionar que por la microcuenca circula un canal de agua derivado del río San Miguel desde la comunidad de Dolores, este canal atraviesa la comunidad de Dolores, con diferentes ramales, pasa por Rincón de Jesús, luego se dirige al vivero del INDE y termina su curso en una quebrada del Cantón San Juan del área urbana, cerca de la escuela primaria. Este canal es muy importante para los agricultores ya que es el único que existe como riego comunitario, la administración de dicho afluente ha pasado de generación en generación desde hace más de 100 años a un comité que asigna turnos para riego (por gravedad) por parcela cada 20 días. Tiene una extensión cerca a los 6 km y sus dimensiones varían de un punto a otro.

b. Factores físicos y naturales

i. Condiciones de manejo de suelos

EL manejo de los suelos en la microcuenca se refleja en la intensidad de estos (50% sobre utilizado) esto se debe a que en las partes montañosas con pendientes mayores al 20% no se les da el uso adecuado, además de que en los cultivos de granos básicos, ubicadas en las partes altas, no aplican prácticas de conservación de suelos, situación que se refleja en la pérdida del suelo por erosión hídrica en la época lluviosa, donde el río San Miguel arrastra grandes cantidades de suelo.

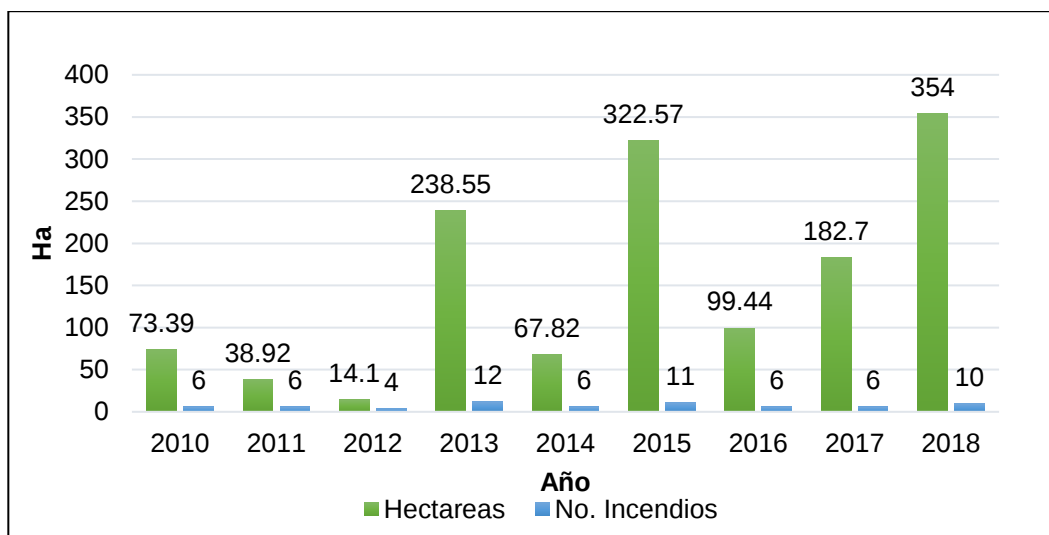
Las lluvias son menos frecuentes e intensas en la parte baja, desde la aldea Dolores hasta la aldea San Francisco, donde se percibe aún más la canícula. A pesar de ello, los agricultores siguen con prácticas convencionales, no manejan el rastrojo después de la cosecha anterior, la cobertura vegetal en las parcelas de cultivo es nula, la existencia de sistemas agroforestales es del 0.46% (50.46 ha)²⁷ en toda la microcuenca, lo que se traduce en que los suelos están expuestos a eventos extremos del clima, lo que implica un riesgo en su estructura y fertilidad.

²⁷ Según mapa de incentivos forestales de la microcuenca, Figura 38.

ii. Incendios

Los incendios en la microcuenca se dan por el mal manejo de las rozas, con el inicio de la temporada de siembra, o son intencionales. Entre 2005 y 2009 en la microcuenca se reportaron 24 incendios en un área de 199.0 ha. (Basterrechea, M. 2009).

En la Figura 57 se puede observar la ocurrencia de incendios en el municipio de San Miguel Chicaj, en donde resaltan los años 2013, 2015 y 2018 con áreas de más de 200 ha afectadas, con un número de 10 a 12 incendios al año. En los últimos 9 años se produjeron 67 incendios afectando un área total de 1,391.49 ha.



Fuente: Segeplan, 2017.

Figura 58. Incendios forestales en San Miguel Chicaj.

De los 67 incendios reportados en el municipio 44 incendios se desarrollaron en las comunidades de la microcuenca; hasta el año 2017 se dañaron 639.47 ha, entre forestal (387.63 ha) y no forestal (251.84 ha); las causas principales fueron: intencionales (22 incendios), quema agrícola (13), quema de pasto (4), colmeneros (1) y quema de basura (1)²⁸.

²⁸ Pérez, C. E. 16 sep. 2019. Incendios forestales en San Miguel Chicaj (entrevista). Baja Verapaz, Guatemala, CONAP.

iii. Deforestación

De acuerdo con Basterrechea y asociados, la deforestación para el año 2009, en la microcuenca en los últimos diez años ha sido de 32 ha/año (3%), y las áreas que han perdido cobertura vegetal son las que se encuentran en la parte alta al este.

Según datos recopilados durante esta investigación, las causas de la deforestación en la microcuenca son 4, las cuales son: 1) Incendios forestales, 2) uso de leña como combustible, 3) avance de la frontera agrícola y 4) crecimiento poblacional.

La tasa de deforestación para el año 2018 ha aumentado considerablemente, en relación a la del año 2009. En promedio por incendios forestales se han deforestado 45.08 hectáreas por año; la deforestación por consumo de leña es de 123 hectáreas por año; el avance de la frontera agrícola ha aumentado en toda el área de la microcuenca, en donde se habilitan al año cerca de 4 a 5 hectáreas para producir; y el crecimiento poblacional en el municipio es de 1.43% anual (473 habitantes por año) lo que implica la habilitación de áreas para construcción de vivienda entre 200 a 300 m² (0.02-0.03 ha). En total se tiene que la deforestación de los últimos 9 años es de 1,742.06 hectáreas (193.56 ha/año) lo que representa el 15.8% de la microcuenca.

iv. Contaminación de agua para consumo humano

Las principales zonas que abastecen del vital líquido se ubican en las áreas montañosas, parte alta, de Chiquigüital, La laguna seca, estas áreas pertenecen a la municipalidad y abastecen principalmente al área urbana y algunas comunidades a sus alrededores. (SEGEPLAN, 2010). Según Segeplan para el 2018 se tienen 10 fuentes de agua identificadas; de las cuales, 2 son municipales y el resto se ubica en terrenos privados.

El Centro de Atención Permanente -CAP- con el técnico de agua y saneamiento de la municipalidad realizan exámenes bacteriológicos en las fuentes y tanques de captación de

las comunidades; en el año 2018 se realizaron los análisis de las comunidades y fuentes de agua que se muestran en el Cuadro 29.

Cuadro 29. Muestras de agua para análisis bacteriológico 2018.

No.	Nombre del Sistema	Punto de Muestreo	Cantidad de muestras	Total
1	Área Urbana	Fuente Chiquiwital	2	16
		Fuente La Laguna	1	
		Chorros Domiciliares	13	
2	Rincón de Jesús	Chorros Domiciliares	2	2
3	Aldea Dolores	Tanque de Distribución	1	1
4	Santo Domingo Santa Rita	Chorro Escuela	1	1
5	San Rafael	Chorro Escuela	1	1
6	El Progreso	Pozo	1	1
7	San Francisco	Chorro Domiciliar	1	1
8	Caserío Chicajá	Chorro Domiciliar	1	1
9	Nacimientos	El Aguacate	1	1
		El Cebollal	1	1
TOTAL			26	26

Fuente: Proporcionado por la Unidad de Gestión Ambiental -UGAM-, 2018.

En el área urbana se tomaron muestras de agua de chorros domiciliars y pozos en los cuatro cantones; los resultados del análisis son los siguientes:

- Cantón San Juan:
 - Pozo municipal INEB: agua apta para consumo humano (no hay presencia de E-coli).
 - Chorro domiciliar: agua apta para consumo humano (no hay presencia de E-coli)
 - Chorro domiciliar: agua apta para consumo humano (no hay presencia de E-coli)
- Cantón La Cruz:
 - Chorro domiciliar: agua apta para consumo humano (no hay presencia de E-coli)
 - Pozo del vecino Leonel Canahuí: agua no apta para consumo humano (presencia de E-coli)
 - Pozo Escuela primaria: agua no apta para consumo humano (presencia de E-coli)
 - Chorro domiciliar: agua apta para consumo humano (no hay presencia de E-coli)
 - Chorro domiciliar: agua no apta para consumo humano (presencia de E-coli)
 - Pozo Colegio Bautista: agua no apta para consumo humano (presencia de E-coli)

- Cantón San Pedro:
 - Chorro domiciliar: agua apta para consumo humano (no hay presencia de E-coli)
 - Chorro escuela primaria: agua no apta para consumo humano (presencia de E-coli)
 - Chorro domiciliar: agua apta para consumo humano (no hay presencia de E-coli)
- Cantón Sandoval:
 - Chorro domiciliar: agua apta para consumo humano (no hay presencia de E-coli)

Resultados del análisis bacteriológico tomado en las comunidades de la microcuenca:

- Rincón de Jesús
 - Chorro domiciliar: agua apta para consumo humano (no hay presencia de E-coli).
 - Chorro domiciliar: agua apta para consumo humano (no hay presencia de E-coli).
- Aldea Dolores
 - Tanque de distribución: agua no apta para consumo humano (presencia de E-coli).
- Aldea Santa Rita
 - Chorro escuela primaria: agua apta para consumo humano (no hay presencia de E-coli)
- Aldea San Rafael
 - Chorro escuela primaria: agua no apta para consumo humano (presencia de E-coli).
- Aldea El Progreso
 - Pozo escuela primaria: agua apta para consumo humano (no hay presencia de E-coli).
- Aldea San Francisco
 - Chorro domiciliar: agua no apta para consumo humano (presencia de E-coli).
- Caserío Chicajá
 - Chorro escuela primaria: agua apta para consumo humano (no hay presencia de E-coli)

En el nacimiento Chiquiwital se tomaron dos muestras de agua y en las dos hay presencia de E-coli por lo que la conclusión es que no es apta para consumo humano; caso contrario en el nacimiento La Laguna en donde no se encontró presencia de E-coli. En el nacimiento El Cebollal se tomaron cuatro muestras de las cuales dos tres indican presencia de E-coli, y en el nacimiento El Aguacate no se encontró presencia de esta bacteria.

v. Ocurrencia de amenazas

Según el PDM-OT 2019 elaborado por la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN- las vulnerabilidades a las que las comunidades están expuestas son las siguientes:

Cuadro 30. Vulnerabilidades de la microcuenca San Miguel.

No.	Parte alta-media	Parte baja	Área Urbana
1	Heladas	Sequía	Desechos sólidos
2	Deslizamientos	Inundaciones	Agotamiento de agua
3	Incendios forestales	Agotamiento de agua	Terremoto
4	Vientos fuertes	Desechos sólidos	Gasolineras y gas
5	Huracanes	Contaminación por desechos sólidos	
6	Sequía	Incendios	
		Accidentes vehiculares	

Fuente: Elaborado en base a SEGEPLAN, 2019

La sequía es una vulnerabilidad identificada por SEGEPLAN y percibida por los pobladores, también se manifiesta a través del agotamiento de agua de los nacimientos. Según datos de la Unidad de Gestión Ambiental -UGAM- los caudales de los nacimientos de agua más importantes de la microcuenca se realizó en el mes marzo con el afán de identificar el agotamiento de agua; en el Cuadro 31 se indican los caudales de los nacimientos de agua que se encuentran en la parte alta de la microcuenca y que abastecen al área urbana, así como a las demás comunidades.

Cuadro 31. Caudales en los nacimientos de agua de la microcuenca San Miguel

No.	Nacimiento	Coordenadas GTM	Caudal (l/s)
1	El Chiquiwital	x = 510919 y = 1659668	7.89
2	La laguna	x = 510922 y = 1659685	5.06
3	El Aguacatal	x = 510778 y = 1659836	2.9
4	El Cebollal I	x = 510691 y = 1660102	3.12
5	El Cebollal II	x = 510711 y = 1660178	0.16
6	El Cebollal III	x = 510724 y = 1660214	0.57

Los nacimientos del Chiquiwital y La laguna abastecen de agua entubada al área urbana del municipio con un caudal de 7.89 – 5.06 l/s respectivamente, entre los dos alcanzan a abastecer a 12,432 personas con una dotación diaria de 90 litros por persona por día (7,574 habitantes para Chiquiwital y 4,858 habitantes para la Laguna). La cantidad de habitantes en el área urbana es aproximadamente de 8,850 distribuidos en 1,778 viviendas, de las cuales 391 viviendas tienen pozo propio; lo que indica que con el nacimiento del Chiquiwital se cubriría bastante bien el área urbana; sin embargo, la situación es diferente, debido a que se presentan irregularidades en el servicio del agua potable en los meses de febrero, marzo y abril, en donde el centro del área urbana para esas fechas se tiene disponibilidad de agua un día sí y otro no; el cantón Sandoval es el sector más vulnerable en época seca donde el servicio de agua potable llega una vez a la semana, y en algunos casos cada quince días. Las causas pueden ser varias, desde fugas en los tanques recolectores, daño a las tuberías o conexiones clandestinas a la tubería principal.

Para la parte alta-media el agotamiento de agua no es tan severo, si existe una irregularidad en el servicio a las viviendas, pero no es tan acentuado como en la parte baja, la época con menor disponibilidad son los meses de febrero, marzo y abril.

En la parte baja de la microcuenca los caudales de los nacimientos son el Cebollal y El Aguacatal, que no superan los 4 l/s, con un agotamiento de agua en los meses de febrero, marzo y abril, lo que genera preocupación en los habitantes, por el servicio irregular del agua entubada, esta situación se presenta en las comunidades de Dolores, Rincón de Jesús

y Rincón San Pedro. En el área del Progreso obtienen el agua para consumo de pozos artesanales y los que no los tienen llegan al río San Miguel a acarrear para su uso.

c. Impacto Potencial

La amenaza más recurrente en la microcuenca es la sequía, debido a la escasez de agua identificada en el servicio de agua entubada, lo que impacta de manera directa en la vida cotidiana de los habitantes; las canículas prolongadas de los últimos años también han afectado en gran parte la economía familiar de subsistencia e infra subsistencia, debido a que ha provocado pérdidas económicas y bajos rendimientos en los cultivos, todo esto impacta en la seguridad alimentaria, siendo los más afectados niños menores de 5 años y personas de avanzada edad.

La poca implementación de prácticas de conservación de suelos en las parcelas ubicadas en ladera, también crea un impacto biofísico que repercute de manera directa en la fertilidad y productividad de los suelos e indirecta en la dieta del agricultor; la ausencia de buenas prácticas agrícolas trae consigo una baja retención de humedad en las parcelas de la parte baja y conduce a otra amenaza que crea un impacto potencial directo en el área boscosa de la microcuenca; los incendios forestales, en su mayoría intencionales y por negligencia de los agricultores, esta mala práctica ha reducido los bosques y tiene sus implicaciones en las fuentes de recarga hídrica de la microcuenca.

C. Capacidad de adaptación

a. Aspectos socioeconómicos

Según entrevistas con los líderes comunitarios la personas en las comunidades no tienen registro de la propiedad, solamente son poseedores de tierras. En los grupos focales los pobladores manifestaban gran interés en la protección de los bosques, lo cual podría ser útil para que ingresen al programa de incentivos para pequeños poseedores de tierras - PINPEP-, favoreciendo en la recuperación de la cobertura vegetal.

En el área urbana el Centro para la Adaptación al Cambio Climático -CACC- trabaja en el fortalecimiento de la economía familiar y la introducción de tecnología, buenas prácticas agrícolas y medidas de adaptación al cambio climático para todas las comunidades del municipio.

b. Aspectos biofísicos

El interés de la población por recuperar los bosques es una ventaja para la protección de las fuentes de agua localizadas en la microcuenca, la Unidad de Gestión Ambiental -UGAM- de la municipalidad de San Miguel Chicaj trabaja en la creación de viveros forestales y frutales en las comunidades para facilitar el acceso y disminuir el costo por transporte debido a que el vivero del INDE se encuentra en el área urbana.

