

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA DE LOS RÍOS  
SALAMA Y SAN JERONIMO, EN EL DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ.

TESIS:

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

POR:

GUSTAVO ADOLFO REYES VALDÉS

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

GUATEMALA, MAYO DE 1999.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO:	Ing. Agr. JOSÉ ROLANDO LARA ALECIO
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. JUAN JOSÉ CASTILLO MONT
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LÓPEZ
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. ALEJANDRO A. HERNÁNDEZ FIGUEROA
VOCAL CUARTO:	Br. OSCAR JAVIER GUEVARA PINEDA
VOCAL QUINTO:	Br. JOSÉ DOMINGO MENDOZA CIPRIANO
SECRETARIO:	Ing. Agr. GUILLERMO E. MÉNDEZ BETETA

Guatemala, mayo de 1999.

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

Estimados señores:

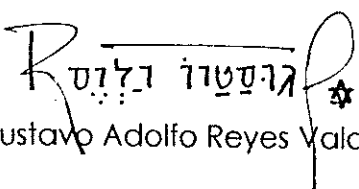
De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, la investigación titulada:

***Estudio preliminar de los niveles de contaminación del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, en el departamento de Baja Verapaz.***

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

Esperando merezca vuestra aprobación.

Atentamente:

  
Gustavo Adolfo Reyes Valdés.

## ACTO QUE DEDICO:

Al Dios de Israel:

*"El Ultradimensional Ser que trasciende el espacio-tiempo.  
El Dios que da el privilegio de evolucionar hacia formas superiores de existencia.  
El Único que da sentido a la vida.  
A Él mi humilde reconocimiento por su infinita misericordia a través de Jesucristo".*

A:

Mis padres:

Gladys Judith Valdés Díaz  
Cristóbal Reyes de la Cruz  
*"Con eterna Gratitud"*

Mis hermanos:

Cristóbal Fernando  
Milton Giovanny y familia

Mis abuelitos:

Ruperta Díaz Rodríguez  
Hercilia de la Cruz Cruz  
Lorenzo Reyes Enríquez  
Vicente Valdés Lobos  
*"Flores en su tumba"*

Mis tíos, en especial a:

Flora Reyes de Girón (Q.E.P.D.)  
Borromeo Mario Reyes  
Victor Amilcar Reyes

Mis primos, en especial a:

Luz Mélida Girón de Conde  
Aída Virginia Girón de Milián  
Marina Girón de Leonardo  
Amada Elizabeth Valdés

Todas aquellas personas, que en el transcurso de mi vida me han enriquecido con su amistad, en especial a:

Karina Mejía España  
Juan Carlos Ríos Recinos  
Juan David Vasquez Torrez  
Jaime Adolfo Calderón Alvarez  
Walfre Alberto Mendoza M.  
Luis Fernando Méndez  
Jorge Mario Guzmán Paz  
Abner Guzmán Balcárcel  
Mis compañeros de la Asociación para la Educación y Desarrollo -ASEDE-

Usted especialmente.

## TESIS QUE DEDICO:

Al Dios de Israel:

*"Este Dios, Nuestro Dios de Israel,  
Existe, Vive y Governa"  
Albert Einstein.*

A:

La memoria del ilustre maestro y amigo Ernesto Carrillo.

La memoria de mi compañero y amigo Byron Enríque Calderón.

Todos aquellos mártires guatemaltecos que murieron  
por causa de que éste fuera un mejor país.

*"Hay hombres que luchan un día y son buenos,  
Hay otros que luchan muchos días y son muy buenos.  
Pero hay quienes luchan toda la vida,  
Esos son imprescindibles".  
Bertol Brech.*

Los guatemaltecos que luchan por la protección, conservación,  
y el manejo sostenible de los recursos naturales de nuestro país.

*"La libertad no reside en la soñada independencia de las leyes  
naturales, sino en el conocimiento de éstas y en la posibilidad  
hacerlas actuar planificadamente para determinados fines,  
sobre la base de ese conocimiento".  
Federico Engels".*

Los profesionales que se dedican a la investigación científica en  
Guatemala.

*"La investigación científica y sus logros ya no son meramente un  
asunto intelectual abstracto... sino un factor central... en la vida  
de todo pueblo civilizado".  
David Ben Gurión.*

## AGRADECIMIENTOS:

Al Dios de Israel ya que Él es el responsable de éste logro.

A:

Mis asesores Ing. Agr. Silvel Elías y Lic. M.Sc. Carlos Quezada Jerez, por su valiosa colaboración en la asesoría de la presente investigación.

Mis compañeros de la Asociación para la Educación y el Desarrollo -ASEDE-: Ing. Agr. Byron Enrique Calderón (Q.E.P.D.), Ing. Agr. Walfre Mendoza, Ing. Agr. Guido Eduardo Calderón, Ofelia Serrano y Grete Serrano por el incondicional apoyo moral y logístico brindado en la realización del estudio.

Los profesionales Ing. M.Sc. Cesar Barrientos e Ing. M.Sc. Francisco Wai Medrano de la Universidad Rural de Guatemala, por su valiosa orientación proporcionada en la elaboración del anteproyecto de tesis.

La Licda. M.Sc. Silvia Echeverría de la Unidad de Análisis Instrumental, de la Facultad de Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, por su apoyo en la elaboración del informe final de tesis.

El profesor Francisco Guzmán Valdés por su valioso aporte brindado en la elaboración del anteproyecto de tesis.

Todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente estudio.

## INDICE GENERAL

<b>Contenido.</b>	<b>Pag.</b>
Indice de cuadros	iii
Indice de figuras	v
Resumen	vi
1. Introducción	1
2. Planteamiento del problema	2
3. Marco teórico	3
3.1 Marco conceptual	3
3.1.1 Conceptualización de sistema en los recursos hídricos	3
3.1.2 Situación actual de los recursos hídricos en Guatemala	3
3.1.2.1 Consideraciones generales	3
3.1.2.2 Uso actual de los recursos hídricos en Guatemala	4
3.1.3 Efectos de la contaminación del agua en la salud humana	5
3.1.4 Contaminación del agua causada por pesticidas	6
3.1.5 Contaminación del agua causada por desechos líquidos	6
3.1.6 Contaminación del agua causada por desechos sólidos	7
3.1.7 Contaminación del agua causada por la agricultura convencional	8
3.1.8 Efectos negativos del uso de la tierra y el crecimiento demográfico sobre los recursos hídricos	9
3.1.9 Evaluación de la calidad del agua	9
3.1.9.1 Descripción de algunos parámetros	10
3.1.9.2 Normas para determinar la calidad de agua para fines de riego	11
3.1.9.3 Normas para determinar la calidad de agua para uso en ganadería y avicultura	13
3.1.9.4 Normas para determinar la calidad de agua para uso en acuicultura	14
3.1.9.5 Normas para determinar la calidad de agua para consumo humano	15

3.1.9.6 Normas para determinar la calidad de agua para uso recreacional	16
3.1.10 Aspectos relevantes de las leyes vigentes	17
3.1.11 Algunos estudios sobre contaminación de fuentes de agua superficiales en Guatemala.	18
3.2 Marco Referencial	20
3.2.1 Características generales del área bajo estudio	20
3.2.1.1 Localización.	20
3.2.1.2 Suelos.	20
3.2.1.3 Hidrografía.	22
3.2.1.4 Topografía	22
3.2.1.5 Clima	23
3.2.1.6 Datos hidrométricos	24
3.2.1.7 Datos morfométricos	24
3.2.1.8 Flora	24
3.2.1.9 Fauna	24
3.2.1.10 Situación ambiental en el área bajo estudio	27
3.2.1.11 Situación actual del manejo de desechos sólidos en las ciudades de Salamá y San Jerónimo.	28
3.2.1.12 Características de la agricultura en el área bajo estudio	30
4. Objetivos	33
5. Metodología	34
6. Resultados y discusión	40
7. Conclusiones.	57
8. Recomendaciones	60
9. Bibliografía	61
10. Anexo	64



## INDICE DE CUADROS

<b>Contenido.</b>	<b>pag.</b>
Cuadro 1. Clasificación de los residuos sólidos municipales.	8
Cuadro 2. Normas de calidad de agua para uso en riego.	12
Cuadro 3. Normas de calidad de agua para uso en ganadería y avicultura.	13
Cuadro 4. Normas de calidad de agua para uso en acuicultura.	14
Cuadro 5. Normas de calidad de agua para consumo humano.	16
Cuadro 6. Normas de calidad de agua para uso recreacional.	17
Cuadro 7. Clasificación de suelos para el área bajo estudio, según Simmons.	21
Cuadro 8. Distribución de pendientes para el área bajo estudio.	22
Cuadro 9. Zonas de vida para el área bajo estudio.	23
Cuadro 10. Datos hidrométricos anuales para el área bajo estudio.	24
Cuadro 11. Principales características morfométricas de la cuenca de los ríos Salamá y San Jerónimo.	24
Cuadro 12. Algunas especies vegetales identificadas en el área bajo estudio.	25
Cuadro 13. Algunas especies de animales silvestres y domésticos identificados en el área bajo estudio.	26
Cuadro 14. Producción y tipo de desechos sólidos en las ciudades de Salamá y San Jerónimo.	29
Cuadro 15. Características de la unidad de riego San Jerónimo.	31
Cuadro 16. Listado de los principales pesticidas que son utilizados en agricultura en el área bajo estudio.	32
Cuadro 17. Metodología para determinar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.	36
Cuadro 18. Listado de comunidades involucradas en el sondeo de opinión acerca de la contaminación del agua de los ríos, a nivel de dirigentes sociales.	38
Cuadro 19. Muestras aleatorias tomadas por organización en el sondeo de opinión.	39
Cuadro 20. Clases de desechos sólidos encontrados en los basureros ubicados en las riberas del cauce principal de los ríos, en las ciudades de Salamá y San Jerónimo.	50
Cuadro 21. Clasificación de los desechos sólidos encontrados en los basureros del cauce principal de los ríos, en las ciudades de Salamá y San Jerónimo.	52

Cuadro 22 A.	Resultados de la calidad de agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, para fines de riego.	65
Cuadro 23 A.	Resultados de la calidad de agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, para uso en ganadería y avicultura.	66
Cuadro 24 A.	Resultados de la calidad de agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, para uso en acuicultura.	67
Cuadro 25 A.	Resultados de la calidad de agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, para consumo humano.	68
Cuadro 26 A.	Resultados de la calidad de agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, para uso en recreación.	69
Cuadro 27 A.	Listado de instituciones gubernamentales que participaron en el sondeo de opinión acerca de la contaminación del agua de los ríos.	70
Cuadro 28 A.	Listado de instituciones no gubernamentales que participaron en el sondeo de opinión acerca de la contaminación del agua de los ríos.	71
Cuadro 29 A.	Listado de organizaciones de base que participaron en el sondeo de opinión acerca de la contaminación del agua de los ríos.	71

**INDICE DE FIGURAS**

<b>Contenido.</b>	<b>Pag.</b>
Figura 1 A. Mapa de hidrológico.	77
Figura 2 A. Mapa de pendientes.	78
Figura 3 A. Mapa de suelos según U.S.D.A.	79
Figura 4 A. Mapa de uso y cobertura de la tierra.	80
Figura 5 A. Mapa de zonas de vida.	81
Figura 6 A. Mapa de localización de los principales basureros encontrados en las riberas del cauce principal del río, en la ciudad de Salamá.	82
Figura 7 A. Transecto de puntos de muestreo.	83
Figura 8 A. Comportamiento espacio-temporal del parámetro color.	84
Figura 9 A. Comportamiento espacio-temporal del parámetro turbiedad.	85
Figura 10 A. Comportamiento espacio-temporal del parámetro potencial de hidrógeno:	86
Figura 11 A. Comportamiento espacio-temporal del parámetro nitratos.	87

**Estudio preliminar de los niveles de contaminación del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, en el departamento de Baja Verapaz.**

**Preliminary study of the water pollution levels of the Salamá and San Jerónimo rivers, in the Guatemala's Baja Verapaz province.**

**RESUMEN.**

*Los recursos naturales constituyen la base de la evolución natural. Es importante el valor intrínseco de los mismos y su importancia ecológica, social, económica, científica, educativa, cultural y estética. La amenaza de los mismos representa un peligro para la supervivencia del ser humano y de los demás seres vivos (21).*

La presente investigación tiene un carácter preliminar. La misma se efectuó en los ríos Salamá y San Jerónimo, los cuales abarcan los municipios de Salamá, San Jerónimo, San Miguel Chicaj y Rabinal, en el departamento de Baja Verapaz. Estos recursos son valiosos por sus múltiples beneficios en actividades productivas y recreativas, y son afluentes permanentes del río Negro ó Chixoy, importante por su aporte a la generación hidroeléctrica del país.

El estudio permitió generar información básica sobre los niveles de contaminación del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo. La fase de campo se llevó a cabo en los meses de abril a septiembre de 1998. En seis puntos de muestreo, se realizaron análisis físicos, químicos y bacteriológicos del agua de los ríos para determinar su calidad. Se efectuó un estudio de desechos sólidos en las riberas del cauce principal, en las ciudades de Salamá y San Jerónimo, y además se realizó un sondeo de opinión, a nivel de dirigentes sociales, sobre la contaminación del agua de los ríos, en las principales poblaciones circunvecinas.

Los resultados de los análisis efectuados al agua de los ríos, muestran que existe abundante contaminación bacteriológica, y en menor proporción contaminación física. Muchos de los niveles evaluados sobrepasan las normas propuestas por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza -CATIE- y la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR-, por lo cual se hace restringido el uso del agua de los ríos, para ser utilizada en agricultura, acuicultura, ganadería, avicultura, consumo humano y recreación.

Los resultados del estudio de desechos sólidos en las riberas del cauce principal de los ríos en las ciudades de Salamá y San Jerónimo muestran que en todos los basureros se encontraron

desechos sólidos considerados por la Comisión Nacional del Medio Ambiente -CONAMA-, como peligrosos y potencialmente peligrosos. Además en los basureros se encontró fauna considerada nociva, la cual es un potencial peligro para la población, ya ésta puede transmitir enfermedades infecto-contagiosas.