De acuerdo con las entrevistas a los agricultores, están conscientes del grado de erosión presente en las áreas dedicadas a la agricultura, por lo que están de acuerdo con mejorar en ese aspecto insertando prácticas de conservación de suelos o un sistema agroforestal en sus parcelas familiares.

c. Aspectos institucionales

La presencia institucional en las comunidades ha jugado un rol muy importante sobre el conocimiento de temas diversos de agricultura, salud, educación, agua y grupos de mujeres, en donde se han identificado promotores para la socialización e implementación de las prácticas, acompañados por técnicos de las instituciones como UGAM, MSPAS, MINEDUC, INAB, MARN, MAGA con asesoramiento técnico, mediante la realización de prácticas y en algunos casos la entrega de insumos en agricultura, alimentación, servicios médicos, entre otros. La receptividad de la población ante el desarrollo de las actividades institucionales es alta, gestionada y organizada por los Consejos de Desarrollo Comunitario. El apoyo de las organizaciones no gubernamentales y la iniciativa privada también está presente en algunas comunidades de la microcuenca a través de Plan Internacional, Proyecto Corazón del maíz y la cooperación alemana a través de GIZ.

D. Indicadores para el análisis de vulnerabilidad al cambio climático en la microcuenca San Miguel

Los indicadores para cada componente de la vulnerabilidad se observan en el Cuadro 32.

Cuadro 32. Indicadores de la vulnerabilidad al cambio climático en la microcuenca San Miguel.

No.	Indicador	Valores			Criterios de evaluación
		0	5	10	
1	No. de años con más de 15 días sin lluvia durante canículas en los últimos 38 años.	0		1	10 años con más de 15 días sin lluvia durante canícula
2	Gestión efectiva del agua que evita conflictos por múltiples usos.	1	2	3	1=óptimo, 2=algo positivo, 3=neutral, 4=algo negativo, 5= crítico
3	Población que sabe leer y escribir (%)	0	1	2	0 = ≥95%, 1 = entre 60 y 95%, 2 = ≤60%
4	Densidad poblacional (no. De habitantes por km2)	0	1	2	0=≤100hab/km2, 1=150hab/km2, 2=>200hab/km2
5	Tipos de sistemas de riego (%)	0	1	2	0=>75% con riego, 1=<25% con riego, 2=sin riego
6	Conservación de suelos (% de agricultores en aplicar la práctica)	0	1	2	0=>75%, 1=entre 25 a 75%, 2=<25%
7	Deforestación en los últimos 9 años. (%)	0	1	2	0=<3%, 1=entre 3 y 5%, 2=>5%
8	Incendios forestales en los últimos 9 años	0	1	2	0=0 incendio/año, 1=1 incendio/año, 2=más de 1/año
9	Pérdidas de cultivo debido a fenómenos meteorológicos extremos en los últimos 5 años. (%de daño)	0	1	2	0=>25%, 1=entre 75 y 25%, 2=<75%
10	Sistemas agroforestales (% en la microcuenca)	0	1	2	0=>50%, 1=entre 25 a 50%, 2=<25%

11	Nivel de escolaridad (años de escolaridad del promedio de la población)	0	1	2	0=>8 años, 1= entre 3 y 7 años, 2=<3años
		0		1	
12	Fuentes de ingreso diversificadas.	0	1	2	0= más de 2 fuentes de ingreso, 1=2fuentes, 2=solo 1 fuente
		0		1	
13	Existencia de nacimientos de agua.	0	1	2	0=>1nacimiento, 1=1nacimiento, 2=ninguno
		0		1	
14	% de familias que practican métodos mejorados de gestión de la tierra. (mejora de la labranza o medidas contra la erosión).	0	1	2	0=>75%, 1=entre 25 a 75%, 2=<25%
		0		1	
15	Organización local.	0	1	2	0=alto grado de organización/gestión local, 1=medio, 2=nulo
		0		1	
16	No. De aldeas con actividad de las ONG's	0	1	2	0=9 aldeas, 1=entre 4 y 8, 2=< 3aldeas
		0		1	
17	Acceso a programas estatales de apoyo (ej. PINPEP).	0	1	2	0=amplio acceso (funciona), 1=mediano (deficiencias), 2=nulo
		0		1	
18	Acceso a servicios de extensión/asistencia técnica.	0	1	2	0= >40% acceso a AT, 1=entre 20% y 40%, 2=<20%
		0		1	

2.9.3. Análisis de la vulnerabilidad

A. Vulnerabilidad al cambio climático en la parte alta-media de la microcuenca San Miguel

a. Impactos potenciales climáticos

Los impactos potenciales fueron analizados para dos sistemas de interés: 1) el agua para uso doméstico y el uso del agua en la agricultura (agroforestal y agropecuario), como se muestra en el Cuadro 33.

Cuadro 33. Impactos potenciales en la parte alta-media de la microcuenca.

Sistema de interés	Principal amenaza climática	Factores de sensibilidad climática	¿Qué zonas/actores pueden ser más afectados?	Impacto biofísico potencial (producción o infraestructura)	Impactos sociales y económicos potenciales
Agua para uso doméstico	Sequía	Cambio de uso del suelo	Población en general	Deslizamientos	Pérdidas materiales
	Lluvias intensas	Erosión		Baja Fertilidad	Poca producción
		Deforestación		Menos agua disponible para consumo humano	Enfermedades
		Contaminación por desechos sólidos			
Agua en la agricultura	Sequía	Escasez de agua	Población en General	Bajos rendimientos	Falta de empleo
		Erosión		Baja fertilidad	Migración
		Deforestación		Contaminación del suelo	Enfermedades
		Altas temperaturas			Baja producción
		Contaminación			
		Incendios			

El agua para uso doméstico se ve afectado en época de verano, lo que reduce la disponibilidad de agua en las viviendas, esto se debe a las canículas prolongadas, la reducción del área boscosa y afecta a la comunidad en general con enfermedades, en época lluviosa las precipitaciones se intensifican, lo que provoca deslizamientos en la carretera que conduce a las comunidades del área.

En la parte alta-media de la microcuenca se ubican 6 comunidades que se dedican principalmente a la agricultura de subsistencia con cultivos de maíz y frijol. La principal amenaza climática para este sistema es la sequía, en donde la escasez de agua y la susceptibilidad a la erosión provocan bajos rendimientos en los cultivos, pérdida de fertilidad en los suelos y contaminación por la aplicación de abonos químicos, todo esto impacta directamente en la población y reduce la disponibilidad de alimentos; como respuesta de los

pobladores se da la migración para buscar fuentes de ingreso y darle de comer a sus familias.

b. Capacidad de adaptación

Las capacidades actuales de adaptación, obtenidas en el taller de vulnerabilidad, se muestran en el Cuadro 34.

Cuadro 34. Capacidades de adaptación para la parte alta-media de la microcuenca.

Sistema de interés	Principal Amenaza Climática	Capacidades actuales de adaptación (Recursos, conocimientos y tecnologías, formas de organización, acciones que se realizan)	Nivel de vulnerabilidad climática
Agua para uso doméstico	Sequía	Incentivos forestales (PINPEP)	Alto
	Lluvias intensas	Proyecto de protección de las fuentes de agua, La Laguna Seca.	
		Comités de agua	
Agua en la agricultura	Sequia	Agricultores organizados	Alto
		Presencia de MAGA, INAB y UGAM	
		Organización en COCODES, comité de agua, grupos de ahorro	

Para contrarrestar los impactos climáticos del Cuadro 30. En el Cuadro 34 se observan las capacidades de adaptación para los sistemas de interés seleccionados (agua para uso doméstico y agua en la agricultura).

En las comunidades de la parte alta-media los agricultores se han organizado en comités de siembra, principalmente en el cultivo de maíz, para buscar soluciones a los bajos rendimientos que se han obtenido en los últimos años principalmente por la falta de agua para uso agrícola.

Hay instituciones que realizan servicios técnicos con los pobladores como lo son el MAGA, INAB y UGAM, por lo que intensificar la presencia institucional puede ser una capacidad adaptativa para adoptar prácticas nuevas o ancestrales y adaptarse de una mejor manera al sistema.

c. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad en la parte alta-media de la microcuenca es de 0.65, lo que indica una alta vulnerabilidad al cambio climático; a pesar de ello, la capacidad de adaptación es de 0.5 lo que significa que las comunidades en la microcuenca pueden aumentar su resiliencia, siempre y cuando se les dé el apoyo necesario a través de acompañamiento técnico institucional. Los resultados de la ponderación de indicadores se indican en el Cuadro 35.

Cuadro 35. Ponderación de indicadores de la parte alta-media de la microcuenca.

No.	Indicador	Puntaje	Evaluación
1	No. de años con más de 15 días sin lluvia durante canículas en los últimos 38 años.	9	0.9
	Indicador de exposición		0.9
2	Gestión efectiva del agua que evita conflictos por múltiples usos.	4.5	0.9
3	Población que sabe leer y escribir (%)	1	0.5
4	Densidad poblacional (no. De habitantes por km2)	0	0
5	Tipos de sistemas de riego	1	0.5
6	Conservación de suelos (% de agricultores en aplicar la práctica)	2	1
7	Deforestación en los últimos 9 años. (%)	2	1
8	Incendios forestales en los últimos 9 años	2	1
9	Pérdidas de cultivo debido a fenómenos meteorológicos extremos en los últimos 5 años. (%de daño)	1	0.5
10	Sistemas agroforestales (% en la microcuenca)	2	1
	Indicador de sensibilidad		0.71
11	Nivel de escolaridad (años de escolaridad promedio de la población)	1	0.5
12	Fuentes de ingreso diversificadas.	1	0.5
13	Existencia de nacimientos de agua.	0	0
14	% de familias que practican métodos mejorados de gestión de la tierra. (mejora de la labranza o medidas contra la erosión).	1	0.5
15	Organización local.	1	0.5
16	No. De aldeas con actividad de las ONG's	2	1
17	Acceso a programas estatales de apoyo (ej. PINPEP).	1	0.5
18	Acceso a servicios de extensión/asistencia técnica.	1	0.5
	Indicador de capacidad de adaptación		0.5

d. Medidas de adaptación al cambio climático

Como parte final del análisis de la vulnerabilidad en la parte alta-media de la microcuenca, en el Cuadro 36 se presentan las medidas de adaptación al cambio climático.

Cuadro 36. Medidas de adaptación al cambio climático en la parte alta-media de la microcuenca.

Sistema de interés	Opciones de medidas de adaptación	¿Qué actores deben involucrarse?	Criterios para la priorización de las medidas de adaptación			Calificación final
			Factibilidad	Costo	Efectividad	
Agua para uso doméstico	Conservación y protección de los nacimientos de agua	INA, CONAP, MARN, pobladores	4	5	4	13
	Reforestación en zonas de recarga hídrica	INAB, MARN, Municipalidad, pobladores	3	2	4	9
	Disponibilidad de bosques energéticos	INAB, municipalidad, pobladores	4	3	4	11
	Conservación de suelos	MAGA, MARN y Municipalidad	4	3	4	11
Agua en la agricultura	Conservación de semillas nativas	FAO, MAGA.	4	5	4	13
	Conservación de suelos y agua	MAGA, Municipalidad.	2	1	4	7
	Buenas prácticas agrícolas	MAGA, Municipalidad, Plan Internacional	4	3	4	11
	Huertos familiares para mejorar la seguridad alimentaria	MAGA, Municipalidad	3	1	3	7
	Riego tecnificado	MAGA, MARN, Municipalidad, pobladores	4	3	5	12
	Cosecha de agua de lluvia	Municipalidad	4	4	4	12

El sistema de interés *agua para uso doméstico* las medidas de adaptación giran en torno a la protección, conservación y regeneración de las zonas de recarga hídrica.

En cuanto al agua para la agricultura el riego tecnificado combinado con cosecha de agua de lluvia vendría a impulsar de manera significativa los rendimientos en los cultivos y hacer más eficiente el sistema en las parcelas agrícolas, y al agregar las buenas prácticas agrícolas con conservación de suelos se estaría mejorando la cobertura y retención de agua en el espacio de siembra.

B. Vulnerabilidad al cambio climático en la parte baja de la microcuenca San Miguel

a. Impactos potenciales climáticos

Los impactos potenciales climáticos para la parte baja de la microcuenca giran en torno a los dos sistemas de interés utilizados en la parte alta-media, los resultados se muestran en el Cuadro 37.

Cuadro 37. Impactos potenciales en la parte baja de la microcuenca.

Sistema de interés	Principal amenaza climática	Factores de sensibilidad climática	¿Qué zonas/actores pueden ser más afectados?	Impacto biofísico potencial (producción o infraestructura)	Impactos sociales y económicos potenciales
Agua para uso doméstico	Sequía	Deforestación	Población en general	Menor disponibilidad de agua en las comunidades	Migración
		Contaminación del río		Agua no disponible para consumo humano	Desempleo
		Uso del agua para minirriego		Disminución del caudal del río	Enfermedades gastrointestinales
Agua en la agricultura	Sequía	Erosión	Población en general	Perdida de suelo	Baja producción
		Incendios Forestales		Baja Fertilidad del suelo	Baja disponibilidad de alimentos
				Perdida de cultivos	

La disponibilidad del agua en la parte baja ha ido tornándose crítica en los últimos años, el servicio de agua entubada en las viviendas cubre el 50% de la población y la otra parte consigue el agua por pozos artesanales o del río San Miguel. La disminución de la disponibilidad se le atribuye a la deforestación y al uso del agua para riego en las partes altas de la microcuenca; aunado a eso la contaminación por desechos sólidos en la parte baja aumenta debido a las corrientes del afluente que van desde la parte alta pasando por todas las comunidades acumulando los desechos que encuentra en el camino.

El impacto social es el desempleo para los agricultores, migración y enfermedades gastrointestinales por la contaminación.

b. Capacidad de adaptación

Las capacidades de adaptación de las comunidades de la parte baja se muestran en el Cuadro 38.

Cuadro 38. Capacidades de adaptación para la parte baja de la microcuenca.

Sistema de interés	Principal Amenaza Climática	Capacidades actuales de adaptación (Recursos, conocimientos y tecnologías, formas de organización, acciones que se realizan)	Nivel de vulnerabilidad climática
Agua para uso doméstico	Sequía	Pozos artesanales	Alto
		Protección de las fuentes de agua	
Agua en la agricultura	Sequía	Presencia de MAGA, UGAM.	Alto
		Organización en COCODES, grupos de ahorros	

Las capacidades actuales de adaptación de las comunidades en la parte baja son: La organización de los COCODES y comités de agua, los cuales pueden generar oportunidades para implementar acciones que lleven a mejorar la disponibilidad del vital líquido en sus comunidades. Otra capacidad adaptativa es el interés en proteger las fuentes

de agua que existen, principalmente a las orillas del río San Miguel lo que podría mejorar el caudal para la época seca. La perforación de pozos artesanales individuales también es otra capacidad actual adaptativa, que se implementa en el área.

c. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad al cambio climático de la parte baja de la microcuenca es de 0.73, lo cual se considera una vulnerabilidad alta, esto es debido a la exposición y la sensibilidad en las comunidades. La ponderación se muestra en el cuadro 39.

Cuadro 39. Ponderación de indicadores de la parte baja de la microcuenca.

No.	Indicador	Puntaje	Evaluación
1	No. de años con más de 15 días sin lluvia durante canículas en los últimos 38 años.	10	1
	Indicador de exposición		1
2	Gestión efectiva del agua que evita conflictos por múltiples usos.	5	1
3	Población que sabe leer y escribir (%)	1	0.5
4	Densidad poblacional (no. De habitantes por km2)	0	0
5	Tipos de sistemas de riego	1	0.5
6	Conservación de suelos (% de agricultores en aplicar la práctica)	2	1
7	Deforestación en los últimos 9 años. (%)	2	1
8	Incendios forestales en los últimos 9 años	2	1
9	Pérdidas de cultivo debido a fenómenos meteorológicos extremos en los últimos 5 años. (%de daño)	2	1
10	Sistemas agroforestales (% en la microcuenca)	2	1
	Indicador de sensibilidad		0.78
11	Nivel de escolaridad (años de escolaridad del promedio de la población)	1	0.5
12	Fuentes de ingreso diversificadas.	0	0
13	Existencia de nacimientos de agua.	0	0
14	% de familias que practican métodos mejorados de gestión de la tierra. (mejora de la labranza o medidas contra la erosión).	2	1
15	Organización local.	1	0.5
16	No. De aldeas con actividad de las ONG's	2	1
17	Acceso a programas estatales de apoyo (ej. PINPEP).	1	0.5
18	Acceso a servicios de extensión/asistencia técnica.	2	1
	Indicador de capacidad de adaptación		0.56

d. Medidas de adaptación al cambio climático

Las medidas de adaptación propuestas en el taller de la vulnerabilidad se muestran en el Cuadro 40.

Cuadro 40. Medidas de adaptación al cambio climático para la parte baja de la microcuenca.

Sistema de interés	Opciones de medidas de adaptación	¿Qué actores deben involucrarse?	Criterios para la priorización de las medidas de adaptación			Calificación final
			Factibilidad	Costo	Efectividad	
Agua para uso doméstico	Reforestación con materiales nativos	INAB, MARN, Municipalidad, pobladores	5	4	5	14
	Normativa municipal para la reducción de desechos sólidos	Municipalidad	4	5	5	14
	Cosecha de agua de lluvia	Municipalidad	4	1	4	9
	Concientización sobre el uso y contaminación del agua	Municipalidad, pobladores	3	2	2	7
Agua en la agricultura	Agricultura familiar	SESAN, MARN, MAGA, Municipalidad	4	5	5	14
	Sistemas agroforestales	INAB, MARN, MAGA, Municipalidad	4	4	5	13
	Cosecha de agua de lluvia	MAGA, Municipalidad	3	2	4	9
	Reservorios para micro riego	MAGA, Municipalidad, agricultores	2	1	4	7

Las medidas de adaptación propuestas para disminuir los impactos de la sequía van destinadas a captar la mayor cantidad de agua de lluvia y con ello mejorar la disponibilidad de agua tanto en el uso doméstico como en la agricultura, esto se complementa con una

normativa municipal para reducir la cantidad de desechos sólidos y evitar la contaminación del río San Miguel y sus consecuencias.

C. Vulnerabilidad al cambio climático en el área urbana de la microcuenca San Miguel.

a. Impactos potenciales climáticos

Los sistemas de interés analizados durante el taller participativo son los mismos a los utilizados en las dos partes de la microcuenca, debido a que el área urbana se encuentra en el centro de la microcuenca y pertenece a la parte baja de la misma; por lo que se vio en la necesidad de realizar un análisis por separado para obtener de manera general como perciben el impacto del cambio climático los pobladores de esta área.

Se tomó en cuenta el sistema de interés *“el uso del agua en la agricultura”* debido a que el 45% de la población existente en el área urbana obtiene sus ingresos de la agricultura o como jornalero y el 75% de estas personas continúan con la siembra de maíz, frijol y maní, por lo que identificar como perciben la vulnerabilidad al cambio climático complementa el análisis.

Los impactos potenciales se muestran en el Cuadro 41.

Cuadro 41. Impactos potenciales al cambio climático para el área urbana de la microcuenca.

Sistema de interés	Principal amenaza climática	Factores de sensibilidad climática	¿Qué zonas/actores pueden ser más afectados?	Impacto biofísico potencial (producción o infraestructura)	Impactos sociales y económicos potenciales
Agua para uso doméstico	Sequía	Contaminación del agua por desechos sólidos	Población en general	Escasez de alimentos	Enfermedades
		Uso inadecuado del agua		Baja producción de pastos para animales	
		No hay filtración en las calles		Limitantes en la construcción de viviendas	
		Acaparación del agua por migrantes agricultores			
Agua en la agricultura	Sequía	Incendios	Población en general	Poca Producción	Migración
		Erosión		Aumento de plagas	
		Contaminación por agroquímicos			

El agua para uso doméstico se ve afectada por la sequía, como una amenaza climática permanente, debido a que el agua se limita en época seca; otros factores sensibles son la contaminación del agua por desechos sólidos y el efluente de las plantas de tratamiento de aguas residuales; el uso inadecuado de del agua y conexiones ilícitas en la tubería principal que conduce el agua de los nacimientos hacia el área urbana deja a la población con una alta vulnerabilidad a la sequía.

La amenaza climática para para el agua en la agricultura es la sequía que sumada a los incendios que se producen en el área, la erosión de los suelos en las parcelas de los agricultores, y la contaminación de agroquímicos dan como resultado baja producción de los cultivos agrícolas, el aumento de plagas debido al desequilibrio ecológico y la migración de la población.

b. Capacidad de adaptación

Las capacidades de adaptación identificadas en el taller de la vulnerabilidad con los actores clave se muestra en el Cuadro 42.

Cuadro 42. Capacidades de adaptación al cambio climático en el área urbana de la microcuenca.

Sistema de interés	Principal Amenaza Climática	Capacidades actuales de adaptación (Recursos, conocimientos y tecnologías, formas de organización, acciones que se realizan)	Nivel de vulnerabilidad climática
Agua para uso doméstico	Sequía	Racionalización del agua en época de verano	Alto
		Uso de pozos artesanales	
		Existencia de nacimientos de agua en los alrededores del área urbana	
		Fuente de agua “La Laguna Seca” declarada área protegida.	
Agua en la agricultura	Sequía	Centro para la Adaptación al Cambio Climático -CACC-	Alto
		Organización en COCODES, grupos de mujeres y jóvenes	

Desde el año 2013 la “Laguna Seca” ubicada en la aldea San Rafael fue declarada área protegida, como una acción para proteger las fuentes de agua de la deforestación. Como capacidad adaptativa a fortalecer en el área urbana se tiene la existencia de nacimientos de agua a orillas del río San Miguel, por cantón San Pedro y Sandoval, los cuales deben de ser protegidos de una manera adecuada para evitar su deterioro; también debe de fortalecerse la organización de la población en comités comunitarios de desarrollo, los cuales han visto la necesidad en cuanto a la escasez de agua, por lo que han luchado por la protección de los nacimientos de agua y adquirir de forma legal un terreno privado ubicado en la parte alta de la microcuenca (aldea San Rafael) en donde se encuentran cerca de 8 nacimientos de agua y hacerlo municipal para resolver el problema de la disponibilidad de agua en época de verano.

Es importante resaltar que en cuanto a adaptación en la agricultura se refiere el área urbana cuenta con las instalaciones del Centro para la Adaptación al Cambio Climático -CACC-, en donde se desarrollan actividades agrícolas enfocadas en la realización de prácticas destinadas a aumentar la resiliencia de los pequeños agricultores ante el cambio climático e insertar de forma participativa a la población en general a propiciar la sostenibilidad ambiental, social y económica en los sistemas de producción.

c. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad del área urbana ante el cambio climático es de 0.6, una vulnerabilidad media, con una capacidad de adaptación muy positiva para contrarrestar las deficiencias en la sensibilidad y aumentar la capacidad de resiliencia de la población de los cuatro cantones.

Cuadro 43. Ponderación de indicadores del área urbana de la microcuenca

No.	Indicador	Puntaje	Evaluación
1	No. de años con más de 15 días sin lluvia durante canículas en los últimos 38 años.	10	0.9
	Indicador de exposición		1
2	Gestión efectiva del agua que evita conflictos por múltiples usos.	3	1
3	Población que sabe leer y escribir (%)	1	0.5
4	Densidad poblacional (no. De habitantes por km ²)	2	1
5	Tipos de sistemas de riego	1	0.5
6	Conservación de suelos (% de agricultores en aplicar la práctica)	2	1
7	Deforestación en los últimos 9 años. (%)	2	1
8	Incendios forestales en los últimos 9 años	2	1
9	Pérdidas de cultivo debido a fenómenos meteorológicos extremos en los últimos 5 años. (%de daño)	2	1
10	Sistemas agroforestales (% en la microcuenca)	2	1
	Indicador de sensibilidad		0.89
11	Nivel de escolaridad (años de escolaridad del promedio de la población)	0	0
12	Fuentes de ingreso diversificadas.	0	0
13	Existencia de nacimientos de agua.	0	0
14	% de familias que practican métodos mejorados de gestión de la tierra. (mejora de la labranza o medidas contra la erosión).	2	1
15	Organización local.	0	0
16	No. De aldeas con actividad de las ONG's	0	0
17	Acceso a programas estatales de apoyo (ej. PINPEP).	2	1
18	Acceso a servicios de extensión/asistencia técnica.	0	0
	Indicador de capacidad de adaptación		0.25

d. Medidas de adaptación al cambio climático

Las medidas de adaptación identificadas en el taller de la vulnerabilidad se muestran en el Cuadro 44.

Cuadro 44. Medidas de adaptación al cambio climático para el área urbana de la microcuenca.

Sistema de interés	Opciones de medidas de adaptación	¿Qué actores deben involucrarse?	Criterios para la priorización de las medidas de adaptación			Calificación final
			Factibilidad	Costo	Efectividad	
Agua para uso doméstico	Perforación de pozos artesanales	Municipalidad, pobladores	3	3	3	9
	Protección de nacimientos de agua	INAB, municipalidad, comunitarios	4	3	3	10
	Construcción de plantas de tratamiento	CODEDE, Municipalidad, MARN	3	1	4	8
	Reforestación	INAB, municipalidad, comunitarios	4	3	2	9
	Sensibilización por el uso racional del agua	Municipalidad, COCODES	5	2	2	9
Agua en la agricultura	Riego Tecnificado	MAGA, Municipalidad	2	1	4	7
	Huertos Familiares	MAGA, Municipalidad	3	3	3	9
	Adaptación de cultivos	MAGA, Municipalidad	4	3	4	11
	Siembra de árboles frutales	INAB, MARN, Municipalidad, COCODES	3	2	3	8

Las medidas de adaptación para el agua en la agricultura van destinadas a insertar tecnología en cuanto a riego se refiere, promover la habilitación de huertos familiares, adaptación de cultivos para diversificar la disponibilidad de alimentos y por último la siembra de árboles frutales para aumentar la disponibilidad de alimentos en el área.

Las medidas para el agua de uso doméstico gira en torno a la protección de nacimientos de agua, que existen en la periferia del área urbana, pero se han visto amenazados por el constante uso que los pobladores le dan en época seca. También hay otras propuestas de medidas de adaptación como la perforación de pozos artesanales, reforestación, sensibilización sobre el uso racional del agua y la construcción de plantas de tratamiento para disminuir la contaminación del río.

Las medidas a implementar de inmediato, según los líderes comunitarios, serían: a) la adaptación de cultivos y huertos familiares; y b) la protección de nacimientos de agua y reforestación.

La situación de vulnerabilidad al cambio climático realizada mediante la evaluación de indicadores que se seleccionaron para cada uno de los componentes de la vulnerabilidad en la microcuenca San Miguel: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación se tienen los resultados indicados en el Cuadro 45.

Cuadro 45. Resultados del análisis de vulnerabilidad al cambio climático para los pobladores de la microcuenca San Miguel.

Evaluación	Exposición	Sensibilidad	Impacto	Capacidad adaptación	Vulnerabilidad	Nivel
Parte Alta/Media	0.90	0.71	0.81	0.50	0.66	Alto
Parte Baja	1.00	0.78	0.89	0.56	0.73	Alto
Área urbana	1.00	0.89	0.95	0.25	0.60	Medio

Los resultados muestran que la parte baja es la más vulnerable ante el cambio climático, le sigue la parte alta/media y el área urbana, que también presenta una capacidad de adaptación positiva. En promedio la microcuenca tiene una vulnerabilidad de 0.66, con una exposición de 0.96, la sensibilidad de 0.79, impacto potencial de 0.88 y capacidad adaptativa de 0.44.

2.10. CONCLUSIONES

1. La principal amenaza climática en toda la microcuenca es la sequía, debido a que en el municipio ha habido 11 años en donde la canícula se prolongó hasta más de 40 días, con una precipitación anual menor a 600 mm, provocando pérdidas económicas considerables, aunado a eso la tipología de agricultores que viven en el área es de subsistencia e infra subsistencia, lo que provoca un aumento de la inseguridad alimentaria, desnutrición crónica en niños y pobreza.
2. La sensibilidad climática de la población se incrementa por el tipo de sistema de producción y el manejo agronómico que siguen los agricultores, tomando en cuenta las condiciones topográficas de cada parte de la microcuenca, en la parte alta-media las condiciones de ladera establecen una forma diferente en cuanto a manejo del cultivo, los pobladores de esa parte no utilizan prácticas de conservación de suelos, por lo que a la hora de presentarse un evento climático extremo, pueden producirse deslizamientos, erosión y pérdidas de las cosechas, situación diferente en el área urbana y parte baja, en donde el déficit de lluvia marchita los cultivos debido a la deficiencia en el manejo de rastrojos y la no implementación de sistemas agroforestales, dejando pérdidas considerables a los agricultores.
3. Las capacidades de adaptación al cambio climático de las comunidades de la microcuenca dependen del grado de organización, interés y conciencia en cuanto a la aplicación e importancia de prácticas destinadas a mejorar los sistemas productivos, involucrarse en el establecimiento y manejo del bosque, así como la posibilidad de integrarse capacitaciones constantes de parte de las instituciones presentes en el área.

2.11. RECOMENDACIONES

1. Que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- le de acompañamiento a las comunidades para propiciar la adopción de prácticas de adaptación al cambio climático por ente rector en materia ambiental.
2. Qué el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- operativice el sistema de extensión rural que asegure el acompañamiento técnico a las comunidades para asegurar la implementación de prácticas de producción sostenible ya seleccionadas y disminuir la vulnerabilidad expresada en esta investigación.
3. Que el Ministerio de Educación (MINEDUC) asegure la inserción en la currícula los temas fundamentales en los que deben ser formados los niños de hoy y ciudadanos del mañana para abordar el enorme reto de la vulnerabilidad ante el cambio climático, priorizado en las áreas rurales.
4. Asegurar que la Secretaria de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SESAN) y al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) incorpore las medidas de mitigación dentro de las intervenciones prioritarias de sus instituciones.
5. Que la Municipalidad de San Miguel Chicaj concientice la conservación y uso racional de los recursos naturales, así como brindar acompañamiento a través de la Unidad de Gestión Ambiental (UGAM) en capacitación y socialización de las medidas de adaptación al cambio climático establecidas en esta investigación para asegurar la coherencia del accionar institucional.

2.12. BIBLIOGRAFÍA

1. ADAPTATE/GIZ. 2017. Análisis de Vulnerabilidad al cambio climático Microcuenca Cachil. Salamá, Baja Verapaz. 28 p. Informe Técnico.
2. Asesoría Basterrechea, M. 2010. Línea Base sobre el estado de los recursos naturales en 6 microcuencas en los municipios del corredor seco Baja Verapaz, Guatemala. 412 p.
3. Asesoría Basterrechea, M. 2011. Inventario de los recursos naturales en seis microcuencas de los municipios del corredor seco de Baja Verapaz. Guatemala. 171 p.
4. CONEVAL. (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, México) 2013. Manual para el diseño y la construcción de indicadores. Instrumentos principales para el monitoreo de programas sociales de México. (En línea) México D.F. 72 p. Consultado 20 abr. 2018 Disponible en https://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/Publicaciones%20oficiales/MANUAL_PARA_EL_DISENO_Y_CONSTRUCCION_DE_INDICADORES.pdf
5. Equipo Humanitario de País, 2014. Reporte de situación No.1 Sequía. Guatemala.
6. FAO. 2007. Guía metodológica para el manejo participativo de microcuencas. (En línea) Guatemala. 68 p. Consultado 20 abr. 2018 Disponible en <http://www.fao.org/3/a-bo962s.pdf>
7. Forgaes. (s.f.). Conceptos básicos de cuencas. (en línea) s.l. 13. p. Consultado 21 abr. 2018 Disponible en http://www.colsan.edu.mx/investigacion/aguaysociedad/proyectogro2/Biblioteca/Bibliografia/M%F3dulo%204/manual_manejo_de_cuencas_modulo_1%5B1%5D.pdf
8. García Marroquín, R. M. 2018. El impacto del cambio climático en el corredor seco de Guatemala. Trabajo de graduación. Guatemala, agosto de 2018. 137 p.

9. GCP/ELS/008/SPA. (s.f.). La Microcuenca como ámbito de planificación de los recursos naturales. (en línea) Nota Técnica, FAO. Consultado 21 abr. 2018 Disponible en <http://www.fao.org/climatechange/30329-07fbead2365b50c707fe5ed283868f23d.pdf>
10. GIZ. 2016. El libro de la vulnerabilidad. Concepto y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad. (en línea) BMZ, Alemania, enero 2016. Consultado 21 abr. 2018 Disponible en http://www.adaptationcommunity.net/?wpfb_dl=269
11. _____. 2017. Informe de línea base: Microcuencas Prioritarias Municipales del Departamento de Baja Verapaz, GIZ, Guatemala. Baja Verapaz. Consultado 22 abr. 2018 Informe Técnico
12. _____. 2017. Perfil de vulnerabilidad climática. Microcuenca Cachil. GIZ, Salamá. Consultado 22 abr. 2018 Informe Técnico
13. IARNA-URL (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar). (2018). Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida. Guatemala. 140 p. (en línea) Consultado 11 de marzo 2018. Disponible en: <http://www.url.edu.gt>.
14. INSIVUMEH, 2018. Estaciones Meteorológicas, Departamento de Baja Verapaz. (en línea). Consultado 25 sep. 2019. Disponible en: www.insivumeh.gob.gt/estaciones/ESTACIONES%20BAJA%20VERAPAZ.html
15. MAGA. 2001. Mapa Fisiográfico-Geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250,000, Memoria Técnica. Guatemala. 117p
16. MAGA, 2009. Mapa de cuencas hidrográficas a escala 1:50.000, República de Guatemala Método de Pfafstetter (primera aproximación). (en línea) Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo -UPGGR-, Guatemala. Consultado 20 abr.