Los resultados del sondeo de opinión, a nivel de dirigentes sociales, muestran que la totalidad de los entrevistados afirman que existe contaminación en el agua de los ríos. La mayoría creen que las principales causas de la contaminación son: los drenajes, la agricultura y la deforestación, respectivamente, y que las principales evidencias de la misma son: la proliferación de desechos sólidos, los cambios en la coloración del agua y la desaparición de la fauna acuática.

A nivel institucional (instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y organizaciones de base) se recomienda propiciar las condiciones para la planificación y ejecución de proyectos municipales y comunitarios de desarrollo enfocados a promover: planes de manejo de desechos sólidos, educación ambiental y la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros.

## 1. INTRODUCCIÓN.

En Guatemala la protección, conservación y el manejo sostenible de los recursos hídricos deberían ser aspectos importantes a nivel nacional, ya que ningún objetivo de desarrollo podrá alcanzarse, si la calidad y la cantidad del agua no están disponibles.

Uno de los principales problemas ambientales que se plantea para todas las cuencas hidrográficas es la calidad del agua. Básicamente su contaminación está asociada con la presencia de organismos patógenos, metales, tóxicos orgánicos, residuos de pesticidas, fertilizantes, fosfatos de detergentes de uso domiciliario, coliformes fecales y sólidos en suspensión, entre otros.

A pesar de que los ríos en nuestro país están contaminados, es importante determinar el grado de contaminación de los mismos, a fin de planificar su conservación y recuperación, y además para determinar los posibles usos benéficos de sus aguas (agricultura, ganadería, avicultura, acuicultura, recreación, consumo humano, industrial, etc.). El grado de contaminación de los ríos puede estimarse a través del monitoreo de las variaciones que se producen en la calidad del agua.

Es importante indicar que el manejo sostenible de los recursos naturales se apoya en el conocimiento de sus características, de ahí la importancia de desarrollar programas de estudio e investigación que tengan por meta lograr el máximo aprovechamiento del agua, armonizado con una buena calidad para el uso que se le quiera destinar.

La presente investigación tiene un carácter preliminar, el objetivo de la misma fue estudiar los niveles de contaminación del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, en el departamento de Baja Verapaz. La etapa de campo se realizó de abril a septiembre de 1998. Durante este período se efectuaron análisis físicos, químicos y bacteriológicos para evaluar la calidad del agua. Se realizó un estudio de desechos sólidos en las riberas del cauce principal de los ríos, en las ciudades de Salamá y San Jerónimo, y así mismo se efectuó un sondeo de opinión a nivel de dirigentes sociales, sobre la contaminación del agua de los ríos, en las principales poblaciones circunvecinas.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los ríos Salamá y San Jerónimo son un importante patrimonio natural en el departamento de Baja Verapaz. Históricamente estos recursos hídricos han sido utilizados en actividades productivas como la agrícola, la pecuaria y la pesca. También han servido como abastecedores de agua domiciliar, como balnearios naturales de muchas generaciones y son afluentes permanentes del río Negro ó Chixoy, importante por su aporte a la generación hidroeléctrica del país.

Desde hace algún tiempo los beneficios de tan importantes recursos naturales de Baja Verapaz se han visto afectados seriamente. El uso inadecuado de los mismos ha ocasionado su deterioro ambiental. El agua de los ríos ha sido objeto de múltiples formas de contaminación y destrucción por factores como: las aguas residuales originadas en los centros urbanos, la proliferación de desechos sólidos, la actividad agrícola y la deforestación. Como consecuencia de esto los pobladores que más se han visto afectados son los que aún consumen el agua, principalmente en la parte baja de los ríos.

Además la falta de proyectos de investigación a nivel institucional (gubernamental y no gubernamental) que tengan por objeto estudiar el problema y darle una posible solución, afecta aun más la situación ambiental de estos recursos naturales. Esto se evidencia en que actualmente se carece de información sobre la contaminación de los ríos.

### **3. MARCO TEÓRICO.**

#### **3.1 MARCO CONCEPTUAL.**

##### **3.1.1 Conceptualización de sistema en los recursos hídricos.**

La unidad básica para el desarrollo de los recursos naturales es la cuenca hidrográfica como ecosistema o región geográfica. Los recursos hidráulicos definidos como aguas superficiales, subterráneas y atmosféricas que intervienen en la dinámica de la cuenca, interactúan con otros elementos del ecosistema, como la vegetación natural, el suelo y principalmente el ser humano (10).

El sistema natural de una cuenca es muy sensible a las alteraciones provocadas por el hombre. Los efectos negativos de las formas actuales de producción y de consumo influyen en la disposición de los habitantes urbanos y rurales con respecto a las realidades de su hábitat, olvidándose del origen de sus alimentos, del agua y otros recursos. Los métodos de cultivo utilizados en la actualidad han traspasado los límites de la capacidad de carga ó soporte de los ecosistemas, provocando erosión y pérdida de fuentes de agua superficial (10).

Es necesario planificar estratégicamente la protección del ambiente, considerando las cuencas hidrográficas como las unidades básicas de aprovechamiento y manejo. Los recursos naturales deben tratarse sobre una base integral con el ser humano, dentro de un sistema total u holístico. En la actualidad se le da prioridad a los requerimientos directos del ser humano, pero se descuidan los elementos del todo como un sistema o hábitat, olvidándose que tarde o temprano todo daño o alteración del ambiente o de los ecosistemas repercute en el mismo ser humano (10).

##### **3.1.2 Situación actual de los recursos hídricos en Guatemala.**

###### **3.1.2.1 Consideraciones generales.**

En Guatemala en los últimos 30 años se ha incrementado el deterioro de los recursos naturales. Esto es producto entre otras cosas de la pobreza generalizada, de la falta de educación ambiental institucionalizada y de la adopción de modelos de producción y de consumo ajenos a las características socioculturales de nuestra sociedad y de nuestro entorno natural. Esto ha impactado en detrimento del recurso hídrico, del recurso suelo, de la diversidad biológica y ha incidido significativamente en el aumento de la contaminación de áreas urbanas y rurales (10).



Aunque nuestro país tiene una cantidad apreciable de recursos hídricos, su distribución geográfica es inversamente proporcional con respecto a las zonas de mayor concentración poblacional y de mayor demanda para la producción agrícola e industrial. La mayor parte de las aguas superficiales presentan contaminación física, química y biológica (10).

La situación real de la disponibilidad del agua en cuanto a calidad, cantidad y distribución geográfica, será la que permita satisfacer las demandas actuales y futuras. Actualmente, en muchas regiones del país existe una fuerte deficiencia de agua en función de la demanda y se dan los casos en los cuales el riego de hortalizas para consumo humano se hace con aguas servidas (10).

### **3.1.2.2 Uso actual de los recursos hídricos en Guatemala.**

Para el año de 1996, el uso del recurso hídrico era del 3% de los caudales medios anuales, para hidroelectricidad, riego, agua potable, deposición de desechos y navegación. De acuerdo a la Comisión Nacional del Medio Ambiente -CONAMA-, para esa fecha solamente el 36% de la población tenía electricidad en sus hogares (10).

La situación actual del recurso hídrico en Guatemala demuestra:

- *Que la administración de parte del estado es desequilibrada y adolece de integración institucional.*
- *Uso anárquico e incontrolado del recurso hídrico, tanto por el estado, como de la población en general.*
- *Falta de educación ambiental o acopio de la cultura de conservación que permita a los habitantes comprender el problema del deterioro del recurso hídrico.*
- *Desconocimiento de las características socioculturales de la población predominante en las cuencas, condiciones naturales y situación económica del recurso.*
- *Falta de control de la contaminación de las fuentes de agua y falta de medidas para su protección y conservación.*

- *Falta de acceso a fuentes de agua con fines recreativos; como lagos, ríos y playas, debido a la falta de control por el estado y a los altos niveles de privatización (10.)*

### **3.1.3 Efectos de la contaminación del agua en la salud humana.**

En Guatemala la situación de los recursos hídricos hace que la calidad del agua para consumo humano sea deficiente. El problema de la calidad del agua estriba en la contaminación desde la fuente, del deficiente monitoreo en los procesos de tratamiento y el deterioro de los sistemas de distribución (21).

La contaminación del agua puede provocar directamente su escasez; ya que el agua muy sucia es de escasa utilidad a menos que se depure, y los suministros de agua disponibles en el país se están contaminando cada vez más. Tradicionalmente se utilizaba la propia agua para resolver este problema. En un tiempo se podía confiar en que una corriente o un río contaminado se depurara por sí mismo cada pocos kilómetros. Hoy día muchos ríos están contaminados desde su nacimiento hasta la desembocadura, sin que pueda ya confiarse en la acción depuradora natural (21).

Típicamente la contaminación del agua está asociada con la presencia de patógenos, metales, tóxicos orgánicos, plaguicidas, fertilizantes químicos, salinidad, sólidos en suspensión, grasa y aceite, coliformes fecales y la demanda bioquímica de oxígeno (BOD), entre otros (21).

Muchas enfermedades infecciosas se difunden por el agua; se incluyen aquí la tifoidea, el cólera y la disentería; así como las enfermedades difundidas por virus, como la poliomielitis o la hepatitis. Los parásitos que viven en el agua, tales como los gusanos y lombrices también causan algunas enfermedades. Estas se difunden cuando el excremento humano proveniente de personas infectadas se pone en contacto con las fuentes de agua. Los organismos causantes de las enfermedades se excretan en las heces; pero no se mueren con el tratamiento del drenaje, y algunos de ellos pueden sobrevivir en el agua durante varios meses (8).

Sin embargo, los problemas de salud a largo plazo pueden ser causados por la presencia de contaminantes químicos. El agua contaminada puede resultar una severa carga para la economía del país en términos de su tratamiento, adquisición de fuentes alternas de abastecimiento y puede generar asimismo una reducción en importantes sectores económicos tales como el turismo (8).

En muchos lugares lo que debería ser agua dulce es en realidad una mezcla de contaminantes y organismos de cloaca potencialmente letal. Si bien las bacterias del tipo E. Coli y bacterias similares del mismo grupo coliforme que viven en el intestino humano sin causar daño y siempre están presentes en las heces no provocan enfermedades infecciosas, se utilizan como organismos "indicadores" de la presencia de agentes patógenos peligrosos. El nivel "seguro" de presencia de estas bacterias en el agua potable se ha fijado en 100 organismos por cada 100 mililitros de agua (8).

*"No hay que asombrarse de que la falta de acceso al agua limpia constituye una amenaza para la salud. El agua constituye el elemento básico para la vida de las zonas rurales de Guatemala. La carencia de una fuente de suministro cercana de agua limpia condena a las familias a una vida de esclavitud, limita la producción familiar de alimentos e impide el desarrollo de las industrias rurales periurbanas" (21).*

#### **3.1.4 Contaminación del agua causada por pesticidas**

La descarga de sustancias potencialmente tóxicas en cuerpos de agua naturales y los efectos resultantes sobre los usos deseables del agua, son temas de permanente interés en ingeniería ambiental. La presencia en los recursos hídricos de sustancias orgánicas e inorgánicas complejas, han sido responsables de innumerables situaciones de impacto sobre el ecosistema acuático y la salud pública en general (4).

Muchas de estas sustancias son potencialmente tóxicas y pueden afectar los cuerpos de agua superficiales por vías diferentes, puntuales o dispersas. Una vez descargadas en el ambiente acuático estas sustancias están sujetas a procesos físicos, químicos y biológicos que van a definir sus concentraciones y destino en el medio acuático. Esos procesos incluyen el transporte debido a las características advectivas-dispersivas del cuerpo de agua, la absorción, la difusión, la bioconcentración y la bioacumulación (4).

#### **3.1.5 Contaminación del agua causada por desechos líquidos**

La carencia de tratamiento de las aguas residuales puede perjudicar la salud, la economía y la calidad de vida. Los efectos en la salud tales como la diarrea, el cólera y la tifoidea son más comunes cuando las aguas servidas contaminan el agua que se utiliza como fuente de agua potable. Los efectos en la salud pueden ocurrir también por medio del consumo de algunos

alimentos como el pescado tomado de aguas contaminadas o las cosechas que han sido irrigadas con este tipo de aguas (9).

Las aguas servidas cuando contaminan el agua superficial causan cambios y destrucción en los ecosistemas acuáticos por medio de la sedimentación, reducción de oxígeno disuelto y la introducción de sustancias tóxicas. En términos de calidad de vida el olor que pueden tener estas aguas es el efecto más común asociado con este tipo de residuo. El exceso de nutrientes compuestos de nitrógeno y fósforo como consecuencia del uso indiscriminado de fertilizantes en agricultura y fosfatos en los detergentes de uso doméstico ocasiona crecimiento excesivo de algas. La fase final de este proceso es la desaparición de la vida en el medio acuático (18, 9).

*"El vertido de aguas residuales urbanas a los ríos es un derroche de un recurso cada vez más escaso: el agua. Para conservar este bien, esencial para el desarrollo de la vida, se deben tomar medidas urgentes para reducir su consumo, evitar su contaminación y reutilizar para fines de riego las aguas residuales previamente tratadas" (20).*

### 3.1.6 Contaminación del agua causada por los desechos sólidos

Desecho sólido = residuo sólido = basura.

El vertido de desechos sólidos realizado sin ningún tipo de control presenta un grave riesgo de contaminación de las aguas superficiales, con el consiguiente peligro para la salud si son utilizadas para el abastecimiento de agua potable a la población (22).

Este tipo de residuos favorecen la existencia de gran cantidad de roedores e insectos que son agentes portadores de enfermedades (22).

Dependiendo de la fuente generadora, los desechos sólidos se pueden clasificar en:

- **Municipales:** Proviene de casa-habitación, oficinas, sitios de reunión, instituciones, mercados, comercios, parques, jardines, vías públicas, demoliciones, construcciones y en general de todos aquellos generados en actividades municipales que no requieran técnicas especiales de control. Los desechos municipales se clasifican en no peligrosos, peligrosos y potencialmente peligrosos (22).

- **Industriales:** Generados por transformación y producción. También se clasifican en no peligrosos, peligrosos y potencialmente peligrosos dependiendo de sus características físicas, químicas y bacteriológicas (22).
- **Especiales:** Son todos aquellos que no están incluidos en los municipales e industriales, tales como los residuos de rastros, actividades agrícolas, mineras, etc. (22).