2018 Disponible en http://web.maga.gob.gt/wp-content/blogs.dir/13/files/2013/widget/public/memoria_cuencas_50000.pdf

17. MAGA Y PEDN. 2002. Mapa Geológico de la Republica de Guatemala. Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de información CATIE. Ciudad de Guatemala.
18. MSPAS, 2018. Censo realizado en las comunidades rurales del municipio de San Miguel Chicaj B.V. 2017.
19. SEGEPLAN, 2010. Plan de desarrollo municipal de San Miguel Chicaj, Baja Verapaz (2011-2025). 110 p. Guatemala. Disponible en: www.segeplan.gob.gt
20. SEGEPLAN, 2017. Plan de desarrollo municipal y ordenamiento territorial de San Miguel Chicaj, Baja Verapaz. 91 p. Guatemala.
21. SEGEPLAN 2019. Consejo Municipal de San Miguel Chicaj, Baja Verapaz, Plan de desarrollo municipal y ordenamiento territorial, municipio de San Miguel Chicaj, Baja Verapaz 2018-2032. Guatemala: 2018.
22. SESAN, MAGA, FONAPAZ, ACF, ASECSA Y PMA. 2013. Impacto de la Canícula Prolongada en la población de infra y subsistencia del corredor seco de Guatemala. (en línea). Guatemala. Consultado el 26 sep. 2018. Disponible en: https://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/liaison_offices/wfp255386.pdf
23. UICN. (2009). Guia para la Elaboracion de Planes de Manejo de Microcuencas. (en línea) Comision Nacional de Microcuencas, San Marcos, Guatemala. Consultado 20 abr. 2018 Disponible en <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2009-095.pdf>
24. UPIE-MAGA (Unidad de Políticas e Información Estratégica-Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala); MAGA-BID (Programa de Emergencia por

Desastres Naturales, Guatemala). 2000. (Memoria Técnica). Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de los Suelos de la República de Guatemala, a escala 1:250,000. (1, 2000, Guatemala). Guatemala. 48 p. (en línea) Consultado 3 de junio 2019. Disponible en: https://www.academia.edu/31812071/Primera_Aproximaci%C3%B3n_al_Mapa_de_Clasicificaci%C3%B3n_Taxon%C3%B3mica_de_los_Suelos_de_la_Rep%C3%BAblica_de_Guatemala_a_escala_1_250_000_-Memoria_T%C3%A9cnica-_Realizado_por?auto=download

2.13. ANEXOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



ENCUESTA

1. Dimensión Socioeconómica

1.1. Familia

a. ¿Qué idiomas habla?

☐ Español
 ☐ Achí
 ☐ Ambos
 ☐ Otro

b. ¿Cuántas familias hay en la vivienda?

☐ 1
 ☐ 2
 ☐ 3
 ☐ 4 o más

c. ¿Cuántas personas hay en la vivienda?

☐ Niños
 ☐ Jóvenes
 ☐ Adultos
 ☐ Adultos mayores

d. ¿Cuáles son las edades de las personas de la vivienda?

☐ 0 – 4
 ☐ 5 – 9
 ☐ 10-14
 ☐ 15 – 19
 ☐ 20 – 60
 ☐ más de 60

e. ¿Sabe leer y escribir?

☐

Sí

☐

No

f. ¿Qué nivel académico poseen los miembros de la familia?

☐

Ninguno

☐

Primaria

☐

Básico

☐

Diversificado

☐

Universidad

1.2. Vivienda

a. ¿Cuáles son las condiciones del terreno donde se ubica la vivienda?

☐

Zona plana

☐

Zona baja

☐

Ladera

☐

Otro

b. ¿De qué material está hecha la vivienda?

☐

Lámina

☐

Madera

☐

Block

☐

Adobe

c. ¿Cuántos cuartos posee la vivienda?

☐

2

☐

3

☐

4

☐

Más de 5

d. ¿En dónde se ubica la cocina?

☐

Dentro del cuarto

☐

Otro cuarto

☐

Otro lugar

e. ¿Qué tipo de estufa utiliza?

☐

Estufa de Gas

☐

Plancha

☐

Fogón Alto

☐

Fogón Suelo

☐

Estufa mejorada

☐

Otro

f. ¿Qué tipo de alimentos consume al mes?

☐

Frijol

☐

Maíz

☐

Café

☐

Hierbas

☐

Hortalizas

☐

Pollo

☐

Carnes

☐

Yuca

☐

Camote

g. ¿De dónde obtiene el agua para consumo?

☐☐☐☐

- Pozo propio Pozo comunitario Chorro propio Chorro comunitario
- ☐ ☐
- Rio Otro
- h. ¿Qué tipo de tratamiento le da al agua antes de consumirla?
- ☐ ☐ ☐ ☐
- Hierve Clora Filtra Ninguno
- i. ¿Hay electricidad en la vivienda?
- ☐ ☐
- Sí No
- j. ¿Qué tipo de transporte utiliza para movilizarse a otra comunidad?
- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- A pie Bicicleta Moto Carro propio Microbús comunitario

1.3. Economía

- a. ¿Cuántas personas trabajan para mantener el hogar?
- ☐ ☐ ☐ ☐
- 1 2 3 Más de 4
- b. ¿En qué trabaja el jefe del hogar?
- ☐ ☐ Otro: _____
- En el campo Seguridad
- c. ¿Para conseguir empleo tienen que ir a otro lugar?
- ☐ ☐ ☐ ☐
- Sí No Permanente Temporal
- d. ¿Cuál es el ingreso mensual de la familia?
- ☐ ☐
- Menos de Q1, 000.00 Q1, 000.00 – Q3, 000.00
- ☐ ☐
- Q.3, 000.00 – Q. 5,000.00 Más de Q.5, 000.00

1.4. Salud

a. ¿Cuáles son las enfermedades que se presentan en la familia?

☐

Fiebre

☐

Gripe y tos

☐

Diabetes

☐

Otros

b. ¿Cuántas veces al mes va al centro de salud, puesto de salud o centro de convergencia para tratar sus enfermedades?

☐

Ninguna

☐

1

☐

2

☐

3

☐

Más de 4

1.5. Interacción social

a. ¿A qué religión pertenece?

☐

Católica

☐

Evangélica

☐

Testigo de Jehová

☐

Otra

b. ¿Participa en algún comité o asociación de la comunidad?

☐

Sí

☐

No

c. ¿Con que frecuencia asiste a las reuniones comunales de los COCODE?

☐

Ninguna

☐

1

☐

2

☐

3

☐

Siempre

2. Dimensión Productiva

2.1. Agricultura

a. ¿Posee área para siembra?

☐

No

☐

Propia

☐

Prestada

☐

Alquilada

☐

Otro

b. ¿Cuánto tiempo le toma llegar a donde se ubica su parcela?

☐

Menos de 30 minutos

☐

1 hora

☐

2 horas

☐

Más de 2 horas

c. ¿Cuáles son las condiciones del terreno donde se ubica su parcela?

☐

Plana

☐

Ladera

☐

Otro

d. ¿Cuál es el área de su parcela?

☐

1-2 cuerdas

☐

3-4 cuerdas

☐

Media manzana

☐

1 – 2 manzanas

e. ¿Qué tipos de cultivos produce?

☐

Maíz

☐

Frijol

☐

Maíz y Frijol

☐

Hortalizas

☐

Otro

Indicar cuales: _____

f. ¿De dónde obtiene la semilla?

☐

Agroservicio

☐

Banco de semillas de la comunidad

☐

Selección de la cosecha anterior

☐

Donación de instituciones

☐

Otro

g. ¿Qué tipo de sistema de riego utiliza?

☐

Sin riego

☐

Gravedad

☐

Goteo

☐

Aspersión

h. ¿utiliza agroquímicos para la producción de los cultivos?

☐

Sí

☐

No

☐

Insecticidas

☐

Herbicidas

☐

Fungicidas

☐

Abono granulado

☐

Foliar

i. ¿Implementa alguna práctica de conservación de suelos?

☐

Sí

☐

No

☐

Barreras vivas

☐

Barreras muertas

☐

Uso del rastrojo

☐

Curvas a nivel

Otro: _____

j. ¿Cuánto cosecha en la parcela?

☐

1 – 2 qq

☐

3 – 5 qq

☐

6 – 10 qq

☐

Mas de 15 qq

k. ¿Cuánto invierte en el cultivo?

☐

500 – 1000

☐

1500 – 2500

☐

3000 – 5000

☐

más de 5500

l. ¿El producto cosechado lo utiliza para comercializar o consumo familiar?

☐

Venta

☐

Consumo

☐

Ambos

2.2. Pecuaria

a. ¿Qué tipos de animales domésticos tiene?

☐

Pollos

☐

Gallinas

☐

Chompipes

☐

Cerdos

☐

Otros

b. ¿Qué tipo de alimentos les da para su crecimiento y desarrollo?

☐

Concentrado

☐

Maíz

☐

Otros

c. ¿Realiza alguna vacunación de prevención o tratamiento de enfermedades?

☐

Sí

☐

No

d. ¿Los animales los comercializa o son para consumo familiar?

☐

Venta

☐

Consumo

☐

Ambos

2.3. Artesanal

a. ¿Produce algún tipo de artesanías?

☐

Sí

☐

No

Indicar cuales: _____

3. Dimensión Ambiental

a. ¿La vivienda está conectada a una red de drenaje?

☐

Sí

☐

No

☐

No tiene

☐

Letrina

☐

Pozo ciego

b. ¿Cómo se deshace de la basura?

☐
Servicio municipal

☐
Servicio Privado

☐
Quema

☐
Entierra

☐
Abono

☐
Otro

c. ¿Cuáles son los fenómenos climáticos más frecuentes en la comunidad?

☐
Sequia

☐
Heladas

☐
Deslizamientos

☐
Incendios

☐
Plagas



Cuadro 46A. Diagnóstico por transecto en las comunidades de la microcuenca.

Lugar/zona		Parte alta-media	Parte Baja	Área Urbana
Pendiente	0-12		X	X
	12-26		X	X
	26-36		X	
	36-55	X		
	>55	X		
Susceptibilidad a la erosión	Baja			
	Media		X	X
	Alta	X	X	
	Muy alta	X		
Erosión presente	Laminar		X	X
	Surcos	X	X	X
	Cárcavas	X		
	Deslizamiento	X		
Textura		Arcillosa	Arcilla, arenas	Arcilla, arenas
Drenaje		Malo	Medio	Medio
Pedregosidad	Superficial	X		
	Interna		X	X
Plano	Meseta		X	X
	Valle intermontano		X	
	Terraza Aluvial	X		
Ladera	Ondulada		X	X
	Inclinada	X		
	Escarpada	X		
	Muy escarpada			
Cauce	Permanente	X	X	X
	Intermitente	X	X	X
	Efímero			
Cultivos		Maíz, Frijol y café	Maíz, Frijol	Maíz, Frijol y manía
Pastos		---	----	----

Bosque	Denso	X		
	Secundario			
	Intervenido	X		
	Arboles aislados		X	X
Especies de flora		pino, encino, guayaba, palo de pito, izote, banano, sauce. Guachipilín, Matilisgüate, roble, madrecao, cuje, eucalipto, maguey.	Caulote, palo de jiote, roble, nance, jocote, matasano, Matilisgüate, mango, naranjo, madrecao, guapinol, cedro, guachipilín, conacaste, casuarina, eucalipto. Marañón, chichicaste	Tanil, guayaba, palo de jiote, palo de pito, copalpon, chichicaste, nopal, escobillo,

Cuadro 47A. Registros de precipitaciones en mm de la estación meteorológica de San Jerónimo. Altitud: 1,020. Latitud: 150340, longitud: 901405.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1981	2.4	10	8.8	1.9	85.5	302.7	175.5	165.8	137.1	187	7.4	20.6	1104.7
1982	14.9	2.2	3.1	28.3	102.6	125.6	160.7	65.1	314.9	142.7	62.5	1.5	1024.1
1983	3.7	51.3	5.2	14.3	10.8	291.1	116	142	213.6	79.3	65.9	2.7	995.9
1984	0.6	5.7	5.5	64.6	147.6	308.6	140.5	164.4	243.6	53.9	3.5	13	1151.5
1985	8.5	11.9	17.8	0	23.2	145.1	145.8	123	201.4	112.2	18.8	8.4	816.1
1986	5.1	1.1	0.5	0	67.1	118.9	155.9	194.8	189.7	76.9	16.9	1.9	828.8
1987	0	0	32.2	32.3	7.1	207.1	232.1	77.6	144.4	10.3	9.7	2.7	755.5
1988	7.6	6.7	12.2	67.6	21.4	220.6	166	385.3	210	125.4	5.8	2.9	1231.5
1989	9.3	21.4	3.9	4.1	42.8	215.4	66.5	231.7	323.9	114	20.1	1	1054.1
1990	10	10.8	4.4	38.5	181	186.4	138.8	58.9	193.2	85.8	40.9	11.5	960.2
1991	6	2.6	0	38.7	70.9	111.6	131.9	45.8	203.5	41.6	9.8	69.2	731.6
1992	1	2.2	6.5	94.5	78.9	207.4	98.6	151.5	77.4	80	40.7	15.4	854.1
1993	4.5	0	0	77.8	14.4	270.6	129.5	203.4	90	70.4	13.5	7.4	881.5
1994	1.6	0.5	4.3	36.1	37.5	165.6	28.2	166.1	134.2	52.2	16.2	4.8	647.3
1995	2	4.3	0	140.6	73.6	236.2	137.5	489.8	330.3	151.8	11.7	7.7	1585.5
1996	0	1.5	0.8	96.3	64.6	105.2	234.9	-	167	67.4	73.6	-	811.3
1997	4	10.2	9.2	36.8	97.2	163.4	96.3	85.2	239.8	80.2	30.5	10.1	862.9
1998	4.9	0	0	1.2	51.1	169.9	152.1	111	97.3	263.1	85.1	6	941.7
1999	0	0.2	3.5	30.8	14.7	263.9	141.3	168.8	448.4	147.3	25.1	6.8	1250.8
2000	9.4	1.6	0	3	333.3	217.1	80.9	267.1	174.8	124.6	10.3	2.7	1224.8
2001	0.8	8	14.2	0	180.4	57.1	94.9	181.8	268.5	116.7	3	13.7	939.1
2002	3.3	3.9	11.4	0	72.9	166.9	97.5	97.9	165.4	144.7	17.6	7.3	788.8
2003	4.2	2	28.5	4	120.3	162	108.1	94.7	130.5	67.2	51.1	0	772.6
2004	2.4	0	4.4	74.2	89.4	182.4	183.4	55.8	157.5	103.5	27	3.8	883.8
2005	11.2	36	45.6	4	31	178.2	271.6	268.1	155.7	107.7	18	0	1127.1
2006	25.1	1	15.3	36.8	201.1	360.2	169.8	60.4	146.7	68.2	45.8	14.2	1144.6
2007	9.4	0	14.2	22.4	52.7	257.9	107.6	248.4	199.7	194.4	38.1	1.7	1146.5
2008	7.8	5.7	12.1	2.7	55.5	130.2	371.6	206.2	300.8	112.7	0.5	9	1214.8
2009	0.2	1.2	5.8	5.7	86.9	125.2	136	68	66.3	40.9	35	34.7	605.9
2010	4.7	2.2	5.6	162.8	198.6	174.6	425.6	251.3	179.9	16	7.2	1.8	1430.3
2011	15.3	4.4	2.1	18.5	59.2	200.9	288.2	191	307.2	253.5	14.9	2.1	1357.3
2012	4.3	5.8	3.3	15.6	90.6	100.9	83.4	223.6	86.4	62.3	0.2	10.9	687.3
2013	7.9	9.9	32.9	76.1	118.6	331.7	151.5	83.6	185.9	183.7	157.2	9.2	1348.2
2014	2.4	3.5	24.5	12.6	155.9	219.5	52.1	90.1	274.1	193.3	27.1	3.6	1058.7
2015	9.8	0.3	-	58.5	11.5	221.5	39.7	39.8	204.9	90.3	97.9	-	774.2
2016	7.9	8.3	10.2	5.3	46.5	188.2	37.8	165.6	175.3	22.7	20.5	1	689.3
2017	5	3.5	13.6	23.2	90.2	326.3	151.2	169.9	293.2	125.2	12	4.3	1217.6
2018	21.4	2.6	6.5	21.4	35.1	205	38.9	135.7	97	0	0	-	563.6