**Cuadro 1. Clasificación de los residuos sólidos municipales.**

No peligrosos	Potencialmente peligrosos	Peligrosos
Vidrios	Excremento	Sustancias químicas
papel y cartón	Secreciones	Animales de investigación
Plásticos	Toallas sanitarias	Residuos de medicamentos
Textiles naturales	Aceites y grasas	Solventes
Textiles sintéticos	Pañales	Papel con excremento contagioso
Residuos alimenticios	Envases de plaguicidas	Cuerpos de animales enfermos
Residuos de jardinería	Envases de aerosoles	Medicinas caducas
Madera	Materiales no ferrosos	Alimentos enlatados
	Animales muertos	Baterías y pilas

Fuente: Conama (10)

### 3.1.7 Contaminación del agua causada por la agricultura convencional.

La meta de la agricultura convencional ha sido lograr altos rendimientos por área y un crecimiento de la producción alimenticia a través de la tecnología avanzada de la revolución verde, sin considerar la durabilidad de las producciones y la compatibilidad social (1).

Los éxitos de esta estrategia fueron importantes, pero el crecimiento se está deteniendo y las consecuencias son negativas. la contaminación del agua por plaguicidas y fertilizantes, la acidificación de los suelos, la desaparición de la biodiversidad, los cambios climáticos y las tensiones sociales están frenando aceleradamente el proceso (1).

El agua de los desechos agrícolas fertiliza las aguas y aumenta el índice de productividad de los ecosistemas. No obstante cuando están excesivamente fertilizadas las aguas se vuelven eutróficas y el crecimiento excesivo de plantas y algas constituyen un serio problema. El volumen excesivo de nutrientes modifica la comunidad de algas, que pasa de comprender una gran variedad de especies a sólo una o unas pocas. Las especies que quedan eliminadas son por lo general aquellas que componen la alimentación de los animales herbívoros, que a su vez alimentan a los peces utilizados como fuente de alimentación humana (19).

### 3.1.8 Efectos negativos del uso de la tierra y el crecimiento demográfico sobre los recursos hídricos.

La actividad humana puede provocar escasez de agua. La degradación del medio ambiente debido a la deforestación y al pastoreo excesivo destruye la capacidad del suelo de almacenar agua. En una zona poblada de vegetación el suelo actúa como una esponja absorbiendo la lluvia y despidiéndola lentamente. Si se destruye este mecanismo, las fuertes lluvias fluyen sobre la tierra en forma de torrentes que se pierden en los ríos y por último en el mar. En las estaciones secas las fuentes de agua se agotan debido a la interrupción de los suministros (16).

La continua tala indiscriminada de bosques ha causado grandes alteraciones de los caudales hidrográficos, y en consecuencia la calidad y cantidad del agua se han visto afectadas. La deforestación acelera la erosión del suelo y como consecuencia cambia el curso y la profundidad de los ríos. La creciente frecuencia y gravedad de las inundaciones que se observan en muchos países es causada en gran parte por la deforestación de las zonas altas que provoca el enzolamiento y una elevación del nivel del lecho de los ríos (16).

La alteración del agua dentro del ciclo hidrológico en las distintas cuencas del país ha sido debido principalmente al cambio en el uso de la tierra en zonas de vocación forestal y altas pendientes. Esto ha provocado que en los últimos 30 años la relación entre el caudal máximo ( $Q_{max.}$ ) y el caudal mínimo ( $Q_{min}$ ) se haga cada vez menor (Valores entre 0.16% y 11.5%). Entre más reducido es el valor de esta relación o coeficiente, los ríos tienen una mayor capacidad de arrastrar gran cantidad de sedimentos en sus máximas crecidas y por consiguiente pueden provocar inundaciones, variaciones del cauce natural del río y pérdida de áreas agrícolas (10).

*La causa final de la escasez de agua obedece al crecimiento demográfico y al aumento de la demanda de agua a medida que se desarrolla la industria y la agricultura. "Por tratarse de un recurso finito, el agua no puede crearse, y cada vez que la población humana se duplica, se reduce a la mitad la disponibilidad de agua por habitante. Lo mismo sucede cuando aumenta al doble la demanda de agua per capita." (21).*

### 3.1.9 Evaluación de la calidad del agua

El agua va a tener determinada calidad a partir de su origen (lluvia, pozo, nacimiento, etc.) y ésta puede variar de acuerdo a los lugares que recorra antes de ser tomada por un usuario, en estos puntos intermedios puede sufrir contaminación o autopurificación. La calidad del agua es

influenciada por factores naturales y por la actividad del hombre. La calidad de las fuentes superficiales de agua se evalúa de acuerdo a su composición física, química y biológica. También puede evaluarse comparando las cantidades de sustancias tóxicas presentes, con las que se saben son nocivas para la vida de los peces (29).

#### 3.1.9.1 Descripción de algunos parámetros.

- **Pesticidas:** Son sustancias empleadas para el control de plagas y enfermedades. Son sustancias tóxicas para el medio ambiente (4).
- **Coliformes fecales:** Son bacilos gram negativos, no esporulados que fermentan lactosa con producción de gas en 24 horas a  $44.5 \pm 2$  °C. Son indicadores de organismos peligrosos para la salud del hombre y animales (7).
- **Coliformes totales:** Son grupos de bacterias en forma de bacilos aerobios o anaerobios facultativos gram negativos, no esporulados que fermentan lactosa con producción de ácido y gas a la temperatura de  $35 \text{ °C} \pm 0.5 \text{ °C}$  en término de 24 a 48 horas. Son indicadores de organismos peligrosos para la salud del hombre y animales (7).
- **Turbiedad:** Son partículas suspendidas de arcilla y materia orgánica. Su efecto es perturbar la claridad y disminuir la penetración de luz, afectando con esto la vida acuática (29).
- **Sólidos en suspensión:** Es la cantidad de sólidos como arcillas, arena fina y limo que se encuentran en mezcla con el agua (29).
- **Sólidos totales disueltos:** Es la cantidad de materia sólida, que permanece como un residuo posterior a la evaporación total del agua (29).
- **pH:** Es el logaritmo inverso de la concentración de iones hidrógeno. Mide la intensidad de las sustancias ácidas o alcalinas (29).
- **Nitratos:** Son aniones cuyas concentraciones altas en el agua producen cianosis o metahemoglobina (coloración en la piel debido a cambios en la sangre), siendo afectados los niños menores de seis años (7).

- **Nitritos:** Son aniones que indican la oxidación bacteriana de la materia orgánica. El cáncer en el estómago, está relacionado con el exceso de estos en el cuerpo humano (29).
- **Conductividad eléctrica:** Es la capacidad del agua para conducir la electricidad a través de los iones presentes. Es una medida indirecta para evaluar el contenido de sales en el agua o en el suelo y tiene la ventaja de que se puede relacionar con otros parámetros como la presión osmótica y la normalidad (28).
- **Sulfatos:** Son aniones constituidos de azufre y oxígeno. Es de significación el radical sulfato sólo cuando va asociado con agua de mineralización que produce un efecto laxante (7).
- **Relación de adsorción de sodio:** Es la relación de los iones de sodio monovalentes con los iones divalentes de calcio y magnesio (28).
- **Fosfatos:** Son aniones cuya presencia está asociada con la eutroficación de las aguas (7).
- **Dureza:** Es el contenido de los compuestos de calcio y magnesio. Puede ser causada por la acumulación natural de sales al contacto con el suelo y formaciones geológicas, o por polución directa de contaminantes agroindustriales (7).
- **Carbonato sódico residual:** Es la relación de los iones de carbonatos y bicarbonatos con los iones de calcio y magnesio (28).

### 3.1.9.2 Normas para determinar la calidad de agua para fines de riego.

El agua de riego se clasifica de acuerdo a los siguientes aspectos:

- **Peligro de salinidad:** Las aguas se dividen en cuatro clases con respecto a su conductividad, siendo los puntos de división entre dichas clases y su respectiva clasificación los siguientes: (29)
  - Agua de baja salinidad ( $C_1$ ): 100-250 micromhos/cm.
  - Agua de salinidad media ( $C_2$ ): 250-750 micromhos/cm.
  - Agua altamente salina ( $C_3$ ): 750-2250 micromhos/cm.
  - Agua muy altamente salina ( $C_4$ ): mayor de 2250 micromhos/cm.



- **Relación de absorción de sodio -RAS-:** La clasificación de las aguas de riego con respecto a la relación de absorción de sodio -RAS-, se basa primordialmente en el efecto que tiene el sodio intercambiable sobre la condición física del suelo. No obstante las plantas sensibles a este elemento pueden sufrir daños a consecuencia de la acumulación de sodio en sus tejidos, cuando los valores del sodio intercambiable son más bajos que los necesarios para deteriorar la condición física del suelo (29).

El agua de riego se divide en cuatro clases con respecto al RAS: (28)

- Agua baja en sodio ( $S_1$ ): de 0 a 10 de RAS.
- Agua media en sodio ( $S_2$ ): de 10 a 18 de RAS.
- Agua alta en sodio ( $S_3$ ): de 18 a 26 de RAS.
- Agua muy alta en sodio ( $S_4$ ): mayor de 26 de RAS.

En el siguiente cuadro se presentan las normas de calidad de agua para uso en riego propuestas CATIE:

**Cuadro 2. Normas de calidad de agua para uso en riego.**

Parámetros	Magnitud permisible
<b>Factores microbiológicos:</b>	
Coliformes totales	1000.0 NMP / 100 cm <sup>3</sup>
Coliformes fecales	500.0 NMP / 100 cm <sup>3</sup>
<b>Factores físicos:</b>	
Temperatura	18 - 30 ° C
Sólidos disueltos totales	5000.0 mg / lt.
<b>Factores químicos:</b>	
pH	6.0 - 8.0
Conductividad eléctrica	400.0 umhos/cm
Carbonato de sodio residual	2.5 mg / lt.
Dureza	400.0 mg / lt.
<b>Pesticidas:</b>	
Aldrín	1.0 umg/lt.
DDT	4.0 umg/lt
Dieldrín	1.0 umg/lt
Heptacloro	2.0 umg/lt
Carbamatos	5.0 umg/lt
2, 4-D	1.0 umg/lt
Linurón	1.0 mg/lt
Paraquat	2.0 mg/lt
Diquat	1.0 mg/lt
Clordano	0.3 umg/lt
Endrín	0.1 umg/lt
Fosforados	5.0 umg/lt
Mirex	1.0 umg/lt
Endosulfano	1.0 mg/lt
Piretrinas	5.0 mg/lt

Fuente: CATIE (29)

- **Cloruros:** Los cloruros son considerados entre los aniones más molestos en el agua de irrigación para la agricultura, son generalmente más tóxicos que los sulfatos. En combinación con otras sales produce sabores desagradables cuando la concentración es mucho mayor (7)

Las aguas se clasifican por el contenido de cloruros, de acuerdo a:

- Aguas buenas: menor 100 mg/lit
- Aguas condicionadas: 100 a 200 mg/lit
- Aguas peligrosas: mayor 250 mg/lit (28).

### 3.1.9.3 Normas para determinar la calidad de agua para uso en ganadería y avicultura.

En el cuadro siguiente se presentan las normas de calidad de agua para uso en ganadería y avicultura propuestas CATIE:

**Cuadro 3. Normas de calidad de agua para uso en ganadería y avicultura.**

Parámetros	Magnitud permisible
<b>Factores microbiológicos:</b>	
Coliformes totales	200.0 NMP / 100 cm <sup>3</sup>
Coliformes fecales	1000.0 NMP / 100 cm <sup>3</sup>
<b>Factores físicos:</b>	
Temperatura	18 - 30 ° C
Sólidos disueltos totales	5000.0 mg / lit.
<b>Factores químicos:</b>	
pH	6.0 - 8.5
Conductividad	4000.0 micromhos / cm a 25 ° C
Nitratos	45.0 mg / lit.
Nitritos	0.1 mg / lit.
Dureza	400.0 mg / lit.
Sulfatos	100.0 mg / lit.
Cloruros	1500.0 mg / lit.
Fluoruros	1.2 mg / lit.
Hierro total	1.3 mg / lit.
<b>Pesticidas:</b>	
Aldrín	1.0 umg/lit
Clordano	0.1 umg/lit
DDT	3.0 umg/lit
Dieldrín	1.0 umg/lit
Endrín	0.1 umg/lit
Heptacloro	0.1 umg/lit
Organofosforados	5.0 umg/lit
Carbamatos	5.0 umg/lit
2, 4-D	5.0 umg/lit

Fuente: CATIE (29)

En la ganadería además de los parámetros físico-químicos se hace consideración especial a la concentración de pesticidas, que pueden proceder del tratamiento en agricultura a los suelos o cultivos y que llegan a las corrientes de agua que el ganado utilizará para beber. Estos son acumulables en el tejido adiposo del ganado, pasan en el ciclo trófico al hombre causando daños acumulables e irreversibles, que se traducen en trastornos a la salud (17).

En el caso del agua para avicultura, la calidad tiene relación con los problemas sanitarios en la granja avícola, entre ellos la diarrea infecciosa originada por la contaminación bacteriana. En general las granjas avícolas hacen uso de agua potable para ese abastecimiento (17).

### 3.1.9.4 Normas para determinar la calidad de agua para uso en acuicultura.

En el siguiente cuadro se presentan las normas de calidad de agua para uso en acuicultura propuestas CATIE:

**Cuadro 4. Normas de calidad de agua para uso en acuicultura.**

Parámetros	Magnitud permisible
<b>Factores microbiológicos:</b>	
Coliformes totales	1000.0 NMP / 100 cm <sup>3</sup>
Coliformes fecales	500.0 NMP / 100 cm <sup>3</sup>
<b>Factores físicos:</b>	
Temperatura	25 - 30 ° C
Color	5.0 U
Turbiedad	5.0 UTN
Sólidos en suspensión	10.0 mg / lt.
Sólidos disueltos	1000.0 mg / lt.
Sólidos totales	1000.0 mg / lt.
<b>Factores químicos:</b>	
pH	6.0 - 9.0
Nitratos	45.0 mg / lt.
Nitritos	0.1 mg / lt.
Dureza	150.0 mg / lt.
Alcalinidad	150.0 mg / lt.
Cloruros	250.0 mg / lt.
<b>Pesticidas:</b>	
Aldrín	0.05 umg/lt
DDT	0.002 umg/lt
Dieldrín	0.003 umg/lt
Organofosforados	0.0002 umg/lt
Carbamatos	0.0002 umg/lt
Toxafeno	0.03 umg/lt
2, 4-D	10.0 umg/lt
Paraquat	1.0 umg/lt
Diquat	1.0 umg/lt

Fuente: CATIE (29)

En acuicultura se presenta un caso de mayor importancia, pues el agua es el medio en que viven y se desarrollan los peces. Uno de los parámetros más importantes a considerar a este respecto es la temperatura. Un cambio en la temperatura del agua afecta la densidad, viscosidad y solubilidad de los gases, en particular la del oxígeno, así como la velocidad de reacciones químicas y bioquímicas (17).

Un potencial de hidrógeno inadecuado tiene un efecto sobre la flora y fauna que redundan en desequilibrios de la cadena alimenticia de los peces. La deficiencia de oxígeno disuelto impide el desarrollo de la vida acuática, siendo necesario mantener los niveles adecuados de éste, el cual depende principalmente de la temperatura (17).

Los fosfatos ocasionan un crecimiento exagerado de las algas, formando un denso tapiz superficial que al descomponerse pueden ocasionar una contaminación mortal para los peces. Estos fosfatos proceden de abonos agrícolas no consumidos, de los polifosfatos de los detergentes o en general de la actividad industrial (17).

### 3.1.9.5 Normas para determinar la calidad de agua para consumo humano.

- **Definiciones:**

- **Agua Potable:** Es aquella que por sus características de calidad, es adecuada para el consumo humano (7).
- **Límite Máximo aceptable -LMA-**. Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad de agua, arriba de la cual pasa a ser rechazable por los consumidores, desde el punto de vista sensorial, pero sin que implique un daño a la salud del consumidor (7).
- **Límite Máximo Permisible -LMP-**. Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba de la cual el agua no es adecuada para el consumo humano (7).

- **Características bacteriológicas para la calidad de agua potable.**

En el cuadro 5, se presentan las normas de calidad de agua propuestas por la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR-. Según se indique por las muestras que se examinen, cuando



se aplique la técnica de las membranas de filtración la media aritmética de la densidad de coliformes de todas las muestras normales que se examinen en un mes no debe de exceder de 1 microorganismo por 100 cm<sup>3</sup>. El número de colonias coliformes no debe de exceder de 3 por 50 cm<sup>3</sup>, 4 por 100 cm<sup>3</sup>, 7 por 200 cm<sup>3</sup>, ó 13 por 500 cm<sup>3</sup> (7).

**Cuadro 5. Normas de Calidad de agua para consumo humano.**

Parámetros	Límite máximo aceptable	Límite máximo permisible
<b>Parámetros físicos</b>		
Color	5.0	5.0
Sólidos totales	500.0 mg/lit.	1500.0 mg/lit.
Turbiedad	5.0 utn	25.0 utn
<b>Factores químicos</b>		
Cloro residual	5.0 mg / lit.	6.0 mg / lit.
pH	5.0-7.0	7.0-9.2
Nitratos	-----	45.0 mg / lit.
Nitritos	-----	0.010 mg / lit.
Dureza	100.0 mg / lit.	500.0 mg / lit.
Cloruros	200.0 mg / lit	600.0 mg / lit.
Fluoruros	-----	1.700 mg / lit.
Sulfatos	200.0 mg / lit.	400.0 mg / lit.
Hierro total	0.100 mg / lit.	1.000 mg / lit
<b>Pesticidas:</b>		
Aldrín	0.0010 mg/lit	0.0170 mg/lit
Clordano	0.0030 mg/lit	0.0030 mg/lit
Organofosforados y carbamatos	0.1000 mg/lit	0.1000 mg/lit
DDT	0.0500 mg/lit	0.0500 mg/lit
Dieldrín	0.0010 mg/lit	0.0170 mg/lit
Endrín	0.0002 mg/lit	0.0010 mg/lit
Heptacloro	0.0001 mg/lit	0.0180 mg/lit
Lindano	0.0040 mg/lit	0.0560 mg/lit
2, 4 -D	0.0200 mg/lit	0.1000 mg/lit

Fuente: Coguanor 29001 (7)

### 3.1.9.6 Normas de calidad de agua para uso recreacional.

En el cuadro 6, se presentan las normas de calidad de agua para fines recreativos propuesta por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE-. La mayoría de los criterios de calidad de agua utilizada para fines recreativos destacan la necesidad de proteger la salud y seguridad del usuario (29).

La calidad de agua de los ríos depende en gran medida del tipo de contaminación que reciben, del escurrimiento natural y de la circulación del agua motivada por la diferencia de temperaturas, viento o acción de las sales (29).

Cuadro 6. Normas de Calidad de agua para uso recreacional.

Parámetros	Magnitud permisible
<b>Factores microbiológicos:</b>	
Coliformes totales	1000.0 NMP / 100 cm <sup>3</sup>
Coliformes fecales	500.0 NMP / 100 cm <sup>3</sup>
<b>Factores físicos:</b>	
Turbiedad	10.0 UTN
Color	20 U
Materiales flotantes	100.0 mg / lt.
<b>Factor químico:</b>	
pH	10.0

Fuente: CATIE (29)

Para actividades de recreación que envuelven el contacto con el agua ésta no solamente debe ser estrictamente agradable a la vista y al tacto, sino que debe estar exenta de sustancias tóxicas y debe estar razonablemente libre de organismos patógenos (29).

### 3.1.10 Aspectos relevantes de las leyes vigentes

- El Reglamento de Requisitos Mínimos y sus Límites Máximos Permisibles de Contaminación para las Descargas de Aguas Servidas. Acuerdo Gubernativo No. 60-89, de fecha 7 de febrero de 1,989. Tiene por objeto establecer dichos límites para las descargas de aguas servidas o de desecho, procedentes de las industrias, explotaciones agropecuarias y municipalidades del país en los cuerpos receptores de aguas superficiales, subterráneas o costeras, quienes deberán previo a dicha descarga, someter tales aguas a un proceso purificador para eliminar su efecto contaminante y poder así mejorar la calidad del agua (27).
- El Código de Salud establece en su artículo 41, la prohibición de arrojar al medio ambiente, suelo, agua y aire desechos nocivos a la salud. Así también establece que es la Dirección General de Servicios de Salud la entidad de autorizar que éstos puedan ser arrojados, previo tratamiento (27).
- La ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente contiene un capítulo que se refiere al sistema hídrico (Capítulo II): Artículo 15. El Gobierno velará por el mantenimiento de la calidad de agua para consumo humano y otras actividades cuyo empleo sea indispensable, por lo que emitirá las disposiciones que sean necesarias y los reglamentos necesarios para:
  - *Evaluar la calidad de las aguas y sus posibilidades de aprovechamiento, mediante análisis periódicos sobre sus características físicas, químicas y biológicas.*

- Ejercer control para que el aprovechamiento y uso de las aguas no cause deterioro ambiental.
- Revisar permanentemente los sistemas de disposición de aguas servidas contaminadas para que cumplan con las normas de higiene y saneamiento ambiental, y fijar los requisitos.
- Determinar técnicamente los casos en que debe producirse o permitirse el vertimiento de residuos, basuras, desechos o desperdicios en una fuente receptora, de acuerdo a las normas de calidad del agua.
- Promover y fomentar la investigación y el análisis de las aguas interiores, litorales y oceánicas, que constituyen la zona económica marítima de dominio exclusivo.
- Investigar y controlar cualquier causa o fuente de contaminación hídrica para asegurar la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies.
- Propiciar en el ámbito nacional e internacional las acciones necesarias para mantener la capacidad reguladora del clima en función de la cantidad y calidad del agua.
- Velar por la conservación de la flora; principalmente los bosques, para el mantenimiento y el equilibrio del sistema hídrico, promoviendo la inmediata reforestación de las cuencas lacustres de ríos y manantiales.

Lamentablemente estas disposiciones y reglamentos que ordena la Ley no se han cumplido. Es bastante sentida la necesidad de contar con una normativa que regule adecuadamente el recurso hídrico y un ente claramente encargado de su aplicación (27).

### **3.1.11 Algunos estudios sobre contaminación de fuentes de agua superficiales en Guatemala.**

En la actualidad son pocos los estudios que se han realizado en Guatemala sobre contaminación de fuentes de agua, dentro de ellos se puede mencionar:

- En 1987, se realizó el estudio dirigido por Basterrechea, titulado: "Causas de contaminación de 7 ríos tributarios de la subcuenca del lago de Amatitlán" (2); los resultados indicaron que estos ríos presentan niveles altos de contaminación físicos, químicos y biológicos; principalmente el

río Villalobos, lo que contribuye significativamente al deterioro ambiental del lago de Amatitlán, principalmente en la parte Oriental del mismo.

- Velasquez Mazariegos, en 1984 (28), realizó la caracterización cualitativa y cuantitativa del recurso agua de la cuenca del río Grande de Zacapa, llegando a las siguientes conclusiones: el agua pluvial del río es apta sin restricciones para uso en la agricultura. La calidad química del agua subterránea con fines de riego debe darse con limitaciones, mientras la calidad bacteriológica es buena por lo que no existen restricciones para su consumo. En cuanto al agua superficial de la cuenca, es apta para fines de riego únicamente en época seca, y por su calidad bacteriológica se hace restrictivo su uso para consumo humano.
  
- También es importante mencionar la tesis de maestría del Ing. Zambrano Perez, en 1986, sobre la calidad del agua del río Guacalate y sus usos benéficos (29), los resultados indicaron que desde el punto de vista físico-químico y bacteriológico el agua del río se encuentra fuera de los límites máximos permisibles según las normas del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE- y la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR-, por lo que no es apta para fines de riego, consumo humano, ganadería, agricultura, recreación y uso industrial.



## **3.2 MARCO REFERENCIAL**

### **3.2.1 Características generales del área bajo estudio.**

#### **3.2.1.1 Localización.**

Los ríos Salamá y San Jerónimo se encuentran ubicados en el departamento de Baja Verapaz, abarcan los municipios de San Jerónimo, Salamá, San Miguel Chicaj y Rabinal. Juntos tienen una longitud aproximada de 74 kilómetros (12).

El río San Jerónimo se origina al Norte de la aldea Tasquehuite, al Este del casco del caserío Las Astras, de la unión de los ríos Matanzas y Tasquehuite, Sierra de Las Minas. Corre al Oeste. Pasa al lado Norte de la cabecera de San Jerónimo. Atraviesa el casco de la finca Las Conchas y toma serpenteando al Noroeste. Atraviesa las aldeas Santa Catarina, Los Jocotes, Santa Marta y San Juan, así como el caserío El Estoraque, donde toma el nombre de río Salamá de la afluencia de la quebrada El Aguacate en el río San Lorenzo, al Este de la cabecera de Salamá (12).

El río Salamá corre Noroeste. Sirve de lindero con la montaña Santa Rosa por el Norte y la Sierra de Chuacús por el Sur. Atraviesa las aldeas El Tempisque, Paso Ancho y Las Tunas en Salamá. Luego atraviesa las aldeas San Francisco y Camalmapa de San Miguel Chicaj. Finalmente en el caserío Los Encuentros de Rabinal desemboca en el río Negro o Chixoy (12).

#### **3.2.1.2 Suelos.**

En el cuadro 7, se presenta la clasificación de suelos para el área bajo estudio, según Simmons citado por la Segeplán/GTZ (15). En esta región predominan los suelos Salamá, Marajuma, Sholonimá, Chol, Chicaj, Civijá, Carchá y Acasaguastlán. Los cuales presentan un peligro de erosión alta y la fertilidad natural de los mismos es baja y regular. Los materiales que han dado origen a estos suelos son Ceniza Volcánica, Serpentina, y varios tipos de esquistos (15).

De acuerdo a la clasificación de suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos -USDA-, los suelos predominantes en el área bajo estudio son: Dystropepts, Ustorthents, Troporthents/haplustalfs, y Ustorthents/ pellusterts. Las clases de capacidad de uso de la tierra son: II, III, IV, V, VI y VIII (ver figura 3 A) (15).

Cuadro 7. Clasificación de suelos para el área bajo estudio, según Simmons.

Serie:	Símbolo	Material Madre:	Relieve:	Drenaje a través del suelo:	Capacidad de abastecimiento de humedad	Capa que limita la penetración de las raíces	Peligro de erosión	Fertilidad Natural	Suelo Superficial:		
									Color:	Textura y Consistencia:	Espesor:
Acasaguastán	Ac	Serpentina	Inclinado a ondulado	Bueno	Baja	Roca serpentina a 40 cm.	Muy alta	Muy alta	Café rojizo oscuro	Franco arcilloso friable	10-15 cm.
Carchá	Cr	Ceniza volcánica grano fino	Ondulado	Rápido	Alta	Ninguna	Alta	Regular	Café muy oscuro	Franco limoso friable	30 cm.
Civiá	Ci	Esquistos arcillosos y esquistos	Fuertemente ondulado a escarpado	Bueno	Alta	Ninguna	Alta	Baja	Café oscuro	Franco limoso friable	30 cm.
Chicaj	Chj	Ceniza volcánica color claro cementada	Casi plano	Malo	Baja	Arcilla a 20 cm.	Baja	Regular	Gris muy oscuro	Arcilloso plástico	20-50 cm.
Chol	Chg	Esquisto micáceo	Escarpado	Rápido	Baja	Roca de esquistos a 20-40 cm.	Alta	Baja	Café grisáceo	Franco arenoso	10 cm.
Marajuma	Mj	Esquistos	Escarpado	Bueno	Alta	Ninguna	Muy alta	Baja	Café oscuro	Franco limoso friable	5 cm.
Salamá	Sl	Ceniza volcánica color claro	Ondulado	Excesivo	Baja	Ninguna	Regular	Regular	Café a café grisáceo	Franco arenoso	20 cm.
Sholonimá	Sn	Serpentina	Escarpado	Moderado	Regular	Roca serpentina a 40 cm.	Alta	Baja	Café muy oscuro	Arcilloso plástico	10 cm.

Fuente: Simmons, citado por Segeplan/GTZ, 1994 (15).

### 3.2.1.3 Hidrografía.

Al río San Jerónimo le afluyen los ríos Matanzas y Tasquehuite, y las quebradas De León y El Hornito, mientras al río Salamá le afluye el río San Jerónimo; y al Este de la Cabecera de le afluye la quebrada del Aguacate en el río San Lorenzo. Bajo el puente sobre la ruta 17 le afluye el río La Estancia. También en Salamá recibe la quebrada Orotapa , al Oeste la quebrada Barranca de Agua Caliente, y al Noreste del cerro Salto de Agua recibe al río Cachii (12).

En San Miguel Chicaj atraviesa la aldea San Francisco donde le afluye el río San Miguel y al Norte del caserío Chilajón la quebrada las Minas, así como la quebrada La Concepción. En el caserío Camalmapa recibe la quebrada Camalmapa y aproximadamente a un kilómetro al Noroeste le afluye la quebrada Chitucán (12).

### 3.2.1.4 Topografía:

En el cuadro 8 y figura 2 A, se presentan pendientes predominates en el área bajo estudio. Las cuencas de los ríos Salamá y San Jerónimo, presentan una gran variedad de accidentes topográficos que como agentes de erosión favorecen la producción de sedimentos. Es así como encontramos que dentro del área existen terrenos quebrados, escarpados, ondulados y planos, los cuales muestran un paisaje muy diverso en toda la región (25).

**Cuadro 8. Distribución de pendientes para el área bajo estudio.**

No.	Clase	Pendiente	Uso Potencial
1	A	0% - 4%	Sin mayores restricciones Cultivos intensos Unidades de riego
2	B	4% - 8%	Sin mayores restricciones Cultivos intensos Unidades de riego
3	C	8% - 16%	Restricciones prácticas de conservación de suelos, agroforestería, cultivos perennes.
4	D	16% - 32%	Restricciones prácticas de conservación de suelos, agroforestería, cultivos perennes.
5	E	>32%	Muy restringido Cultivos perennes, pastos

Fuente: Tojín Sanches (25).

### 3.2.1.5 Clima.

En el cuadro 9 y figura 5 A, se presentan las distintas zonas de vida que existen en el área bajo estudio. La zona de vida predominante en la cuencas de los ríos Salamá y San Jerónimo es "Bosque seco subtropical", caracterizado por días claros y soleados durante los meses que no llueve y parcialmente nublados en la época de enero-abril (11).

De acuerdo al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Región IV, con sede en San Jerónimo, Baja Verapaz se tienen los siguientes datos: (11)

- Precipitación pluvial promedio anual: 876.96 mm.
- Temperatura máxima promedio anual: 29.53 °C
- Temperatura mínima promedio anual: 16.82 °C
- Humedad relativa promedio anual: 74.73
- Insolación total promedio anual en horas y decimos: 1231.64 horas (11).

Cuadro 9. Zonas de vida para el área bajo estudio.

Zonas	I	II	III	IV	V
Nomenclatura:	Bosque Seco Subtropical (bs-S)	Bosque Humedo Subtropical (bh-S)	Bosque Humedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB)	Bosque Muy Húmedo Subtropical (bmh-st,s)	Bosque Muy Humedo Montano Bajo Subtropical (bmhmb-s)
Altitud (m.s.n.m)	400-1000	1000-1500	1500-2400	1400-2000	1800-3000
Topografía	Plana-ondulada	Ondulada-montañosa	Ondulada-montañosa	Ondulada-montañosa	Accidentada
Temperatura promedio (°C)	19-24	18.0-22.0	15.0-22.0	16.0-23.0	12.0-18.0
Precipitación (mm)	500-900	1000-1300	1100-1600	2045-2514	2065-3900
Evapotranspiración potencial	1.0-2.5	0.75	0.75	0.40	0.35
Especies vegetales indicadoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Leucaena</i> spp.</li> <li>▪ <i>Albizia</i> spp.</li> <li>▪ <i>Swetenia humilis</i>.</li> <li>▪ <i>Cactus</i> spp.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Curatella</i> spp</li> <li>▪ <i>Byrsonima crassifolia</i></li> <li>▪ <i>Pinus ocarpa</i></li> <li>▪ <i>Quercus</i> spp</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Quercus</i> spp.</li> <li>▪ <i>Juniperus</i> spp.</li> <li>▪ <i>Arbutus</i> spp.</li> <li>▪ <i>Pinus</i> spp.</li> <li>▪ <i>Prunus</i> spp.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Pinus pseudostrobus</i></li> <li>▪ <i>Liquidambar styraciflua</i></li> <li>▪ <i>Persea donnell-smithii</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Cupressus</i> spp.</li> <li>▪ <i>Pinus pseudostrobus</i></li> <li>▪ <i>Quercus</i> spp.</li> <li>▪ <i>Budleia</i> spp.</li> </ul>

Fuente : Segeplan-gtz. (15)

### 3.2.1.6 Datos hidrométricos.

En el siguiente cuadro se presentan los datos hidrométricos anuales, para el área bajo estudio, de la Estación Camalmapa del municipio de San Miguel Chicaj, según el Instituto de Electrificación -INDE-:

**Cuadro 10. Datos hidrométricos promedio anuales, para el área bajo estudio. Estación Camalmapa, San Miguel Chicaj, B.V. Años 1992-1996.**

Años	Parámetros	Nivel (mt)	Sólidos en suspensión (gr/mt <sup>3</sup> )	Caudal (mt <sup>3</sup> /seg)	Volumen medio (ton/día)
1,992		0.29	34.73	2.99	17.12
1,993		0.46	86.47	5.49	71.34
1,994		0.31	135.22	2.24	59.14
1,995		0.65	54.108	5.61	65.18
1,996		0.62	85.83	3.06	24.63

Fuente: INDE (13)

### 3.2.1.7 Datos morfométricos.

En cuadro siguiente se presentan las principales características morfométricas de la cuenca de los ríos Salamá y San Jerónimo:

**Cuadro 11. Principales características morfométricas de la cuenca de los ríos Salamá y San Jerónimo.**

Orden	Factor forma	Radio elongación	Coefficiente de relieve	Pendiente del cauce principal (mt/km)
7	9.778	0.361	0.02034	12.82

Fuente: Tobías (24)

### 3.2.1.8 Flora:

En el área bajo estudio se identificaron 7 tipos de cobertura vegetal, los cuales son: Bosque mixto, Bosque de coníferas, Bosque de latifoliadas, Arbustos, Arbustos-cultivos, Pastizales-arbustos y Cultivos (ver figura 4 A) (15). En el cuadro 12, se mencionan algunas especies de plantas identificadas en la región.

### 3.2.1.9 Fauna:

En el cuadro 13, se presentan algunas especies de animales silvestres y domésticos del área bajo estudio. Muchas de estas especies están en peligro de extinción principalmente la fauna acuática que se desarrolla en los ríos, dentro de estas especies se destacan cangrejos, tepemechines, juilines, mojarra, tilapia, etc.

Cuadro 12. Algunas especies vegetales identificadas en el área bajo estudio.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Orden	Tipo de vegetal	Origen	Altitud m.s.n.m.
1	Pino	<i>Pinus oocarpa schiede</i>	Pinaceae	Coniferales	Árbol	Región	1000-2700
2	Izote	<i>Yucca spp.</i>	Liliaceae	Liliiflorae	Árbol	Región	500-2000
3	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia Forst</i>	Casuarinaceae	Casuarinales	Árbol	Exótica	Hasta 2400
4	Liquidambar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Fagaceae	Fagales	Árbol	Región	1000-2700
5	Encino	<i>Quercus spp.</i>	Fagaceae	Fagales	Árbol	Región	0-1900
6	Sauce	<i>Salix spp.</i>	Salicaceae	Salicales	Árbol	Región	0-1700
7	Amate	<i>Ficus spp.</i>	Moraceae	Urticales	Árbol	Región	0-1500
8	Guarumo	<i>Cecropia spp.</i>	Moraceae	Urticales	Árbol	Región	900-1200
9	Gallitos	<i>Tillandsia spp.</i>	Bromeliaceae	Bromeliales	Herbácea epífita	Región	1500 o menos
10	Matapalo	<i>Phoradendron spp.</i>	Loranthaceae	Santanales	Parásita	Región	1200 o menos
11	Anona	<i>Annona spp.</i>	Annonaceae	Magnoliales	Árbol	Región	Hasta 2300
12	Aguacate	<i>Persea americana mill.</i>	Lauraceae	Magnoliales	Árbol	Región	2700 o menos
13	Sare	<i>Acacia spp.</i>	Leguminosae/ mimosaceae	Rosales	Árbol	Región	400-1500
14	Yajle	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leguminosae/ mimosaceae	Rosales	Arbusto	Región	1550 o menos
15	Dormilona	<i>Mimosa pudica L.</i>	Leguminosae/ mimosaceae	Rosales	Herbácea	Región	900 o menos
16	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril L.</i>	Leguminosae/ caesalpiniaceae	Rosales	Árbol	Región	1000 o menos
17	Palo de pito	<i>Erythrina glauca Willd</i>	Leguminosae/ papilionaceae	Rosales	Árbol	Región	1600 o menos
18	Madre cacao	<i>Girardinia sepium steud</i>	Leguminosae/ papilionaceae	Rosales	Árbol	Región	0-1800
19	Palo jiote	<i>Bursera simarouba (L) Sarg.</i>	Burseraceae	Rutales	Árbol	Región	1000-2500
20	Cedro	<i>Cedrela spp.</i>	Meliaceae	Rutales	Árbol	Región	2400 o menos
21	Guayaba	<i>Psidium spp.</i>	Mirtaceae	Myrtiflorae	Árbol	Región	1500 o menos
22	Llama del bosque	<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae	Tubiflorae	Árbol	Exótica	
23	Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Sapindales	Árbol	Exótica	
24	Bambú de agua	<i>Chusquea heydel hitch</i>	Poaceae	Graminales	Arbustiva	Región	Hasta 1400
25	Bledo	<i>Amaranthus spp.</i>	Amaranthaceae	Centrospermae	Herbácea	Región	Hasta 2500
26	Ishcanal	<i>Acacia hindsii Benth</i>	Leguminosae/ mimosaceae	Rosales	Árbol	Región	1800 o menos
27	Conacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Leguminosae/ mimosaceae	Rosales	Árbol	Región	1000 o menos
28	Limón criollo	<i>Citrus limonia osbeck.</i>	Rutaceae	Rutales	Árbol	Exótica	0-1200
29	Naranja	<i>Citrus sinensis L.</i>	Rutaceae	Rutales	Árbol	Exótica	200-1200
30	Jocote	<i>Spondias spp.</i>	Anacardiaceae	Sapindales	Árbol	Región	Hasta 1800
31	Barva de viego	<i>Cephalocereus maxonii rose</i>	Cactaceae	Cactales	Cactus	Endémica	200-1000
32	Matiliguete	<i>Tabebuia rosea (Bertol) DC</i>	Bignoniaceae	Tubiflorae	Árbol	Región	2500 o menos
33	Paraiso	<i>Melia azederach L.</i>	Meliaceae	Rutales	Árbol	Exótica	0-1800
34	Nance	<i>Byrsorhiza crassifolia (L) BHK</i>	Malpighiaceae	Rutales	Árbol	Región	1300 o menos
35	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	Geraniales	Arbusto	Región	200-1200

Fuente: Investigación de campo

Cuadro 13. Algunas especies de animales silvestres y domésticos identificados en el área bajo estudio

No.	Nombre común	Nombre Científico	Familia	Orden	Observaciones
1.	<b>Animales Silvestres:</b>				
1.1	Paloma común	<i>Cleravis Pretiosa</i>	Columbidae	Colimbiformes	Residente
1.2	Tacuazin	<i>Didelphis marsupialis</i>	Didelphidae	Marsupiales	Come aves
1.3	Murciélago	<i>Artibeus spp.</i>	Phyllostomidae	Quirópteros	Come frutas
1.4	Ratón de campo	<i>Macrodis arvalis pall</i>	Muridae	Roedores	Variedad de alimentos
1.5	Ardilla	<i>Sciurus griseoflavus gray</i>	Sciuridae	Roedores	Come semillas
1.6	Conejo	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Leporidae	Roedores	Come variedad de plantas
1.7	Zorrillo	<i>Spilogales putorius</i>	Mustelidae	Insectívoros	Come animales pequeños
1.8	Gato de monte	<i>Urucyon cinereorogentus</i>	Felidae	Carnívoros	Come animales pequeños
1.9	Zopilote	<i>Eoragyps atratus</i>	Cathartidae	Cathartiformes	Residente
1.10	Cascabel	<i>Crotalus horridus</i>	Viperidae	Ofidios	Come animales pequeños
1.11	Mazacuata	<i>Boa constrictor imperatus</i>	Boidae	Ofidios	Come animales pequeños
1.12	Coral	<i>Micrurus nigrocatus</i>	Elapidae	Ofidios	Come animales pequeños
1.13	Lagartija	<i>Sceloporus malachiticus</i>	Iguanidae	Lacertilios	Come insectos
1.14	Sapo Común	<i>Bufo spp.</i>	Bufoinidae	Anuros	Come insectos
1.15	Rana común	<i>Rana juliauci</i>	Bufoinidae	Anuros	Come insectos
1.16	Carpa (pez)	<i>Cyprinus carpio</i>	Cyprinidae	Cipriniformes	Exótico
1.17	Tilapia (pez)				Exótico
1.18	Pupa (pez)		Poeciliidae	Poecillidos	Exótico
1.19	Julín (pez)		Ictaluridae	Ictaluridos	Exótico
1.20	Mojarra (pez)		Centracidae	Centracidos	Exótico
1.21	Pepezca (pez)				Exótico
1.22	Cangrejo	<i>Astacus pallipes</i>		Malacostracos	Exótico
2.	<b>Animales domésticos:</b>				
2.1	Gallo-gallina	<i>Gallus gallus</i>	Gallidae	Galliformes	Aves de corral
2.2	Chompibe-pavo	<i>Meleagris pavo</i>	Gallidae	Galliformes	Aves de corral
2.3	Ganado vacuno	<i>Bos taurus</i>	Bovidae	Ruminantes	Leche-carne
2.4	Ganado caprino	<i>Capra hircus</i>	Bovidae	Ruminantes	Leche-carne
2.5	Ganado asnal	<i>Equus asinus</i>	Equidae	Perisodáctilos	Transporte
2.6	Ganado caballero	<i>Equus caballus</i>	Equidae	Perisodáctilos	Transporte
2.7	Ganado mular	Híbrido	Equidae	Perisodáctilos	Transporte
2.8	Ganado porcino	<i>Sus scroba</i>	Suidae	Artodáctilos	Carne
2.9	Perro	<i>Canis familiaris</i>	Canidae	Carnívoros	Amigo
2.10	Gato	<i>Felis domesticus</i>	Felidae	Carnívoros	Amigo

Fuente: Investigación de campo

### 3.2.1.10 Situación ambiental en el área bajo estudio.

Baja Verapaz es un departamento muy afectado en varios aspectos (económica, cultural, educativa, laboralmente, etc.), seis de sus municipios están en prioridad uno del mapa de pobreza elaborado por la Secretaría General de Planificación -SEGEPLAN-, con el concurso de la Asociación de Investigación y Estudios Sociales -ASIES- y el Centro de Investigaciones Económicas Nacionales -CIEN-, entre otras (6).