Violeta: 1 día sin registro, gris: 6 días sin registro, rojo: 22 días sin registro y café: 27 días sin registro. Verde: datos idénticos a brillo solar total

Cuadro 48A. Registro de días lluvia de la estación meteorológica de San Jerónimo. Altitud: 1,020. Latitud: 150340, longitud: 901405.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1981	1	4	3	2	15	25	23	21	16	21	5	7	143.00
1982	5	2	3	2	14	17	24	15	21	15	5	3	126.00
1983	3	4	4	3	3	25	23	16	21	14	5	1	122.00
1984	1	2	3	5	17	16	22	16	27	11	4	6	130.00
1985	2	5	7	0	4	18	18	18	21	18	10	5	126.00
1986	4	1	1	0	12	16	14	18	21	13	8	2	110.00
1987	0	0	8	4	3	21	25	13	15	2	5	2	98.00
1988	8	3	4	3	8	19	22	26	20	13	3	2	131.00
1989	6	9	3	7	7	19	18	18	25	16	8	1	137.00
1990	8	2	7	4	11	14	16	14	22	12	9	6	125.00
1991	5	4	0	2	6	18	16	8	24	14	4	12	113.00
1992	1	1	4	10	7	20	19	14	20	9	6	9	120.00
1993	3	0	0	6	6	20	13	23	19	14	7	3	114.00
1994	2	1	3	5	5	14	8	16	14	11	6	4	89.00
1995	1	3	0	9	4	16	17	25	27	18	7	3	130.00
1996	0	2	1	9	14	17	25	0	13	13	9	0	103.00
1997	5	5	3	3	6	19	16	16	20	9	9	3	114.00
1998	4	0	0	3	4	15	16	18	13	25	12	2	112.00
1999	0	1	2	4	6	23	18	20	27	16	4	4	125.00
2000	5	3	0	2	23	23	14	18	18	12	7	3	128.00
2001	2	9	5	0	9	14	20	13	19	12	1	10	114.00
2002	3	3	3	0	7	16	14	10	19	14	5	2	96.00
2003	2	1	3	1	11	18	17	14	16	9	11	0	103.00
2004	3	0	4	5	12	19	16	10	15	17	9	3	113.00
2005	4	1	5	2	11	21	22	20	18	11	7	0	122.00
2006	5	2	7	8	10	19	20	18	22	17	7	4	139.00
2007	6	0	5	6	3	15	17	18	20	15	10	1	116.00
2008	6	4	6	2	7	23	23	20	21	14	1	5	132.00
2009	1	2	2	3	8	14	20	17	15	13	7	5	107.00
2010	4	4	2	14	14	21	29	27	24	9	3	2	153.00
2011	4	3	8	8	8	23	24	21	26	18	11	6	160.00
2012	8	8	5	5	12	19	17	20	14	18	1	6	133.00
2013	5	5	6	3	9	23	17	19	26	19	27	8	167.00
2014	5	6	6	6	22	17	13	13	21	20	10	8	147.00
2015	9	1	0	4	7	16	14	7	21	15	17	0	111.00
2016	7	5	4	5	4	20	15	22	20	9	12	1	124.00
2017	3	4	6	7	15	23	20	18	23	19	4	6	148.00
2018	6	4	4	6	10	24	11	14	20	21	7	0	127.00

Amarillo: Sin registro, violeta: 1 día sin registro, gris: 6 días sin registro, rojo: 22 días sin registro y café: 27 días sin registro. Verde: datos idénticos a brillo solar total

Cuadro 49A. Registros de precipitaciones en mm de la base de dato CHIRPS. Altitud: 980. Latitud: 15° 08' 06", longitud: 90° 21' 45" y altitud: 1462, latitud: 15° 03' 41", longitud: 90° 24' 41".

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1981	7.6	13.3	23.3	28.1	136.3	360.9	147.9	225.3	166.7	133.2	22.2	24.3	1289.1
1982	11.1	8.7	7.9	16.9	187.6	137.5	121.6	61.0	232.0	122.6	35.6	13.6	956.2
1983	7.9	8.3	10.7	31.4	31.0	205.1	109.6	107.8	174.5	98.3	79.1	26.8	890.6
1984	7.7	8.4	12.1	20.5	195.7	221.6	170.0	125.0	289.2	80.8	24.0	8.5	1163.4
1985	8.8	10.4	12.7	24.8	97.7	182.6	130.3	146.2	169.2	149.7	36.8	32.0	1001.1
1986	8.1	6.1	11.6	10.8	141.7	188.7	106.1	125.5	144.8	115.5	26.9	8.0	893.7
1987	6.7	5.8	21.9	29.1	39.7	249.6	152.7	98.6	136.9	34.3	27.4	15.0	817.6
1988	16.6	10.9	20.5	17.0	51.9	249.5	159.3	300.3	213.6	202.9	19.5	16.0	1278.2
1989	9.8	12.6	11.5	43.5	150.9	198.0	87.3	156.9	228.6	135.8	43.2	11.2	1089.3
1990	11.8	9.4	16.4	49.2	153.9	169.9	95.3	107.4	201.3	107.5	54.8	25.2	1002.1
1991	8.7	7.4	10.0	13.4	130.9	181.1	94.6	85.6	186.0	95.2	32.2	47.5	892.6
1992	7.5	7.1	20.0	45.7	85.2	288.3	116.4	111.3	111.1	141.8	61.7	12.8	1008.8
1993	8.5	5.9	14.9	53.4	93.9	308.5	101.9	184.5	144.6	137.4	27.4	10.5	1091.3
1994	12.6	8.7	17.9	35.5	91.4	184.7	57.7	159.7	164.2	97.1	31.8	9.1	870.5
1995	10.2	9.4	6.7	86.0	79.7	233.9	135.5	291.5	287.5	159.3	33.7	10.8	1343.9
1996	10.9	10.1	9.7	110.2	234.8	161.3	188.3	136.5	154.2	137.8	78.3	9.3	1241.3
1997	9.7	10.0	21.5	31.4	93.3	204.7	164.0	88.3	255.6	138.1	76.6	22.4	1115.7
1998	7.1	0.0	9.0	9.6	66.8	180.7	160.8	121.0	198.8	215.3	163.1	9.9	1142.1
1999	8.3	12.5	23.9	43.9	64.7	231.1	139.9	143.9	317.3	228.8	43.2	13.4	1271.1
2000	11.1	7.6	10.7	18.3	267.8	230.2	86.4	163.4	236.7	145.5	33.4	11.8	1222.8
2001	7.3	9.4	19.6	10.3	145.0	124.0	119.3	127.2	216.8	138.6	23.1	16.1	956.7
2002	7.4	11.7	12.8	7.8	92.5	183.3	113.5	79.1	219.7	116.0	41.3	8.8	893.9
2003	7.9	6.9	33.6	20.1	127.8	202.8	86.5	91.6	154.7	115.2	59.3	8.4	915.0
2004	7.3	5.8	16.9	41.0	125.7	173.0	104.9	64.6	146.7	148.5	35.0	6.2	875.8
2005	9.0	6.2	59.1	14.7	122.0	234.7	184.7	179.3	182.6	150.9	23.9	10.8	1177.8
2006	32.5	11.3	18.1	37.8	222.9	278.7	117.7	95.1	113.3	128.5	38.6	15.9	1110.5
2007	11.3	5.7	19.1	17.0	77.0	245.3	96.6	174.0	194.9	177.4	32.2	5.8	1056.4
2008	9.8	9.9	16.9	28.3	114.3	193.0	280.9	157.3	255.0	173.4	14.0	8.3	1261.2
2009	10.7	8.3	8.5	25.5	174.3	157.1	96.2	69.9	103.1	63.6	72.0	29.4	818.6
2010	6.4	7.0	10.7	101.2	256.0	159.9	188.2	260.3	247.2	60.4	29.1	9.0	1335.4
2011	9.4	7.6	23.8	59.2	141.2	224.3	206.7	200.6	245.7	312.4	27.4	13.9	1472.3
2012	14.9	13.7	20.1	52.5	153.2	209.9	76.5	232.6	138.3	141.6	22.2	17.7	1093.4
2013	7.6	6.3	26.8	39.8	97.3	194.7	149.1	161.0	238.8	162.7	52.3	11.9	1148.4
2014	7.3	6.9	22.1	31.3	175.9	289.8	69.9	128.2	200.3	210.3	36.7	8.0	1186.6
2015	8.5	6.4	17.7	47.5	62.2	160.1	80.9	66.1	205.4	155.7	88.7	7.8	907.0
2016	10.1	6.3	16.9	52.3	59.7	176.3	90.4	149.0	162.4	57.9	28.3	14.8	824.4
2017	7.2	6.5	21.7	28.6	112.6	239.6	97.9	113.8	196.9	156.1	35.4	12.5	1028.8
2018	9.1	6.4	11.8	37.0	83.0	213.4	56.1	87.2	109.2	135.8	28.9	8.9	786.8

Cuadro 50A. Registros de días lluvia de la base de dato CHIRPS. Altitud: 980. Latitud: 15° 08' 06", longitud: 90° 21' 45" y altitud: 1462, latitud: 15° 03' 41", longitud: 90° 24' 41".

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1981	2.00	3.00	4.00	6.00	17.00	29.00	15.00	18.00	16.00	6.00	1.00	2.00	119.00
1982	2.00	2.00	2.00	3.00	15.00	10.00	12.00	8.00	16.00	7.00	3.00	1.00	81.00
1983	2.00	1.00	2.00	7.00	4.00	20.00	14.00	13.00	14.00	3.00	8.00	3.00	91.00
1984	2.00	1.00	1.00	8.00	18.00	23.00	22.00	10.00	21.00	4.00	2.00	2.00	114.00
1985	2.00	2.00	1.00	8.00	17.00	15.00	14.00	12.00	10.00	11.00	5.00	2.00	99.00
1986	1.00	2.00	2.00	1.00	12.00	19.00	10.00	13.00	9.00	6.00	4.00	2.00	81.00
1987	2.00	1.00	5.00	11.00	19.00	19.00	14.00	8.00	9.00	5.00	4.00	3.00	100.00
1988	3.00	3.00	1.00	2.00	9.00	23.00	13.00	23.00	18.00	8.00	3.00	3.00	109.00
1989	2.00	3.00	1.00	8.00	14.00	20.00	12.00	13.00	18.00	13.00	2.00	1.00	107.00
1990	2.00	2.00	3.00	12.00	15.00	18.00	13.00	10.00	16.00	6.00	2.00	2.00	101.00
1991	2.00	2.00	2.00	3.00	13.00	16.00	8.00	8.00	16.00	6.00	2.00	2.00	80.00
1992	2.00	2.00	2.00	8.00	10.00	25.00	11.00	8.00	8.00	9.00	6.00	3.00	94.00
1993	2.00	2.00	5.00	10.00	14.00	21.00	18.00	21.00	15.00	17.00	4.00	2.00	131.00
1994	3.00	2.00	1.00	9.00	10.00	18.00	7.00	17.00	11.00	6.00	4.00	2.00	90.00
1995	1.00	2.00	2.00	9.00	15.00	14.00	15.00	23.00	21.00	11.00	4.00	2.00	119.00
1996	1.00	2.00	2.00	12.00	22.00	18.00	16.00	12.00	15.00	9.00	3.00	2.00	114.00
1997	2.00	2.00	2.00	7.00	11.00	17.00	14.00	9.00	19.00	8.00	6.00	2.00	99.00
1998	2.00	0.00	2.00	2.00	7.00	13.00	14.00	9.00	24.00	8.00	7.00	2.00	90.00
1999	2.00	3.00	2.00	4.00	13.00	21.00	11.00	15.00	22.00	14.00	1.00	1.00	109.00
2000	2.00	2.00	1.00	3.00	27.00	20.00	7.00	13.00	20.00	6.00	1.00	2.00	104.00
2001	2.00	2.00	3.00	1.00	15.00	12.00	15.00	15.00	15.00	8.00	1.00	2.00	91.00
2002	2.00	2.00	3.00	3.00	6.00	20.00	12.00	6.00	20.00	8.00	2.00	2.00	86.00
2003	2.00	2.00	4.00	5.00	18.00	20.00	12.00	11.00	16.00	10.00	7.00	2.00	109.00
2004	2.00	2.00	4.00	8.00	13.00	17.00	12.00	7.00	11.00	8.00	1.00	2.00	87.00
2005	2.00	2.00	7.00	1.00	18.00	22.00	17.00	11.00	14.00	9.00	4.00	2.00	109.00
2006	3.00	2.00	2.00	4.00	15.00	15.00	15.00	11.00	13.00	9.00	2.00	3.00	94.00
2007	2.00	2.00	3.00	4.00	7.00	18.00	12.00	19.00	17.00	10.00	4.00	2.00	100.00
2008	2.00	2.00	2.00	8.00	15.00	17.00	20.00	13.00	23.00	9.00	3.00	2.00	116.00
2009	2.00	2.00	2.00	5.00	19.00	15.00	14.00	5.00	11.00	4.00	3.00	2.00	84.00
2010	2.00	2.00	2.00	11.00	12.00	17.00	22.00	23.00	22.00	2.00	2.00	2.00	119.00
2011	2.00	2.00	1.00	6.00	11.00	17.00	18.00	14.00	17.00	10.00	4.00	1.00	103.00
2012	1.00	3.00	5.00	10.00	11.00	21.00	6.00	20.00	11.00	6.00	2.00	3.00	99.00
2013	2.00	2.00	4.00	5.00	11.00	15.00	12.00	13.00	24.00	8.00	3.00	1.00	100.00
2014	2.00	2.00	2.00	7.00	13.00	18.00	8.00	9.00	13.00	11.00	5.00	2.00	92.00
2015	1.00	2.00	3.00	5.00	5.00	17.00	12.00	6.00	16.00	7.00	6.00	2.00	82.00
2016	2.00	2.00	3.00	8.00	8.00	15.00	11.00	16.00	16.00	3.00	2.00	1.00	87.00
2017	2.00	2.00	4.00	5.00	14.00	19.00	7.00	16.00	15.00	11.00	3.00	3.00	101.00
2018	1.00	2.00	2.00	7.00	11.00	19.00	6.00	14.00	13.00	11.00	1.00	2.00	89.00

Mapa de Intensidad de uso del suelo

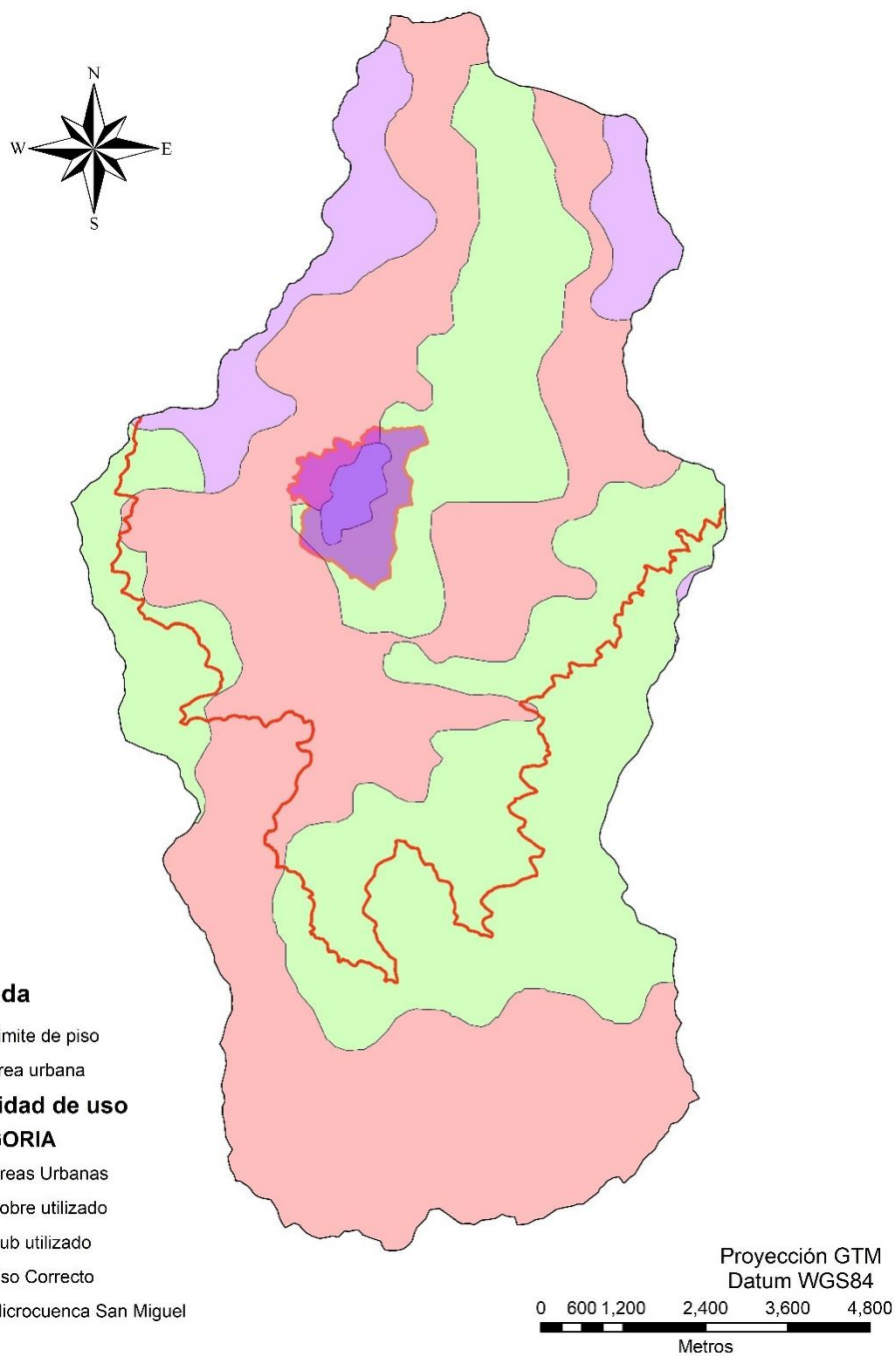


Figura 59A. Mapa de intensidad de uso de la tierra.

Capacidad de uso de la tierra Metodología INAB

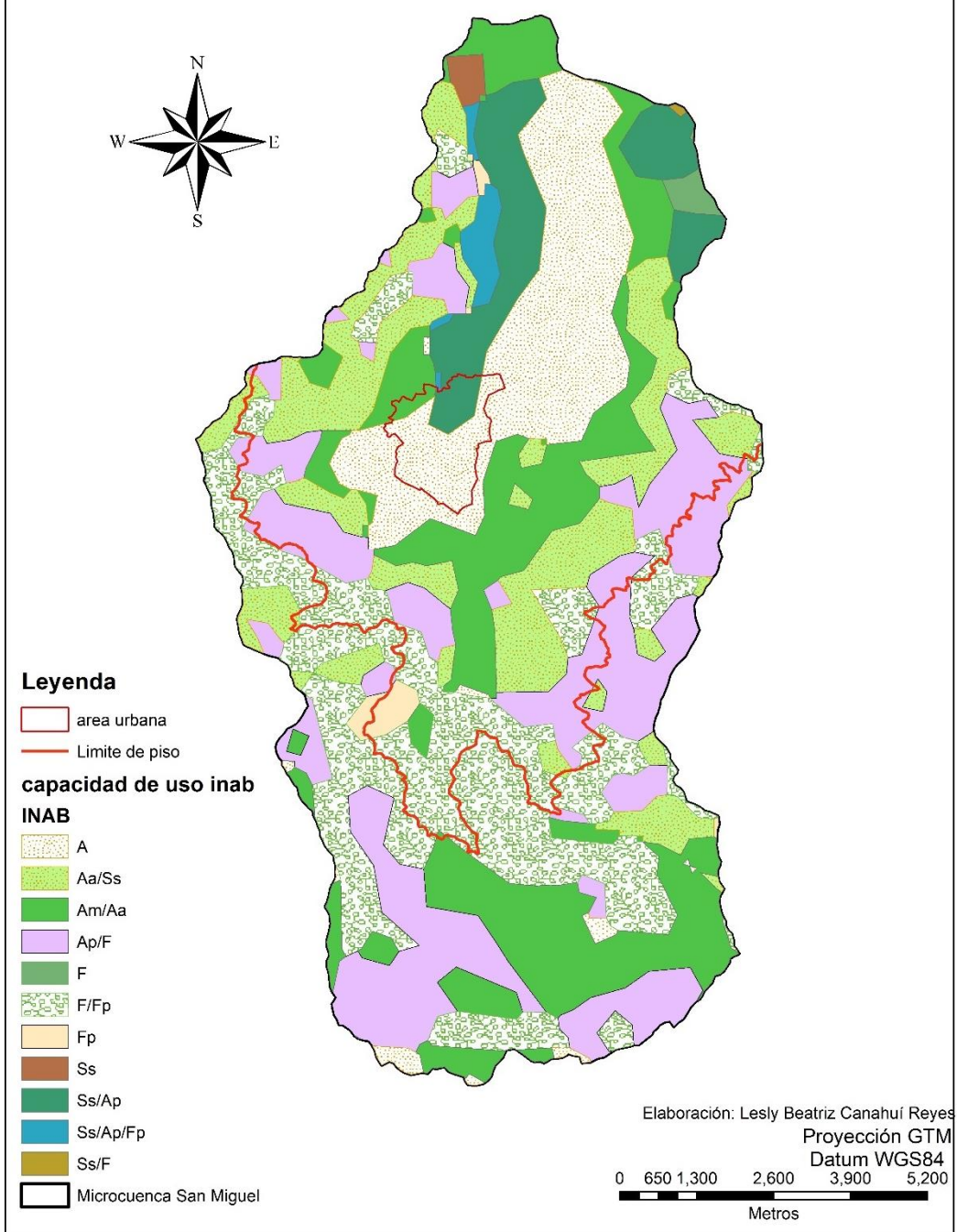


Figura 60A. Mapa de capacidad de uso de la tierra.



Figura 61A. Llenado de encuestas en las comunidades.



Figura 62A. Bosque parte alta-media



Figura 63A. Grupo focal parte baja.



Figura 64A. Líderes comunitarios Parte baja.



Figura 65A. Transecto parte baja.



Figura 66A. Transecto area urbana.



Figura 67A. Transecto parte alta-media.



Figura 68A. Grupo focal parte alta-media.



Figura 69A. Cosecha de agua de lluvia en la parte baja



Figura 70A. Río San Miguel parte baja.



Figura 71A. Resultados taller parte alta-media, impactos



Figura 72A. Medidas de adaptación parte alta-media.



Figura 73A. Resultados taller parte baja



Figura 74A. Resultados área urbana



Figura 75A. Medidas de adaptacion área urbana



Figura 76A. Lideres comunitarios área urbana



Figura 77A. Ponderación de indicadores



Figura 78A. Presentación y Validación de resultados ante el COMUDE San Miguel Chicaj

The seal of Academia Coactemalenensis is a circular emblem. It features a central figure of a person in a red and white robe, possibly a saint or scholar, holding a book. Above the figure is a golden crown. To the left is a golden castle tower, and to the right is a golden lion rampant. Below the figure are two green mountains. The entire scene is set against a light blue background. The Latin text "CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERAS OB BIS CONSPICUA" is inscribed around the perimeter of the seal.

CAPITULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN LA ALDEA SAN RAFAEL, SAN MIGUEL CHICAJ, Y EN EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, SALAMÁ, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.

3.1. PRESENTACIÓN

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- es una entidad del sector público destinada a proteger los sistemas naturales que dan sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones fomentando la preservación, protección y utilización racional de los recursos naturales para el desarrollo sostenible en Guatemala.

El MARN en cumplimiento con el Decreto 7-2013 de la “Ley marco para regular la reducción de la vulnerabilidad, la adaptación obligatoria ante los efectos del cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero” estimula la implementación de prácticas productivas apropiadas para la adaptación al cambio climático, esto incluye a personas individuales, asociaciones y demás entidades que estén involucradas en la producción de bienes, incorporando a los conocimientos tradicionales y ancestrales las tecnologías amigables con el ambiente.

Los siguientes servicios fueron implementados para resolver las demandas y necesidades de los pobladores de la Aldea San Rafael. El objetivo principal es brindarles asistencia técnica en las actividades agrícolas que realizan, así como constante capacitación para un desarrollo rural integral, el establecimiento de huertos familiares expande los horizontes en la producción agrícola y aumenta la disponibilidad de alimentos a bajo costo, incorporado la elaboración de composteras y lombricomposteras, lo que garantiza un sistema productivo sostenible y amigable con el ambiente, incrementando la materia orgánica del suelo, el uso de semilleros en la escuela rinda conocimientos para que puedan realizar sus propios huertos.

Además de las necesidades en la aldea seleccionada, se llevó a cabo un diagnostico en el departamento de Baja Verapaz, sobre el estado de las plantas de tratamiento de aguas residuales, debido a que no existe información disponible sobre la existencia de estas plantas en el MARN.

3.2. SERVICIO 1: Establecimiento de Huertos Familiares con plantas nativas e introducidas

3.2.1. Problemática

Los pobladores de Aldea San Rafael se limitan a cultivar maíz y frijol, por lo que la disponibilidad de alimentos para el hogar es escasa, teniendo que comprar hortalizas que ellos mismos pueden producir, aunado a eso; no cuentan con asistencia técnica para manejar los cultivos, considerando que el clima templado presente en el lugar es propicio para la siembra de hortalizas y diversificación de plantas nativas nutricionales.

3.2.2. Objetivo

Establecer huertos de traspatio en donde se cultiven hortalizas y plantas nativas, de manera adecuada, sostenible y familiar para aumentar la disponibilidad y diversificación de alimentos para las familias de la Aldea San Rafael.

3.2.3. Metodología

Utilizando el método de “aprender haciendo” se realizaron las siguientes actividades con familias de la Aldea San Rafael.

- ¿Qué son los huertos familiares?
- Selección y preparación del terreno destinado para el huerto
- Disponibilidad de semillas y siembra
- Manejo del huerto familiar
- Sostenibilidad y seguimiento de los huertos.

Para cada actividad se reunió a las familias interesadas en establecer el huerto familiar en su casa, para dar las especificaciones técnicas en el manejo adecuado, integrando conocimientos que ya poseen sobre el cuidado de los cultivos, utilizando en su mayoría insumos locales.

Las plantas que se establecieron en los huertos familiares fueron:

- Hortalizas: zanahoria (*Daucus carota*), acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*), cebolla (*Allium cepa*), rábano (*Raphanus sativus*), cilantro (*Coriandrum sativum*) y lechuga (*Lactuca sativa*).
- Plantas nativas: macuy (*Solanum* sp.), amaranto (*Amaranthus* sp.) y chipilín (*Crotalaria longirostrata*).

3.2.4. Resultados

Se establecieron 15 huertos familiares y uno comunal con las integrantes del CADER y participantes del grupo de ahorro. Se cultivaron 6 especies introducidas (zanahoria, acelga, cebolla, rábano, cilantro y lechuga) y 4 especies nativas (macuy, amaranto y chipilín) en parcelas de aproximadamente 15 m² por familia y el huerto comunal con un área total de 400 m².

La cosecha fue destinada a la venta y el autoconsumo, los ingresos que se obtuvieron fueron utilizados en la compra de insumos (semilla).

3.2.5. Constancias



Figura 79. Localización Huerto Comunal



Figura 80. Germinación de semillas



Figura 81. Cosecha de Hortalizas



Figura82. Establecimiento de Huertos Familiares

3.3. SERVICIO 2: Uso de Abonos Orgánicos en la producción de hortalizas

3.3.1. Problemática

Dentro de las actividades cotidianas de los agricultores está el uso de abonos químicos para la producción agrícola, brindando los nutrientes necesarios para el buen desarrollo de esta, lo cual genera una dependencia de la utilización de abonos químicos, esto a su vez incrementa los costos de producción, por lo que se hace necesario generar alternativas de producción de abonos que sean sostenibles, de bajo costo y con materiales que se encuentren disponibles.

3.3.2. Objetivos

- Establecer lombricomposteras para la producción de abono orgánico y lombriz coqueta roja
- Capacitar a los integrantes del CADER de aldea San Rafael sobre el uso de abonos orgánicos, compost y lombricomposta
- Utilizar los abonos orgánicos en la producción de hortalizas-.

3.3.3. Metodología

Se trabajó de forma independiente con las familias que establecieron los huertos familiares y el huerto comunal, siguiendo la metodología de “aprender haciendo.”

Se capacitaron a las familias integrantes del CADER, así como también el grupo de ahorro de la aldea San Rafael con el uso de abonos orgánicos, ventajas, desventajas, descripción general de los tipos de abonos que se pueden desarrollar y los materiales que se necesitan. Para el desarrollo de la práctica, se elaboraron aboneras para producir compost, para el grupo de ahorro se tomó una casa modelo en donde se llevaron a cabo las prácticas, tomando en cuenta el acceso que se tiene para que se involucren en el proceso. Para el CADER, se elaboraron aboneras tipo compost y lombricomposta en la parcela que tienen ya establecida, para facilitar el uso del producto cosechado de las aboneras.

3.3.4. Resultados

Se establecieron 15 aboneras tipo compost, para las familias que realizaron sus huertos en casa. Para el huerto comunal se construyó una lombricompostera y también se elaboró compost. El abono que se obtuvo se incorporó como materia orgánica en los huertos, generando un buen desarrollo de las plantas y curiosidad entre las participantes con la lombricomposta, por lo que se repartieron lombrices para que ellas mismas produjeran lombricomposta.

3.3.5. Constancias



Figura 83. Elaboración compost en huerto familiar



Figura 84. Volteo de abonera en huerto comunal



Figura 85. Cosecha de abono compost



Figura 86. Elaboración de compostera

3.4. SERVICIO 3: Uso de semilleros en la producción de hortalizas en la Escuela Oficial Rural Mixta Aldea San Rafael

3.4.1. Problemática

En aldea San Rafael la Escuela primaria tiene un área disponible para la siembra de hortalizas, la cual está a cargo de los grados de 5to. y 6to. Primaria. Los profesores a cargo de esos grados siembran continuamente hortalizas como cilantro, rábano, acelga, zanahoria, ayotes e incluso maíz; pero el desarrollo de las plantas no es el adecuado. Del 100% del área sembrada cosechan un rendimiento estimado del 45%. Es necesario buscar

una alternativa para la producción de hortalizas, debido a que la siembra directa es ineficiente, el establecimiento de un semillero le dará un mejor manejo inicial a la planta en su primera etapa, garantizando el buen desarrollo vegetativo.

3.4.2. Objetivos

- Apoyar en el buen mantenimiento del huerto escolar para aumentar la cosecha y disponibilidad de alimento para los niños.
- Establecer un semillero para la producción de hortalizas con apoyo de los grados de 5to. Y 6to. Primaria para mejorar el huerto escolar ya establecido.

3.4.3. Metodología

El involucramiento de manera activa y participativa de los niños de la escuela de San Rafael siguió los siguientes pasos para el establecimiento del semillero:

- Delimitación del área
- Recolección de insumos (varas, trozos de madera, arena, broza de montaña, ceniza, cal y tierra negra)
- Construcción del semillero
- Siembra de hortalizas (pepino, tomate, acelga morada, chile)
- Manejo adecuado del semillero (fertilización a los 15 días de siembra, desmalezado manual, riego y raleo)
- Trasplante a los 30 días de siembra.

3.4.4. Resultados

El área del semillero es de 3 m², se produjeron 6 hileras de pepino, acelga y tomate y 3 hileras de chile, obteniendo un total de 60 matas de pepino, acelga y tomate (un porcentaje de germinación del 100%) y 15 plantas de chile (germinación del 50%).

El trasplante se realizó a los 30 días de siembra, el éxito de cosecha fue del 80% en un área de 250 m².

3.4.5. Constancias

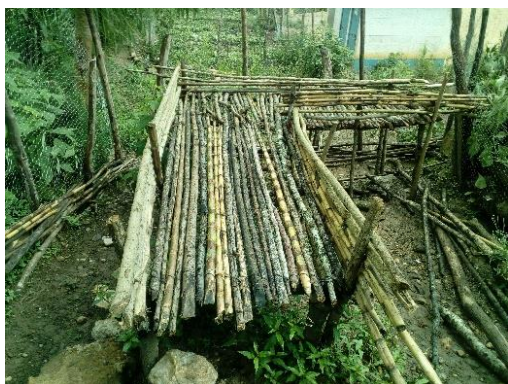


Figura 87. Construcción del semillero



Figura 88. Siembra de hortalizas



Figura 89. Germinación



Figura 90. Trasplante

3.5. SERVICIO 4: Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales del departamento de Baja Verapaz

3.5.1. Problemática

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en cumplimiento con el acuerdo gubernativo 236-2006 “Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos” debe de tener actualizada una base de datos sobre plantas de tratamiento de aguas residuales que existen en el departamento, para la evaluación, control y seguimiento de estas y promover la conservación y mejoramiento del recurso hídrico.