De lo anterior se deduce que la mayoría de los habitantes del departamento se encuentran dentro del 80% de la población en extrema pobreza declarados a nivel nacional, lo que se demuestra al encontrar a Baja Verapaz dentro de los 3 departamentos más pobres de Guatemala (6).

En el departamento de Baja Verapaz se han depredado los recursos naturales, sobre todo en la década del 80 por la instalación de CELGUSA, las acciones contrainsurgentes y la comercialización ilegal de madera. En 1994, se consideraba que en el departamento se perdían anualmente cincuenta manzanas de terreno por municipio, con una población promedio de trescientos árboles por manzana, como consecuencia de la depredación de la masa boscosa del departamento y el mal uso del recurso suelo (6).

También se consideraba que la frontera agropecuaria avanzaba desde un potencial del 12% (bajo condiciones de manejo adaptadas a condiciones topográficas) a un 36% (1992), sobrepasando su capacidad en un 300%; situación que se comenzó a agudizar con la presencia de empresas de agricultura y comercialización de helechos que han abarcado áreas de los municipios de Purulhá, San Jerónimo y Salamá. Obviamente de ahí a fecha la situación a empeorado, ya que constantemente se escuchan denuncias respecto al problema de la depredación de los recursos naturales y la contaminación de los mismos (6).

En las cabeceras municipales del departamento no se dá tratamiento a las aguas servidas de las viviendas, desfogándolas en los ríos; propiciando con ello la expansión de enfermedades gastrointestinales principalmente en las comunidades asentadas aguas abajo. En la ciudad de Salamá existen cinco drenajes que desembocan en el río los cuales son: drenaje de Escuela Federal, drenaje del Barrio Hacienda la Virgen, drenaje del Barrio Agua Caliente, drenaje de la Zona Militar, y drenajes del Barrio San José y el Centro. En la ciudad de San Jerónimo existen tres drenajes, dos de los cuales desembocan en el río San Jerónimo y uno en el río La Estancia, el cual es afluente del río Salamá.



Las ciudades de Salamá y San Jerónimo tampoco tienen un sistema de tratamiento de desechos sólidos, los cuales generalmente son depositados en lugares públicos, a la orilla de calles y callejones, y a la orilla de los ríos y quebradas; produciendo con ello contaminación ambiental por acumulación y propiciando que personas indigentes pupulen en estos lugares. Tampoco existen un sistema generalizado de disposición final de excretas, y además existen problemas con la potabilización del agua para consumo humano (5).

El proceso acelerado de desertificación que sufre el departamento perjudica a otros departamentos, sobre todo a los del Nororiente dado que la Sierra de las Minas es la barrera natural a los vientos del Norte, produciéndose fenómenos ambientales que facilitan la precipitación pluvial en esos departamentos. Además la Sierra de la Minas alimenta fuentes de agua del departamento y permite que la red hidrográfica interna alimente los ríos: Motagua en el Sur, Polochic en el Noreste y Negro ó Chixoy en el Noroeste (6).

### **3.2.1.11 Situación actual del manejo de los desechos sólidos en las ciudades de Salamá y San Jerónimo.**

Según estimaciones basadas en esos estudios a partir de muestreos, la generación per capita se sitúa alrededor de 0.4 a 0.5 kg de basura por habitante por día, incluidas las basuras de los barrios de distintos niveles, barrido de calles y mercados (5).

Las densidades registradas según esos muestreos, se sitúan entre los 240 y 300 kg por  $mt^3$ .

#### **▪ Infraestructura y Equipo:**

Las carencias y deficiencias de infraestructura y equipo son el denominador común en las municipalidades bajo estudio. En la ciudad de San Jerónimo la recolección de los residuos se realiza con carretones jalados por pick-ups o semovientes, mientras que en Salamá tienen un camión de uso múltiple para los menesteres de recolección y transporte. Esto corresponde principalmente a la recolección de la basura de los mercados municipales y de algunas casas y comercios (5).

▪ **Manejo de los desechos sólidos:**

La basura recogida se bota en lugares al aire libre, sin ningún tipo de tratamiento. No existe ningún tipo de reciclaje o disposición final de los desechos sólidos. Tampoco existe conocimiento de parte de las autoridades municipales de las técnicas para el manejo, disposición y reciclaje de los desechos sólidos, como de las ventajas de los rellenos sanitarios; si bien existe cierta preocupación en las dos municipalidades por la proliferación de los botaderos clandestinos de basuras (5).

Actualmente en ninguna de las dos municipalidades se cuenta con algún reglamento de limpieza, saneamiento o manejo de desechos sólidos. Tampoco existen campañas sistemáticas de concientización o educación de la población con respecto al problema de los desechos sólidos, si bien todas las autoridades coinciden en que es imprescindible ésta concientización. Según CONFIAR, 1996 (5), existe apatía y bajo nivel de organización de los pobladores con respecto al problema de la basura en las dos ciudades.

▪ **Producción y tipo de desechos sólidos en las ciudades de Salamá y San Jerónimo.**

Considerando que la ciudad de Salamá tiene una población de 10,430 habitantes y la ciudad de San Jerónimo una población de 3,300 habitantes, según los datos del último censo realizado, en el siguiente cuadro se presenta la producción de desechos sólidos en ambas ciudades, de acuerdo al consorcio CONFIAR: (5)

**Cuadro 14. Producción y tipo de desechos sólidos en las ciudades de Salamá y San Jerónimo.**

Tipo de desecho	Porcenta-je (%)	Kg de basura por habitante por día, para ambas ciudades	Kg de basura por día, por 10430 habitantes en la ciudad de Salamá	Kg de basura por día, por 3300 habitantes en la ciudad de San Jerónimo.
Materia orgánica	84.3	0.421	4391.0	1389.0
Vidrios	2.9	0.014	146.0	46.5
Metales	5.2	0.025	261.0	82.5
Plásticos	5.0	0.025	261.0	82.5
Papel-cartón	1.5	0.007	73.0	23.0
Rechazos	4.7	0.023	240.0	76.0
Total	100	0.51	5372.0	1699.5

Fuente: CONFIAR, 1996 (5)

### 3.2.1.12 Características de la agricultura en el área bajo estudio.

El área bajo estudio se caracteriza por la constante remoción de la cubierta vegetal, por prácticas inapropiadas en el uso de la tierra y el empleo de tecnologías inadecuadas en la agricultura. El avance de la frontera agrícola es significativo en ésta región.

En las partes altas del área estudiada se encuentran ubicadas comunidades como La Unión Barrios, Niño Perdido, Chilascó y Matanzas. En ellas predominan pendientes mayores de 32%. En esta región se desarrollan grandes áreas de agricultura intensiva, en la cual predominan cultivos como tomate, brócoli, repollo, papa, chile, güisquil, frijol y maíz. En esta área no se realizan prácticas de conservación de suelos. El resultado es la contaminación de los ríos por agroquímicos (pesticidas y fertilizantes) y sedimentos del suelo que son arrastrados directamente por el agua de las lluvias.

Además es importante mencionar sobre la presencia de empresas de agricultura y comercialización de helechos, las cuales son una fuente significativa de contaminación de los recursos naturales en toda la región. Según algunos pobladores de esas comunidades, éstas empresas contaminan las fuentes de agua superficiales al descargar gran cantidad de desechos orgánicos e inorgánicos, producto del manejo que le dan a sus plantaciones.

La parte más baja del área bajo estudio comprende comunidades como Las Tunas, Paso Ancho, El Tempisque y San Francisco. En estas áreas los suelos son más livianos que los de la parte central. Los cultivos principales son tomate, chile, pepino, maíz, frijol y maní.

Es importante indicar que en toda el área bajo estudio no existe un uso y manejo adecuado de los agroquímicos (pesticidas y fertilizantes) que son utilizados en agricultura. En muchas partes los envases de pesticidas son tirados a los ríos, también las bombas de asperjar y fumigar, así como los toneles y envases donde se realizan las mezclas de los pesticidas son lavados directamente en los ríos; afectando la fauna que aún existe en ellos, la salud de las personas que aún utilizan el agua para uso domiciliar, y afectando actividades importantes como la pesca, la ganadería y la recreación.

En la parte central del área bajo estudio se destaca la Unidad de Riego de San Jerónimo, la cual presenta las siguientes características:

**Cuadro 15. Características de la Unidad de Riego San Jerónimo, Baja Verapaz.**

Información general:	Límites:	Condiciones Agroclimáticas:	Zona de Vlda:	Suelos:	Uso y tenencia de la tierra:	Cultivos:
<p>La unidad de riego de San Jerónimo se encuentra ubicada en los municipios de Salamá y San Jerónimo.</p> <p>El sistema de riego fue puesto en operación en 1967, su área de diseño es de 1200 hectáreas físicas, de las cuales se ha puesto bajo riego una superficie de 1020 hectáreas.</p> <p>Actualmente hacen uso de la unidad de riego alrededor de 800 usuarios de las comunidades de San Juan, Los Pinos, La Estancia, Los Limones, Santa Marta, Sibabaj, Cañas Viejas y Los Jocotes.</p>	<p>Esencialmente el área posee un total de 1200 hectáreas volcadas en la zona central del mismo, el cual queda limitado así: al Norte por el río San Jerónimo (también río Salamá), al Sur el río La Estancia (afuente del río Salamá), al Este por la población de San Jerónimo y las cumbres de San Lorenzo (estribaciones montañosas de la Sierra de Las Minas) y al Oeste por el río La Estancia y la población de Salamá.</p> <p>Su longitud máxima es de 7.5 kilómetros en dirección Este-Oeste y su anchura varía de 1.3 kilómetros en sentido Norte-Sur.</p>	<p>Los terrenos son de relieve plano a ligeramente plano, de 2-5% de pendiente en sentido Este-Oeste y 10% en dirección Norte-Sur.</p> <p>La elevación varía de 950-1000 m.s.n.m. Actualmente la unidad de riego es abastecida por los ríos Chilasó, Las Flautas y La Concepción que se han unido para formar los ríos San Jerónimo-Salamá.</p> <p>A la altura de la aldea Matanzas, nueve kilómetros río abajo llega el punto de derivación tomando el nombre de río San Jerónimo; el punto donde se localiza la presa de derivación que tiene una cuenca aproximada de 130 km<sup>2</sup>.</p>	<p>Bosque Seco Subtropical.</p>	<p>Los suelos predominantes en el valle son franco-arcillosos, franco-arcillosos y 18% franco arenosos.</p>	<p>Área total que abarca la unidad de riego: 1200 hectáreas distribuidas de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fincas mayores de 30 hectáreas: 50% del área regable.</li> <li>▪ Fincas de 5 a 30 hectáreas: 30%</li> <li>▪ Fincas menores de 5 hectáreas: 20%</li> </ul> <p>Actualmente el proyecto unidad de riego abastece a la finca agroindustrial Chilasó, ubicada a 1 kilómetro de la aldea del mismo nombre, con un 25% de caudal aproximadamente.</p> <p>El 50% de los propietarios trabajan la tierra bajo riego, mientras que el resto (50%) conceden sus terrenos bajo diferentes condiciones y criterios de arrendamiento. El 70% de los pobladores cultivan la tierra, el 5% son asalariados y el 2% son comerciantes.</p> <p>En esta área se producen de 2-3 cosechas al año dependiendo del cultivo.</p>	<p>Los cultivos predominantes son granos básicos, hortalizas y cultivos de exportación.</p>

Fuente: Unidad de Riego San Jerónimo (1998).

Además existen múltiples prácticas agrícolas inadecuadas que dañan el ambiente y la salud de las personas en general. Por ejemplo la mayoría de agricultores ya no realizan la tradicional limpia, en vez de esto aplican herbicidas al suelo y a los pocos días siembran, lamentablemente se ha vuelto una práctica común en toda el área, la cual daña sensiblemente al ambiente en general. A continuación se presentan los principales pesticidas que son utilizados en agricultura, en el área bajo estudio:

**Cuadro 16. Listado de los principales pesticidas que son utilizados en agricultura en el área bajo estudio.**

Nombre Genérico	Nombre Comercial	Clase de toxicidad*
<b>Plaguicidas:</b>		
Diazinón(organofosforado)	Diazinón	Altamente tóxico
Endosulfán (organofosforado)	Thiodán	Altamente tóxico
Methomyl(carbamato)	Lannate	Extremadamente tóxico
Metamidofos(organofosforado)	Tamarón	Altamente tóxico
Permetrina (Piretroide)	Ambush	Moderadamente tóxico
Bacillus thuringiensis (biológico)	Javelin	Ligeramente tóxico
Carbaryl(carbamato)	Sevin	Moderadamente tóxico
Carbofuran (carbamato)	Furadán	Extremadamente tóxico
Oxidemeton-metilo (organofosforado)	Metasystox	Altamente tóxico
Fenamifos (organofosforado)	Nemacur	Moderadamente tóxico
Disulfotón	Disystón	Altamente tóxico
Malathion (organofosforado)	Malathión	Moderadamente tóxico
Temik (carbamato)	Aldicarb	Extremadamente tóxico
	Confidor	
Fenprothrin	Herald	Altamente tóxico
Mirex	Mirex	
Parathión metílico	Folidol	Extremadamente tóxico
Foxim (organofosforado)	Volatón	Ligeramente tóxico
Profenofos (Bromofosforado + piretroide)	Tambo	Moderadamente tóxico
<b>Fungicidas:</b>		
Metaxil	Ridomil	Ligeramente tóxico
Mancozeb	Dithane	Ligeramente tóxico
Mancozeb	Manzate	Ligeramente tóxico
Clorotalonil	Daconil	Ligeramente tóxico
Benomil	Benlate	Ligeramente tóxico
Clorotalonil	Bravo	Ligeramente tóxico
Captan	Captan	Ligeramente tóxico
Maneb	Polyram	Ligeramente tóxico
<b>Herbicidas:</b>		
Paraquat	Gramoxone	Altamente tóxico
Metribuzin	Sencor	Ligeramente tóxico
Fluazifop-p-butilo	Fusilade	Moderadamente tóxico
Atrazina	Gesaprim	Ligeramente tóxico

\*Clasificación de acuerdo al color que presentan las etiquetas de los productos.