La Delegación departamental de Baja Verapaz del MARN ha aprobado proyectos de plantas de tratamiento para aguas residuales, sin embargo, no cuenta con un documento que los ayude a evaluar el estado actual de las plantas de tratamiento que verifique el cumplimiento del acuerdo 236-2006.

3.5.2. Objetivos

- Crear una base de datos digital actualizada de los expedientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales para cada municipio del departamento de Baja Verapaz
- Identificar el estado de las plantas de tratamiento del departamento de Baja Verapaz.

3.5.3. Metodología

El diagnóstico es de tipo descriptivo por lo que se reunió información siguiendo los siguientes pasos:

A. Fase de gabinete inicial

Previo a empezar la investigación de las plantas de tratamiento, el equipo del Ministerio de Ambiente me capacitó sobre las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, dándome a conocer los conceptos básicos de una Planta, de que se compone y los tratamientos que recibe en agua dentro de ella.

Se revisaron todos los expedientes que tiene el MARN sobre construcción y ampliación de las plantas de tratamiento de aguas residuales para crear la base de datos con información sobre el nombre del proyecto, coordenadas, número de expediente, entre otros.

B. Fase de campo

Para esta fase se visitaron las municipalidades de Baja Verapaz, para corroborar los datos que tiene el MARN sobre las plantas de tratamiento.

Posteriormente, se visitaron todas las plantas de tratamiento existentes y registradas en el MARN y las municipalidades para identificar el estado en que se encuentran y anotar aspectos de funcionamiento según el estado de las plantas de tratamiento.

C. Fase de gabinete final

Con la información obtenida en la fase de gabinete inicial y las visitas de campo, se elaboró un documento que contiene la información de cada planta de tratamiento por municipio, la cantidad de expedientes que se tienen registrados, coordenadas, localización mediante mapas, estado de la planta de tratamiento, entre otros.

3.5.4. Resultados

En total se visitaron 22 plantas de tratamiento en todo el departamento en los municipios de Salamá, San Miguel, Rabinal, Cubulco, Granados, San Jerónimo y Purulhá.

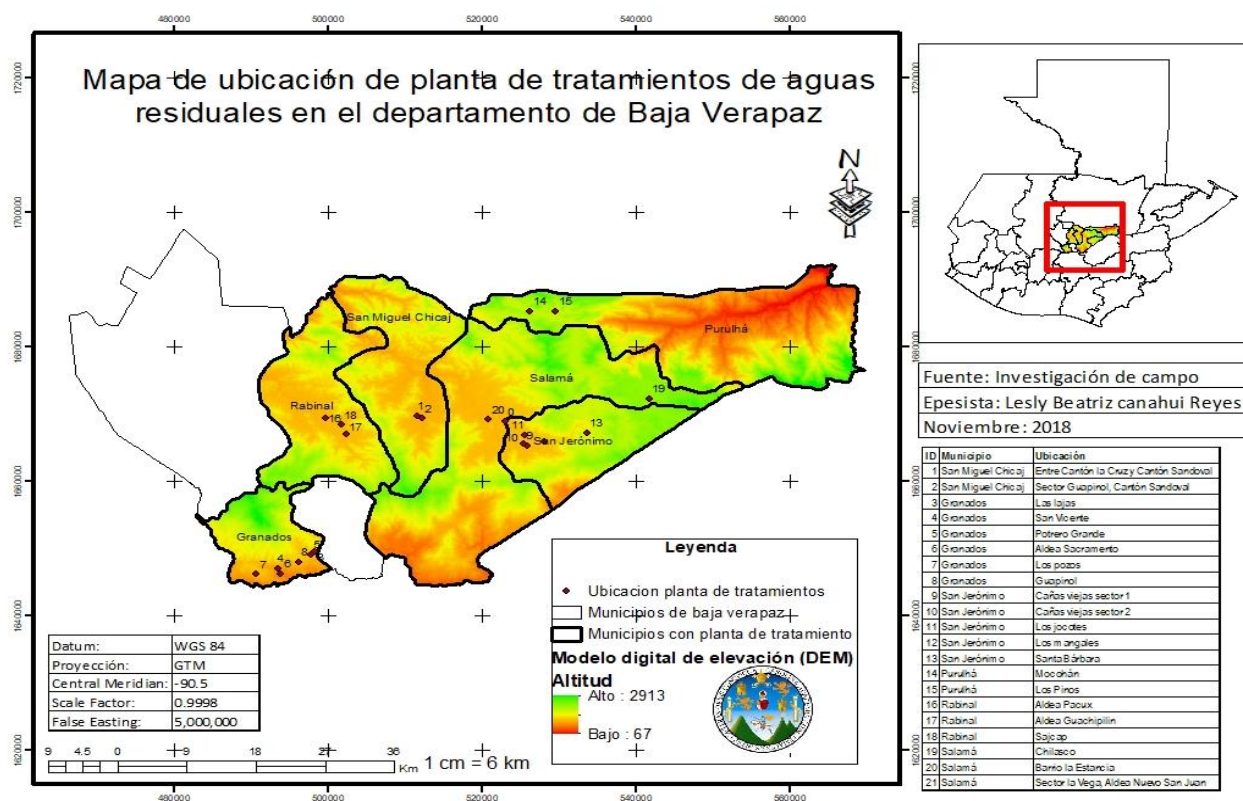


Figura 91. Mapa de ubicación de las plantas de tratamiento en el departamento de Baja Verapaz

A. Salamá

El municipio de Salamá tiene una extensión territorial de 776 km², está integrado por 38 aldeas y 62 caseríos. Las plantas de tratamiento que se visitaron para el área de Salamá fueron ubicadas en Aldea Nuevo San Juan, Aldea Chilascó, y Barrio la Estancia.

a. Planta de tratamiento de aguas residuales, Sector la Vega Aldea Nuevo San Juan

La planta de tratamiento del sector La Vega fue construida en el año 2016 y funciona actualmente.

Posee los siguientes componentes:

- Pozo de excedencias
- Canal de rejillas

- Desarenador
- Fosa séptica
- Patio de Secado de lodos
- Humedal Artificial



Figura 92. Vista de frente PTAR



Figura 93. Tubo de salida y fosas sépticas



Figura 94. Fosas sépticas

b. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Aldea Chilascó.

Esta planta de tratamiento fue construida en el año 2004, la municipalidad es la encargada de dar mantenimiento, por lo que ha contratado a una persona para que se encargue de eso (según pobladores del lugar); el estado de la planta de tratamiento es defectuoso por falta de mantenimiento, provocando contaminación al río y a la población en general.



Figura 95. Vista frontal Planta de Tratamiento



Figura 96. Entrada del drenaje



Figura 97. Vista general de la PTAR



Figura 98. Canal de rejás en mal estado



Figura 99. Sedimento



Figura 100. Tratamiento secundario



Figura 101. Patio de lodos

c. Planta de tratamiento Barrio la Estancia

La Estancia Salamá, es una planta de tratamiento anaerobio-aerobio. Tiene un tratamiento preliminar primario y secundario, sus componentes son:

- Canal de rejillas
- Desarenador
- Tanque UASB
- Filtro percolador
- Sedimentador secundario
- Patio de lodos
- Quemador
- Sistema de Bombeo

Actualmente la planta de tratamiento se encuentra sin funcionar desde hace más de 5 años, la municipalidad manda a realizarle limpieza cada 4 meses para evitar el crecimiento de vegetación; sin embargo, no se pudo ingresar debido al peligro de encontrarse con algún reptil u otros animales que viven en los alrededores.



Figura 102. Entrada a la PTAR



Figura 103. Caseta para controles eléctricos.



Figura 104. Tratamiento primario y secundario

B. San Miguel Chicaj

El municipio de San Miguel Chicaj tiene una extensión territorial de 300 km², dividido en 7 aldeas y 28 caseríos.

Actualmente la municipalidad tiene en funcionamiento dos plantas de tratamiento, que cubren solamente el área urbana, los cuatro cantones (San Juan, San Pedro, La Cruz y Sandoval).

a. Planta de tratamiento de aguas residuales, Cantón Sandoval, Sector El Guapinol

La planta de tratamiento del sector Guapinol, Cantón Sandoval se encontraba abandonada desde hace ya varios años, en el 2015 la municipalidad de San Miguel derribó la antigua planta para construir una nueva que cumpla los requerimientos del reglamento 236-2006, la cual contiene los siguientes componentes:

- Canal de rejillas
- Trampa de grasas
- Fosa séptica 3 cámaras
- Patio de lodos
- Humedales artificiales (lirios acuáticos)

Esta planta de tratamiento está en funcionamiento, con un tratamiento preliminar (caja de rejillas y desarenador) y tratamiento primario y secundario (fosa séptica de 3 cámaras, patio de lodos y humedales artificiales), tiene conectados 1500 usuarios de tres cantones del municipio, Cantón San Pedro, San Juan y Sandoval. La cantidad de usuarios supera la capacidad de la planta construida en el 2015 por lo que la municipalidad gestionó una ampliación.

Para el año 2017 se mandó a realizar análisis de laboratorio para ampliar la planta de tratamiento ya existente y abarcar un área mayor a la que se tenía originalmente, los resultados de los análisis fueron los siguientes:

Cuadro 51. Resultados de análisis de laboratorio, planta de tratamiento sector el Guapinol, San Miguel Chicaj.

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Límite de detección	Resultados
Caudal Promedio	L/s	-----	10.7
Carga de DBO	Kg/día	-----	139.6
Cianuro	mg/L – CN ⁻	0.010	<0.010
Color	u PtCo	1	2.79

Demanda Bioquímica de oxígeno	mg/L – O ₂	10	151
Demanda Química de oxígeno ⁽²⁾	mg/L – O ₂	10	325
Relación DQO/DBO	-----	-----	2.2
Fosforo total	mg/ - P	0.050	2.80
Grasas y aceites	mg/L	5	17
Materia flotante	-----	Presente/ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L – N	0.50	19.20
pH (in-situ)	-----	0.01	7.08
Solidos sedimentables	ml/L	0.1	2.2
Solidos suspendidos	mg/L	10	82
Temperatura promedio (in-situ)	°C	0.1	23.2
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1.8	920,000

Fuente: Municipalidad de San Miguel Chicaj, 2017

(1) L/s = litros por segundo, kg/día = kilogramos por día, mg/L = ppm, u P1-Co = unidades platino cobalto; NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

(2) El análisis de DQO (Método: Coguanor NGO 29 014 h8) es acreditado COGUANOR NF G/ISO/IEC 17025-2005 según OGA-LE 051 13.

(3)

Actualmente la nueva planta de tratamiento se encuentra en su última fase de construcción, la cual contendrá los siguientes componentes:

- Pretratamiento:
 - Caja de bombeo
 - Canal de Rejas
 - Desarenador

- Tratamiento primario y secundario
Tanque mejorado en un reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA)
Secado De lodos
Humedal

Las descargas de agua deben ingresar a una velocidad de 0,60 m/seg con un caudal aproximado de 3129.696 m³/día, al pasar por el pretratamiento y tratamiento primario y secundario, se obtendrían una producción de lodos aproximada de 1.87 m³/día. (Municipalidad de San Miguel Chicaj, 2017).

Esta planta de tratamiento no cumple con las normas establecidas en el acuerdo 236-2006, debido a que presenta valores arriba de los permisibles, según el análisis de la Figura 48.



Figura 105. Vista de la PTAR



Figura 106. Canal de rejás (Pretratamiento)



Figura 107. Patio de lodos



Figura 108. Construcción nuevo canal de rejás



Figura 109. Tanque mejorado en un reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA)

b. Planta de tratamiento de aguas residuales, entre Canton la Cruz y Canton Sandoval.

La planta de tratamiento localizada entre cantón La Cruz y Sandoval inició operaciones en el 2014. Cuenta con 1800 usuarios conectados a red de drenaje provenientes de Rincón de Jesús, Cantón San Juan, la Cruz y Sandoval.

Tiene un caudal de entrada de 22 L/seg, la planta es de tipo aeróbica implementándose un pretratamiento, tratamiento primario y secundario.

Componentes:

- Canal de rejas
- Vertedero de Demasías
- Desarenador
- Tanques Imhoff
- Lechos de secado de lodos
- Pozo de absorción

Para el control de olores la persona encargada de la planta aplica, con una bomba de mochila, Microbe-Lift IND, bacterias biológicas recomendadas para utilizarlas en el tratamiento de aguas residuales, industriales o municipales.



Figura 110. Entrada del afluente PTAR



Figura 111. Canal de rejás



Figura 112. Vertedero de Demasías



Figura 113. Tanques Imhoff



Figura 114. Rebalse en los tanques



Figura 115. Lechos de secado de lodos



Figura 116. Pozo de absorción



Figura 117. Salida del efluente

C. Rabinal

El municipio de Rabinal tiene una extensión territorial de 504 km², está dividido en 14 aldeas, 47 caseríos, 1 colonia y el área urbana (zonas 1, 2, 3 y 4), divididos en 12 microrregiones.

Rabinal cuenta con 3 plantas de tratamiento; la única que está en funcionamiento es la que se ubica en el río Sajcap.

a. Planta de tratamiento de aguas residuales, Pacux

La planta de tratamiento está ubicada en el caserío Pangola, ocupa un área de 88 m², Componentes:

- **Pretratamiento:** Consiste en un desarenador y sistema de rejillas para separación de sólidos. La planta cuenta con un sistema de bombeo de sólidos para circular el caudal por las unidades que componen el sistema.
- **Tratamiento primario:** Este tratamiento se lleva a cabo en un reactor anaeróbico de flujo ascendente, la capacidad de este es de 15 m³.
- **Tratamiento secundario:** Consiste en un filtro biológico provisto de un medio a base de material de PVC, con capacidad de 2.50 m³.

- **Sedimentador-Clarificador:** Esta es la etapa final del sistema previo a la disposición final, el proceso se lleva a cabo en una unidad con capacidad de 3m^3 .
- **Patio de secado de lodos:** unidad con capacidad de 1.70 m^3 para disposición y secado de lodos tratados.

La planta existente en la calle Pangola no está en funcionamiento debido al mal mantenimiento que se le ha brindado, se ha llenado de vegetación y no se visualizan las estructuras que la componen, actualmente se está construyendo una red de drenaje en esa área, y construirán una nueva planta de tratamiento para la Colonia.



Figura 118. Vista frontal PTAR



Figura 119. Reposición del Alcantarillado

b. Planta de tratamiento de aguas residuales, Guachipilin

La construcción de la planta de tratamiento data de 2004; nunca se terminó, se encuentra en total abandono, cuenta solamente con un pozo, que actúa como foco de contaminación para las viviendas que se encuentran cerca del lugar, debido a que en la época lluviosa se llena de agua lo que causa la proliferación de mosquitos y zancudos.



Figura 120. PTAR no terminada, foco de contaminación.

c. Planta de tratamiento de aguas residuales, Sajcap

La planta del río Sajcap se encontraba en mal estado debido al colapso y mal mantenimiento lo que provocaba contaminación en el río.

En el año 2017 se ordenó realizar análisis de agua para cuantificar el grado de contaminación que provocaban las aguas residuales que desembocaban directamente en el río.

Cuadro 52. Resultado análisis de agua Planta de tratamiento Sajcap, Rabinal

Análisis	Resultado muestra	Límites máximos 02/05/2020*
Arsénico	Menor de 0.02 mg/L	0.1 mg/L
Cadmio	Menor de 0.002 mg/L	0.1 mg/L
Cianuro total	Menor de 0.01 mg/L	1 mg/L
Cobre	0.4 mg/L	3 mg/L
Color	200 U	750 U
Cromo hexavalente	0.05 mg/L	0.1 mg/L
Demanda Bioquímica de oxígeno -5 días- (DBO)	207 mg/L	450 mg/L
Demanda química de oxígeno (DQO)	230 mg/L	450 mg/L

Fosforo total	3.9 mg/L	20 mg/L
Grasas y aceites	Menor de 6 mg/L	60 mg/L
Materia flotante	Ausente	Ausente
Mercurio	Menor de 0.0005 mg/L	0.02 mg/L
Níquel	0.7 mg/L	2 mg/L
Nitrógeno total	2.7 mg/L	80 mg/L
Plomo	0.03 mg/L	0.4 mg/L
Potencial de hidrogeno (pH)	6.8 pH	6 – 9 pH
Solidos suspendidos	228 mg/L	400 mg/L
Temperatura	25.1 °C	Menor de 40°C
Zinc	0.25 mg/L	10 mg/L
Coliformes fecales	Mayor de 3.0×10^5 NMP/100 mL	Menor de 1×10^5 NMP/100 mL

Fuente: Municipalidad de Rabinal, 2017

*Especificaciones según acuerdo gubernativo 236-2006. Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y la disposición de lodos.