Fuente: Investigación de campo

## 4. OBJETIVOS.

### 4.1 Objetivo general.

- Realizar un estudio preliminar de los niveles de contaminación del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, en el departamento de Baja Verapaz.

### 4.2 Objetivos específicos.

- Comparar los niveles de contaminación físicos, químicos y bacteriológicos del agua de los ríos, con normas de especificación de calidad de agua, propuestas por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE- para: agricultura, ganadería, avicultura, acuicultura y recreación, y por la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- para: consumo humano.
- Efectuar un estudio de desechos sólidos en las riberas del cauce principal de los ríos, en las ciudades de Salamá y San Jerónimo.
- Realizar un sondeo de opinión sobre la contaminación del agua de los ríos, a nivel de dirigentes sociales, en las principales poblaciones circunvecinas.

## 5. METODOLOGÍA.

### 5.1 Para determinación de niveles de contaminación físicos, químicos y bacteriológicos del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo.

#### 5.1.1 Fase de gabinete.

La selección de los puntos de muestreo se efectuó auxiliándose con mapas cartográficos de uso actual, hidrológico y pendientes, a escala 1: 50,000 (ver figuras 4 A, 2 A y 1 A).

En la selección de los mismos se procuró que reunieran las siguientes características:

- Que fueran representativos de la región.
- Que abarcaran los principales afluentes y la corriente principal de los ríos.

Los puntos de muestreo seleccionados son los siguientes:

1. Aldea Niño Perdido, río Las Flautas -parte alta de los ríos-  
Altitud: 1447 m.s.n.m.
2. Caserío Las Astras -entrada río San Jerónimo-  
Altitud: 1045 m.s.n.m.
3. Aldea Los Jocotes. -salida San Jerónimo-  
Altitud: 960 m.s.n.m.
4. Las Cataratas -unión del río San Jerónimo, río La Estancia  
y Canal de la Unidad de Riego San Jerónimo-  
Altitud: 953 m.s.n.m.
5. Agua Caliente -salida ciudad de Salamá-  
Altitud: 935 m.s.n.m.

6. Aldea El Tempisque, unión de los ríos Salamá y Cachil -Parte baja de los ríos-  
Altitud: 868 m.s.n.m.

### 5.1.2 Fase de campo

La metodología que se utilizó para la realización de los muestreos es la propuesta por la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria -ERIS- de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se realizaron dos muestreos en los meses de abril y septiembre, en seis diferentes puntos de la corriente principal (ver párrafo 5.1.1 y figura 1 A). De ésta manera se observaron las variaciones espacio-temporales de los parámetros evaluados. Los muestreos se comenzaron a realizar al medio día, en el centro de la corriente y en contra de ella, a media profundidad.

Las muestras de agua para su análisis bacteriológico fueron recolectadas en frascos de vidrio esterilizados con capacidad de 500 ml. Los frascos fueron abiertos cuando ya se encontraban dentro del agua para evitar contaminación del exterior. Estas muestras se transportaron en refrigeración para su conservación.

Para los parámetros físico-químicos las muestras se tomaron en volúmenes de un galón en recipientes plásticos esterilizados, teniendo el cuidado de enjuagar el recipiente dos veces con el agua del río antes de tomarlas. Estas muestras no se transportaron en refrigeración.

Las muestras iban acompañadas de una etiqueta indicando lo siguiente:

- Nombre y localización del sitio de muestreo
- Proyecto
- Fecha y hora de recolección
- Condiciones de transporte
- Nombre de la persona que recolectó la muestra
- Observaciones



### 5.1.3 Fase de laboratorio.

Las muestras para su análisis fueron llevadas a los siguientes laboratorios:

- **Laboratorio:** Laboratorio físico-químico de suelos y aguas.
- **Institución:** Dirección Técnica de Riego y Avenamiento -DIRYA-  
Ministerio de Agricultura -MAGA-
- **Parámetros:** Razón de absorción de sodio -RAS-  
Carbonato de sodio residual.
  
- **Laboratorio:** Centro de Investigaciones de la Facultad de  
Ingeniería -CII-
- **Institución:** Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-
- **Parámetros:** Físicos, químicos y bacteriológicos.

**Cuadro 17. Metodología para determinar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.**

Parámetros:	Metodología:
<b>Bacteriológicos :</b>	
Coliformes totales	Stard Methods
Coliformes fecales	Stard Methods
<b>Físicos:</b>	
Color	Stard Methods
Turbiedad	Stard Methods
Sólidos en suspensión	Stard Methods
Sólidos totales	Stard Methods
Sólidos disueltos	Stard Methods
<b>Químicos :</b>	
Razón de absorción de sodio (RAS)	Stard Methods
Carbonato de sodio residual	Stard Methods
Conductividad	Stard Methods
pH	
Nitritos	Stard Methods
Nitratos	Stard Methods
Cloruros	Stard Methods
Fluoruros	Stard Methods
Sulfatos	Stard Methods
Dureza	Stard Methods
Alcalinidad	Stard Methods
Hierro total	Stard Methods*

\*Metodología de análisis y examen de agua recomendados por: American Public Health Association (APHA), American Water Work Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF), los cuales son aceptados y empleados en Guatemala. (29)

## 5.2 Metodología para el estudio de desechos sólidos en las riberas del cauce principal de los ríos, en las ciudades de Salamá y San Jerónimo.

La metodología propuesta para la realización del estudio es la siguiente (26):

- **Recolección de información:**

Se efectuó la recolección de información que pudiera existir en diferentes Instituciones Gubernamentales y No Gubernamentales de las ciudades de Salamá y San Jerónimo (Municipalidades, Salud Pública, Proyecto Las Verapaces, Fundemabv, etc.), acerca de la contaminación provocada por los desechos sólidos.

- **Transecto:**

Se realizó un caminamiento y observación directa a través de las riberas del cauce principal de los ríos en las ciudades de Salamá y San Jerónimo, para determinar la ubicación de los principales botaderos clandestinos de basura y conocer sus principales características.

- **Recolección de muestras:**

En cada uno de los principales botaderos clandestinos de desechos sólidos; en bolsas plásticas, se recolectaron 5 muestras simples de basura de 2 kg. de peso cada una. Seguidamente de las mismas se formó una muestra compuesta de 10 kg. de peso.

- **Análisis de las muestras:**

Después de la recolección de la muestra compuesta, se realizó una evaluación cualitativa y cuantitativa de la misma, por medio de la determinación de la composición física de los desechos sólidos, a través de los porcentajes de: materia orgánica, vidrios, metales, cueros, telas, hules, etc.

### 5.3 Metodología para efectuar el sondeo de opinión sobre la contaminación del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, a nivel de dirigentes sociales.

La método utilizado para la realización del estudio es el Sondeo, el cual es una forma de realizar investigación con fines de diagnóstico, diseñado como respuesta a limitaciones de tiempo, recursos y participación interdisciplinaria.

Este método tiene la ventaja que se pueden modificar y verificar puntos de vista y necesidades de datos a obtener. El Sondeo se realizó en trece comunidades de los municipios de Salamá, San Jerónimo y San Miguel Chicaj (23).

**Cuadro 18. Listado de comunidades involucradas en el sondeo de opinión acerca de la contaminación del agua de los ríos, a nivel de dirigentes sociales**

No.	Comunidad	Categoría	Municipio
1	Salamá	Ciudad	Salamá
2	Niño Perdido	Aldea	Salamá
3	San Juan	Aldea	Salamá
4	Paso Ancho	Aldea	Salamá
5	Las Tunas	Caserío	Salamá
6	El Tempisque	Aldea	Salamá
7	San Jerónimo	Ciudad	San Jerónimo
8	Matanzas	Aldea	San Jerónimo
9	Las Astras	Caserío	San Jerónimo
10	Los Jocotes	Aldea	San Jerónimo
11	Santa Catarina	Aldea	San Jerónimo
12	Santa Marta	Aldea	San Jerónimo
13	San Francisco	Aldea	San Miguel Chicaj

Para la realización del Sondeo, se plantearon 3 estratos a muestrear, los cuales son: Instituciones Gubernamentales, Organizaciones No Gubernamentales y Organizaciones de Base o Locales.

Partiendo de un marco de lista proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística y Gobernación Departamental, se determinó una población total de 148 Organizaciones, a partir de la cual se calculó una muestra aleatoria total, con base a la ecuación de la varianza máxima, la cual es la siguiente:

$$n = \frac{N}{N(d)^2 + 1}$$

Donde: n: tamaño de la muestra total  
 N: tamaño de la población total  
 d: nivel de confianza (0.10)

Seguidamente se calculó una muestra aleatoria para cada estrato, empleando la siguiente ecuación:

$$n_i = \frac{N_i}{N} (n)$$

Donde: n<sub>i</sub>: tamaño de la muestra del estrato  
 N<sub>i</sub>: tamaño del i-ésimo estrato: 1,..3  
 N: tamaño de la población total  
 n: tamaño de la muestra total

**Cuadro 19. Muestras aleatorias tomadas por organización.**

No.	Organizaciones (estratos)	Tamaño de población por estrato	Tamaño de muestra por estrato
1	Instituciones gubernamentales	70	28
2	Organizaciones no gubernamentales	34	14
3	Organizaciones de base o locales	44	18
	Tamaño de población total	148	---
	Tamaño de muestra total	---	60

En la fase de campo se realizaron entrevistas claves, dirigidas a representantes de las distintas Instituciones Gubernamentales, Organizaciones No Gubernamentales y Organizaciones Locales o de Base (directores, coordinadores, jefes subregionales, presidentes de comités, etc.), con base a una boleta de opinión semiestructurada (ver pag. 88).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION.

### 6.1 Niveles de contaminación físicos, químicos y bacteriológicos del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo.

En los cuadros 22 A, 23 A, 24 A, 25 A y 26 A, se presentan los resultados obtenidos de los exámenes físicos, químicos y bacteriológicos realizados a las muestras de agua provenientes de los ríos Salamá y San Jerónimo, para determinar si el agua es apta o no para: agricultura, ganadería, avicultura, acuicultura, consumo humano y recreación. El primer período de estudio para evaluar los niveles de contaminación del agua, se efectuó en abril, en época seca, en seis diferentes puntos de muestreo (ver figura 1 A), abarcando los principales afluentes de los ríos y la corriente principal. De esta forma se observaron las variaciones espacio-temporales de los parámetros evaluados.

Con respecto a la localización de los puntos de muestreo, se estableció el punto 1, en la aldea Niño Perdido (municipio de Salamá), río Las Flautas, en la parte alta de la cuenca, a una altitud de 1447 m.s.n.m. El punto 2, se localizó en el caserío Las Astras (municipio de San Jerónimo), en la entrada del río San Jerónimo, a una altitud de 1045 m.s.n.m., en éste punto se recibe la afluencia del río San Isidro y del río Las Flautas (que posteriormente toma el nombre de río Matanzas).

El punto 3, se estableció en la aldea Los Jocotes (municipio de San Jerónimo), a una altitud de 960 m.s.n.m., el cual recibe la contaminación provocada en la ciudad de San Jerónimo más los afluentes anteriormente mencionados. El punto 4, se localizó en el lugar conocido como las Cataratas, a una altitud de 953 m.s.n.m., antes que el río entre a la ciudad de Salamá. En este punto se recibe la afluencia del río San Jerónimo (que posteriormente toma el nombre de río Salamá), del río La Estancia y del canal de irrigación de San Jerónimo.

El punto 5, se estableció en el lugar conocido como Agua Caliente, al salir el río de la ciudad de Salamá, a una altitud de 935 m.s.n.m., En este punto se recibe la contaminación de la ciudad más los afluentes anteriormente mencionados. Finalmente el punto 6, se localizó en la aldea Tempisque (municipio de Salamá), a una altitud de 868 m.s.n.m, punto en el cual se recibe la afluencia del río Salamá más la afluencia del río Cachil.

El segundo período de estudio para evaluar los niveles de contaminación del agua de los ríos, se efectuó en el mes de septiembre, en época lluviosa. Los muestreos fueron realizados nuevamente en los puntos de muestreo anteriormente mencionados.

### 6.1.1 Calidad bacteriológica del agua de los ríos:

Con respecto a los parámetros bacteriológicos evaluados; coliformes totales y fecales, expresados en NMP/100 cm<sup>3</sup> (número más probable de gérmenes coliformes por 100 cm<sup>3</sup>). En el primer punto de muestreo (Niño Perdido), en la parte alta de los ríos; en época seca se presentaron valores de 460.0 NMP/100 cm<sup>3</sup> para coliformes totales y 43.0 NMP/100 cm<sup>3</sup> para coliformes fecales. En época lluviosa, se presentaron valores de 1100 NMP/100 cm<sup>3</sup> para coliformes totales y 93.0 NMP/100 cm<sup>3</sup> para coliformes fecales. Estos valores no se encuentran muy altos debido principalmente a que el río ha hecho un recorrido relativamente corto desde su nacimiento.

La calidad bacteriológica de los demás puntos de muestreo; Las Astras, Los Jocotes, Las Cataratas, Agua Caliente y El Tempisque, mostró una cantidad mayor de 2400 NMP/100 cm<sup>3</sup>. De ello se infiere que en estos puntos se reciben aguas sumamente contaminadas con materia fecal. Obviamente esta contaminación aumenta mientras el río va recibiendo los distintos afluentes (ver figura 1 A). En este caso los puntos de muestreo donde más contaminación se recibe son el punto 3 (Los Jocotes) y el punto 5 (Agua Caliente), los cuales reciben la contaminación provocada en las ciudades de San Jerónimo y Salamá, quienes desembocan directamente en los ríos sus desagües.

De lo anterior podemos discutir que desde el punto de vista bacteriológico, de acuerdo a las normas propuestas por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE- y la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- (ver cuadros 22 A, 23 A, 24 A y 26 A), se restringe el uso del agua de los ríos para ser utilizada en: riego, ganadería, avicultura, acuicultura y recreación.

En el caso de la calidad de agua para fines de riego (ver cuadro 22 A), es necesario indicar que este tipo de aguas intervienen en el transporte de organismos nocivos a la salud humana, bien directamente como agua de bebida o indirectamente por el riego de hortalizas y verduras. Estas aguas pueden causar enfermedades *infecto-contagiosas* como *ascaridiasis*, *zoonosis* e *hidatidosis* producidas por algunos parásitos como *Taenia* spp. y *Ascaris* spp., entre otros. Por lo que el agua de los ríos preferentemente se debe utilizar para irrigación de plantas ornamentales, árboles frutales y cultivos donde el agua no tenga contacto directo con los frutos.

Con respecto a la calidad de agua para uso en ganadería y avicultura (ver cuadro 23 A), dado el amplio uso del agua, ésta juega un papel importante como vehículo a distancia desde los animales infectados con enfermedades peligrosas a la salud del hombre y otros animales. Las aguas contaminadas bacteriológicamente pueden causar al ganado diversas enfermedades *infecto-contagiosas* como *coccidiosis (protozoarios)*, *brucellosis*, *salmonellosis (Salmonella spp.)*, *leptospirosis*, *Campylobacteriosis*, *colibacilosis*, *amebiasis (Entamoeba histolytica)*, *enfermedades septicémicas e infecciones por virus (peste bovina y diarrea viral bovina)*, entre otras. En aves la utilización de este tipo de aguas también puede causar enfermedades gastrointestinales peligrosas como *salmonellosis*, *trichomoniasis*, *coccidiosis* y *colibacilosis*, entre otras.

En lo que respecta a acuicultura (ver cuadro 24 A), la contaminación bacteriológica representa un serio peligro para la vida de los peces en general. En aguas superficiales el oxígeno disminuye o se consume en cuanto se introducen sustancias orgánicas (aguas residuales). Los restos putrefactos de estas aguas actúan como consumidores de oxígeno, el cual es esencial para la fauna que vive en los ríos. También este tipo de aguas son condicionantes para la presencia de enfermedades peligrosas a los peces como: *ascitis infecciosa*, *nefritis infecciosa*, *degeneración hepática*, *ictiosporidiosis*, etc. causadas por diversos organismos patógenos. En piscicultura una de las medidas preventivas es procurar el suministro de agua limpia y conveniente para las necesidades de los peces.

Considerando la calidad bacteriológica para consumo humano, COGUANOR indica que el NMP/100 cm<sup>3</sup> debe ser menor de 4, por lo tanto se sobrepasa considerablemente la norma propuesta en todos los puntos de muestreo. Según Weibel y Col., citados por Catalán (3), señalan que las enfermedades diarreicas y gastrointestinales son en magnitud las más importantes transmitidas por las aguas residuales. Se encuentran en este tipo de aguas prácticamente todos los serotipos de virus *Coxsackie*, *Echo*. y *Adenovirus*, productores de diarreas. Otras enfermedades peligrosas que pueden ser transmitidas son: *la poliomielitis*, *la fiebre tifoidea*, *la shigellosis (Shigella spp.)*, *las amebiasis* y *el cólera (Vibrio colera)*, causante de desastrosas epidemias por el consumo de aguas contaminadas.

Esto es un serio peligro para las comunidades como el caserío Las Astras y aldea Cañas Viejas (municipio de San Jerónimo); barrio La Estancia (ciudad de Salamá); caserío Las Tunas, aldea Paso Ancho y aldea El Tempisque (municipio de Salamá); y aldeas El Tempisque, San Francisco y Camalmapa (San Miguel Chicaj); entre otras, donde de acuerdo a algunos líderes de esas comunidades, hay personas que consumen el agua de los ríos, principalmente en época seca.

También desde el punto de vista bacteriológico, el agua de los ríos no presenta buenas condiciones para ser utilizada en recreación (ver cuadro 26 A). Los problemas que este tipo de aguas pueden provocar a los usuarios están relacionados con una serie de enfermedades infecto-contagiosas que tienen relación con los baños, entre las cuales se puede mencionar: *tifoidea*, *paratifoidea*, *disenterías*, *infecciones de los ojos, oídos y nariz*, *enfermedades de la piel*, etc. Por lo tanto es necesario enfatizar que el agua de cualquier baño natural o artificial debe estar lo más limpia posible y exenta de sustancias tóxicas, y debe ser razonablemente libre de organismos patógenos.

### 6.1.2. Calidad física del agua de los ríos:

Con respecto a los parámetros físicos evaluados, en época seca el color mostró un comportamiento espacial ligeramente definido en forma descendente (ver figura 8 A), en el punto 1 (Niño Perdido) presentó un valor de 22.0 unidades, en el punto 2 (Las Astras) subió a 100.0 unidades, y a partir de allí empezó a bajar hasta llegar a 35.0 unidades en el punto 5 (Agua Caliente) y 21.0 unidades en el punto 6 (El Tempisque).

En la época lluviosa el color tubo una variación espacial ligeramente definida en todos los puntos de muestreo (Ver figura 8 A). Su comportamiento fué en forma ascendente mientras recibía los distintos afluentes. En el punto 1 (Niño Perdido), en la parte alta, tenemos un valor relativamente bajo de 27.0 unidades, luego al llegar al punto 2 (Las Astras) alcanzó un valor de 90.0, luego bajó ligeramente a 89.0 en el punto 3 (Los Jocotes), y de allí empezó a subir en los distintos puntos de muestreo, hasta alcanzar un valor de 1400.0 unidades en el punto 6 (aldea el Tempisque), en la parte más baja muestreada. Es importante observar que los valores que se presentaron en época lluviosa fueron mayores que en época seca (ver figura 8 A), esto debido a que en época lluviosa por efecto de las lluvias se da un arrastre sedimentos al encontrarse los suelos sin cobertura vegetal.

Con respecto al parámetro turbiedad, en época seca mostró una variación en el espacio, ligeramente definida, en forma descendente (ver figura 9 A). En el punto 1 (Niño Perdido) se presentó el valor más bajo que es de 1.8 unidades nefelométricas, mientras que en el punto 2 (Las Astras) se presentó el rango más alto que es de 25.0 unidades nefelométricas.



En época lluviosa la turbiedad siguió el mismo patrón de comportamiento en forma ascendente similar al color (ver figura 9 A). El valor más bajo está en el punto 1 (Niño Perdido) el cual presentó un valor de 3.5 unidades nefelométricas, en el punto 2 (Las Astras) ascendió a 16.0 unidades, luego descendió a 12.0 unidades en el punto 3 (Los Jocotes), y de allí empezó a subir en los distintos puntos de muestreo, hasta alcanzar rangos de 65.0 unidades nefelométricas en el punto 5 (Agua Caliente) y 125.0 unidades nefelométricas en el punto 6 (aldea el Tempisque). También es importante indicar que al igual que el color, se puede observar que los valores que presentó la turbiedad en época lluviosa fueron mayores que en época seca (ver figura 9 A), esto debido también a la presencia de las lluvias que arrastran diversidad de materiales a los ríos.

Otro parámetro físico importante son los sólidos en suspensión. En época seca este parámetro tubo un comportamiento en forma descendente similar al color y la turbiedad, en el punto 1 (Niño Perdido) presentó un valor de 3.0 mg/lit, en el punto 2 (Las Astras) subió a 39.0 mg/lit, y a partir de allí empezó a bajar hasta llegar a 10.1 mg/lit en el punto 4 (Las Cataratas), a 8.0 mg/lit en el punto 5 (Agua Caliente) y a 6.0 mg/lit en el punto 6 (El Tempisque), en la parte más baja muestreada. En época lluviosa, este parámetro tubo una variación espacial definida, en forma ascendente. En el punto 1 (Niño Perdido), en la parte alta, presentó un valor de 5.0 mg/lit, en el punto 2 (Las Astras) ascendió a 26.0 mg/lit, luego subió a 69.0 mg/lit en el punto 4 (Las Cataratas), y finalmente en el punto 6 (El Tempisque), en la parte más baja muestreada alcanzó un valor de 200 mg/lit.

Tomando en cuenta que los sólidos en suspensión, es la cantidad de arcilla, arena fina y limo que se encuentran en mezcla con el agua, al igual que los parámetros físicos mencionados anteriormente los valores de los sólidos en suspensión subieron en época lluviosa, debido también al arrastre de materiales provocado por efecto de las lluvias, los cuales son incorporados a la corriente principal por medio de los distintos afluentes de los ríos (río La Estancia, Canal de Riego San Jerónimo, Río San Isidro, etc.)

Con respecto a los sólidos disueltos, en época seca, éste parámetro se manifestó en forma ascendente, el valor más bajo lo presentó el punto 1 (Niño Perdido), con 30.0 mg/lit, el punto 3 (Los Jocotes) tubo un valor medio de 102.0 mg/lit y el rango más alto lo obtuvo el punto 5 (Agua caliente) con un valor de 160.0 mg/lit. En época lluviosa en cambio éste presentó un comportamiento irregular, ya que tendió a subir y a bajar. El rango más bajo lo presentó el punto 2 (Las Astras) con 37.0 mg/lit y el más alto lo presentó el punto 3 (Los Jocotes) con un valor de 67.0 mg/lit.

En lo que respecta al parámetro sólidos totales, éste siguió el mismo patrón de comportamiento en forma ascendente, similar al de los sólidos en suspensión. En la época seca la variación en el espacio de éste parámetro es en forma ascendente. En el punto 1 (Niño Perdido), en la parte alta de los ríos, presentó un valor de 49.0 mg/lit, en el punto 2 (Las Astras) ascendió a 74.0 mg/lit, luego subió a 150.0 mg/lit en el punto 4 (Las Cataratas), y finalmente en el punto 5 (Agua Caliente) llegó a un rango máximo de 188.0 mg/lit y luego en el punto 6 (El Tempisque), en la parte más baja muestreada, descendió ligeramente a 170.0 mg/lit.

En época lluviosa, el comportamiento de los sólidos totales es igual que en época seca, en el punto 1 (Niño Perdido), presentó un valor de 54.0 mg/lit, en el punto 2 (Las Astras) ascendió a 69.0 mg/lit, luego subió a 139.0 mg/lit en el punto 4 (Las Cataratas), y finalmente en el punto 6 (El Tempisque), en la parte más baja muestreada alcanzó un valor de 289.0 mg/lit. Es importante observar que los valores de los sólidos totales fueron ligeramente más altos en la época seca, que en la época lluviosa. Según Velasquez M. (28), el valor de éste parámetro tiende a aumentar cuando el caudal de los ríos empieza a disminuir evidenciándose una concentración más alta de sólidos.

De acuerdo a los valores de los parámetros mencionados anteriormente se puede determinar, que por su calidad física el agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, no es recomendable para ser utilizada en acuicultura, consumo humano y recreación. Con respecto a la calidad de agua para uso en acuicultura, los parámetros color, turbiedad y los sólidos en suspensión, presentan niveles que sobrepasan la norma propuesta por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -C.A.T.I.E-, (ver cuadro 24 A). Lo anteriormente mencionado puede perjudicar de manera sensible la fauna de los ríos, principalmente en la época lluviosa, provocando que los peces no deambulen en forma normal por su entorno, perdiendo el sentido de orientación y aumentando la dificultad de encontrar alimento al quedar anulado el sentido de la vista.

Desde el punto de vista físico el agua de los ríos se presenta estéticamente insatisfactoria para consumo humano y recreación (ver cuadros 25 A y 26 A). Es importante indicar que para las actividades recreativas que envuelven el contacto con el agua, ésta debe ser agradable a la vista y al tacto, por lo tanto el agua de los ríos se presenta insatisfactoria, tanto en época lluviosa (aspecto turbio cuando llueve), como en época seca (aspecto pantanoso en algunas áreas), por lo que puede provocar el rechazo de los usuarios. En lo que respecta a la calidad de agua para fines de riego, ganadería y avicultura (ver cuadros 22 A y 23 A), por su calidad física el agua no sobrepasa la norma propuesta, por lo tanto es apta sin restricciones para ser utilizada en esas actividades.

### 6.1.3 Calidad química del agua de los ríos:

De acuerdo a los parámetros químicos evaluados, en terminos de conductividad eléctrica, en la época seca, el comportamiento de éste parámetro fué en forma ascendente mientras decreció la altitud en los distintos puntos de muestreo. El valor mínimo fué de 54.0 micromhos/cm. a 25 ° C, el cual se encuentra en el punto 2 (Las Astras) y el máximo fué de 290.0 micromhos/cm. a 25 ° C, el cual lo encontramos en el punto 5 (Agua Caliente). En época lluviosa la conductividad presentó un comportamiento irregular (tendió a subir y a bajar). En el punto 2 (Las Astras), presentó un valor mínimo de 68.5 micromhos/cm. a 25 ° C y el punto 3 un rango máximo de 121.0 micromhos/cm. a 25 ° C. Se puede apreciar que en su mayoría los valores en época seca fueron más altos que en la época lluviosa. Según Velasquez Mazariegos (28), la conductividad eléctrica tiende a aumentar o a encontrarse en valores más altos en la época seca debido a que el caudal de los ríos disminuye.

Otro parámetro importante es el potencial de hidrógeno, el cual mostró un comportamiento irregular, observándose altibajos en los 6 puntos de muestreo (ver figura 10 A). En la época seca, el punto 3 (