Para el año 2018 se terminó de construir la nueva planta de tratamiento, mejorando los componentes y los sistemas de tratamientos ya existentes e incorporando nuevos mecanismos para el tratamiento de las aguas residuales.

Componentes:

- Pretratamiento
 - Caja de demasías
 - Canal de rejas
 - Desarenador
 - Trampa de grasas.
- Tratamiento primario y secundario
 - Tanque Imhoff
 - Sedimentador secundario

Filtro de carbón activado

El mantenimiento de la planta está a cargo de la municipalidad de Rabinal, la cual deberá de cumplir con los mantenimientos preventivos y correctivos necesarios para el control de la planta.



Figura 121. Filtros y sedimentador



Figura 122. Tanques Imhoff



Figura 123. patio de lodos



Figura 124. Sección interna tanque Imhoff

d. Los Mangales

Es el punto de desfogue más importante del casco urbano de Rabinal en donde existe suficiente área para el establecimiento de infraestructura de tratamiento de aguas residuales domésticas, actualmente la contaminación es evidente debido a que el drenaje desemboca directamente en el río, produciendo malos olores y contaminando el afluente y comunidades más abajo.



Figura 125. Salida directa del efluente



Figura 126. Desemboque en el río.

D. Cubulco

El municipio de Cubulco tiene una extensión territorial de 444 km², se encuentra dividida en 15 aldeas y 115 caseríos.

La disposición de las aguas negras y servidas desemboca directamente al río perjudicando la salud humana, el municipio no cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales.

Según entrevistas con los trabajadores de la municipalidad de la dirección de planificación Cubulco contaba con una planta de tratamiento; la cual dejó de funcionar, fue abandonada y se procedió a su demolición, esta se ubicaba en la salida de la colonia el Naranjo.

E. Granados

El municipio de Granados tiene una extensión territorial de 248 km², dividido en 17 aldeas, 31 caseríos y la cabecera municipal.

Según el Plan de Desarrollo Municipal del 2011 el municipio contaba con dos plantas de tratamiento de aguas servidas, al realizar este diagnóstico, se visitaron 6 plantas de tratamiento, de las cuales solo una no está en funcionamiento.

a. Planta de tratamiento de aguas residuales, Barrio los Alvarados

Esta planta de tratamiento se construyó en el año 2017, abarca el Barrio los Alvarados, Campo El Futbolista y Barrio El Deportista, con un total de 187 usuarios.

El manual de uso y mantenimiento se encuentra en la municipalidad, la que está a cargo del mantenimiento de la planta, sin embargo, la planta colapsó, se encuentra abandonada, dejó de funcionar en el mes de junio de 2018, por lo que el drenaje desemboca directamente en el río que pasa frente de la planta.

Componentes:

- Pretratamiento
 - Caja de rejas
 - Desarenador
- Tratamiento primario
 - Reactor anaeróbico de flujo ascendente
- Tratamiento secundario
 - Filtro biológico
 - Sedimentador-Clarificador
 - Patio de lodos



Figura 127. Sedimentador-Clarificador



Figura 128. Entrada efluente y canal de rejillas



Figura 129. Reactor anaeróbico de flujo ascendente colapsado



Figura 130. Vista lateral de los tanques



Figura 131. Patio de lodos



Figura 132. Vista frontal PTAR

b. Planta de tratamiento de aguas residuales, San Vicente

La planta de tratamiento de la Aldea San Vicente se construyó en el año 2013, actualmente sigue operando, el mantenimiento está a cargo de la municipalidad en conjunto con el COCODE de la aldea, sin embargo, el mantenimiento de la planta no adecuado, ya que no cuentan con una persona específica que realice las labores de limpieza en el lugar.

Componentes:

- Pretratamiento
 - Caja de demasías
 - Canal de rejas
 - Desarenador
 - Trampa de grasas

- Tratamiento primario y secundario
 - Reactor anaerobio de flujo ascendente
 - Filtro anaerobio de flujo ascendente
 - Sedimentador secundario
 - Patio de secado de lodos



Figura 133. Vista del reactor, filtro y sedimentador para el tratamiento primario y secundario.



Figura 134. Filtro anaerobio y sedimentador



Figura 135. Canal de rejas y desarenador

c. Planta de tratamiento de aguas residuales, Potrero Grande

Esta planta fue construida hace más de 10 años y abarca el centro del municipio (área urbana) consta de fosas sépticas, se observa degradada por la falta de mantenimiento de parte de las autoridades locales, el tratamiento que reciben las aguas residuales es primario; a la salida del agua después del tratamiento se observa contaminada, por lo que la eficiencia de la planta es baja.



Figura 136. Fosas sépticas PTAR



Figura 137. Última fosa séptica.



Figura 138. Tubos que conectan las fosas sépticas



Figura 139. Salida del efluente



Figura 140. Direccion del efluente hacia el río

d. Planta de tratamiento de aguas residuales, Aldea Sacramento

La planta localizada en aldea El Sacramento funciona de manera eficiente, según los trabajadores de la municipalidad, consta de un pretratamiento, a través de un canal de rejillas y desarenador, también posee un tratamiento primario y secundario, compuestos por un biofiltro, sedimentador-clarificador.

No cuenta con análisis de agua y el mantenimiento es deficiente ya que se observa el crecimiento de la vegetación que puede intervenir en el tratamiento de las aguas.



Figura 141. Estado de los tanques para tratamiento.



Figura 142. Tratamiento primario y secundario



Figura 143. Canal de rejillas y desarenador

e. Planta de tratamiento de aguas residuales, Aldea Los Pozos

Esta planta de tratamiento fue construida en el año 2010, actualmente no se encuentra en funcionamiento, por una mala construcción, el agua no sube por el biofiltro para su tratamiento primario y secundario, por el momento desvían el agua por el tubo auxiliar por lo que no recibe ningún tratamiento.



Figura 144. Reactor, filtro y sedimentador



Figura 145. Canal de rejillas y desarenador

f. Planta de tratamiento de aguas residuales, Aldea El Guapinol

Construida en 2006 consiste en 3 cajas sobre una superficie de 30 m², funcionando bajo un flujo ascendente en las que se aprovecha la formación de un manto de lodos bajo condiciones anaeróbicas para clarificar el efluente. Sigue en funcionamiento; en los alrededores de la planta la vegetación ha crecido demasiado evitando poder ver el interior de esta, no cuenta con análisis de agua por lo que no se sabe su eficiencia.



Figura 146. PTAR aldea El Guapinol



Figura 147. Cajas de tratamiento

F. San Jerónimo

El municipio de San Jerónimo cuenta con una extensión territorial de 464 km², dividida en 17 aldeas, 22 caseríos y el área urbana, distribuidas en 6 microrregiones.

Durante el tiempo para llevar a cabo los servicios se visitaron 6 plantas de tratamiento de aguas residuales en el municipio

a. Planta de tratamiento de aguas residuales, Cañas Viejas Sector I y II

En el caserío Cañas Viejas existen dos plantas de tratamiento que están en funcionamiento construidas en 2008, para el año 2014 ampliaron el sistema de alcantarillado y mejoraron las plantas de tratamiento, los encargados de dar mantenimiento son las autoridades de la comunidad; sin embargo, se observaron deterioradas en el exterior, con una acumulación de lodos y las ninfas no han sido extraídas, por lo que la eficiencia de la planta se considera baja, aunque no cuenta con análisis de agua para determinar el grado de contaminación del afluente.

Componentes:

- Desarenador
- Trampa de grasas

- Fosas sépticas
- Patio de lodos
- Humedales con ninfas acuáticas

El agua ya tratada antes de salir al desfogue pasa por dos filtros que se renuevan cada 3 a 4 años, cada filtro contiene: arena, piedra pómez, piedrín y carbón, el sistema funciona por gravedad. Las plantas de tratamiento visitadas en el Caserío tienen el mismo diseño y los mismos componentes.

Cañas Viejas Sector I



Figura 148. Caja de rejas y desarenador



Figura 149. Humedal de lirios acuáticos



Figura 150. fosas sépticas

Cañas Viejas Sector II



Figura 151. Caja de rejas y fosa septica



Figura 152. Humedal

b. Planta de tratamiento de aguas residuales, Los Mangales

La planta de tratamiento que se encuentra en Los Mangales fue construida en 2012, la municipalidad es la que está a cargo de darle mantenimiento y lo realiza cada semana.

Actualmente la planta se encuentra en buen funcionamiento, tuvo un mejoramiento en el 2017 por GIZ, por lo que la eficiencia de la planta es bastante alta; no se cuenta con un estudio de análisis de agua para verificar el estado del efluente.

Componentes:

- Canal de rejillas
- Desarenador
- Trampa de grasas
- Fosas sépticas
- Patio de lodos
- Humedal con ninfas acuáticas

La planta funciona con un pretratamiento, tratamiento primario y secundario, cada semana se le aplican de 800 a 600 ml de Aqua clean con una bomba de mochila para prevenir la proliferación de bacterias.



Figura 153. Fosas sépticas



Figura 154. Patio de lodos



Figura 155. Humedal con ninfas



Figura 156. Filtros y salida

c. Planta de tratamiento de aguas residuales, Aldea Los Jocotes

La planta de tratamiento localizada en aldea los Jocotes fue construida en el año 2000; ésta colapsó por falta de operación y mantenimiento, y tuvo que ser reconstruida en el año 2011. Están conectadas a la red de drenaje 297 familias.

Componentes:

- Canal de rejillas
- Desarenador
- Trampa de grasas
- Fosas sépticas
- Filtros percoladores
- Patio de lodos
- Humedal con ninfas acuáticas



Figura 157. Fosa séptica



Figura 158. Canal de rejillas



Figura 159. Salida hacia el patio de lodos



Figura 160. Humedal

d. Planta de tratamiento de aguas residuales, Aldea Santa Bárbara

De acuerdo con los expedientes que posee el MARN la planta de tratamiento de Santa Bárbara fue construida entre 2004-2005 la cual contaría con tanques Imhoff, patio de secado de lodos y tratamiento preliminar (cajas de rejillas, desarenador y trampa de grasas); desde hace más de 10 años no está en funcionamiento y se encuentra en total abandono, la estructura existe, pero los componentes se han perdido entre la vegetación y no hay indicios de tuberías. Según los pobladores la planta no se concluyó y los materiales se perdieron. Actualmente actúa como criadero de vectores para los pobladores de la comunidad.



Figura 161. Estado actual de la PTAR en Santa Bárbara

G. Purulhá

El municipio de Purulhá tiene una extensión territorial de 248 km², cuenta con 141 lugares poblados, 16 aldeas, 125 caseríos y el área urbana, distribuidas en 16 microrregiones.

Durante la estadía en ese municipio se visitaron 2 plantas de tratamiento, la que se encuentra en la Aldea Mochán y otra en Caserío los pinos.

a. Planta de tratamiento de aguas residuales, Aldea Mochán

La planta de tratamiento ubicada en la Aldea Mochán se construyó en el año 2016, está diseñada para una población actual de 2,652 habitantes, con una vida útil de 20 años, y una población futura de 4,163.

En la planta de tratamiento trabajan 3 personas, un encargado de la planta y dos personas para la limpieza y mantenimiento de esta.

El proceso que sigue la planta es el siguiente:

- **Pretratamiento:** El afluente ingresa en una caja de demasías para controlar el caudal. Existe un canal de rejas que retiene residuos sólidos gruesos. El desarenador, trampa de grasas y tanque de bombeo (debido a las condiciones topográficas del lugar fue necesario instalar este tipo de sistema.), este tanque posee una bomba sumergible de 6 hp.
- **Tratamiento primario:** Como tratamiento primario se construyeron dos reactores biológicos anaeróbicos de flujo ascendente para degradar la materia orgánica presente en el agua de manera natural. Los reactores están equipados con separadores de gases, eliminando los malos olores en la planta, líquidos y sólidos. El agua sale del reactor hacia un biofiltro para continuar con el tratamiento. El lodo es retenido dentro del reactor, cuando alcanza cierto volumen debe ser succionado para tratarse y ser utilizado como abono orgánico
- **Tratamiento Secundario (Humedal):** Es la penúltima fase del tratamiento de las aguas que salen del reactor, en el humedal se sembraron jacintos de agua (*Eicchornia crassipes*), esta planta es capaz de absorber los minerales como calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, aluminio, boro, cobre, molibdeno y zinc.
- **Tratamiento complementario:** Como tratamiento final está instalado un dosificador de cloro en tabletas para lograr un control de coliformes fecales, el cual se cambia cada 3 días.

Al remover los jacintos de agua, estos sufren una transformación a través de lombrices californianas (*Eusemia foetida*) convirtiendo la biomasa en lombricompost que es utilizado para la producción de cultivos y plantas ornamentales que se encuentran en los alrededores de la planta de tratamiento.



Figura 162. Caja de demasías



Figura 163. Estación sistema de bombeo



Figura 164. Caja de rejillas



Figura 165. Desarenador



Figura 166. Reactores biológicos



Figura 167. Patio de lodos



Figura 168. Humedales



Figura 169. Tratamiento secundario



Figura 170. Producción de lombricompost



Figura 171. Cultivos en donde se utiliza el lombricompost



Figura 172. Dosificador de cloro

b. Planta de tratamiento de aguas residuales, Aldea Los Pinos Sector II

La planta de tratamiento ubicada en la Aldea Los Pinos se construyó en 2017, está diseñada para una población de 777 habitantes con un caudal de aguas residuales de 0.9 L/seg.

Actualmente esta planta de tratamiento no ha empezado a funcionar, por lo que se recomienda realizar una visita el próximo año, para verificar el proceso en cada uno de los sistemas

Componentes de la planta de tratamiento:

- Pretratamiento
 - Caja de rejas
 - Desarenador
- Tratamiento primario
 - Sedimentador primario
 - Filtro biológico
 - Reactor anaerobio de flujo ascendente
 - Manto de lodos
- Tratamiento secundario

Lecho filtrante

Vertedero recolector

Sedimentador secundario

- Tratamiento terciario

Sistema de desinfección a través de pastillas de hipoclorito de calcio.



Figura 173. Parte frontal de PTAR



Figura 174. Canal de rejas y patio de lodos



Figura 175. Vista lateral de la PTAR

3.5.5. ANEXOS

Cuadro 53A. Coordenadas de ubicación y estado de las Plantas de Tratamiento de aguas residuales existentes en Baja Verapaz.

No.	Municipio	Ubicación	Coordenadas						Altura	Situación de operación		Observaciones
			Y			x				Si	No	
1	Salamá	Sector La Vega, Aldea Nuevo San Juan	15	5	32.01	90	17	13.94	977	x		
		Aldea Chilascó	15	7	22.70	90	6	45.00	1824	x		No es eficiente el tratamiento
		Barrio la estancia	15	5	42.56	90	18	23.89	946		x	Abandonada
2	San Miguel Chicaj	Cantón Sandoval, Sector el Guapinol	15	5	47.80	90	23	15.20	934	x		
		Entre cantón la Cruz y cantón Sandoval	15	5	59.80	90	23	36.20	936	x		
3	Rabinal	Pacux	15	5	51.40	90	30	16.40	971		x	Abandonada
		Guachipilín	15	4	32.80	90	28	45.50	993		x	No se terminó la construcción, foco de contaminación
		Sajcap	15	5	16.90	90	29	6.80	978	x		Falta mantenimiento
4	Granados	Barrio los Alvarados	14	55	5.00	90	31	4.00	977		x	Mal mantenimiento y colapsó
		San Vicente	14	53	39.40	90	33	40.50		x		
		Potrero Grande	14	54	47.10	90	31	20.30	955	x		No es eficiente el tratamiento

		Aldea Sacramento	14	53	13.12	90	33	31.13	689	x		
		Aldea los Pozos	14	53	12.64	90	35	15.71	1011		x	Mala construcción
		Aldea El Guapinol	14	54	11.24	90	32	12.36	995	x		Falta mantenimiento
5	San Jerónimo	Cañas Viejas Sector I	15	3	33.60	90	15	38.20	935	x		Falta mantenimiento
		Cañas Viejas Sector II	15	3	42.60	90	15	52.50	979	x		Falta mantenimiento
		Los Mangales	15	3	54.50	90	14	22.90	985	x		
		Aldea los Jocotes	15	4	25.10	90	15	45.50		x		Falta mantenimiento
		Aldea Santa Bárbara	15	4	37.90	90	11	16.30	1488		x	Abandonada
6	Purulhá	Aldea Mochán	15	14	27.10	90	15	23.70	1561	x		
		Aldea los pinos Sector II	15	14	25.90	90	13	32.60	1550		x	

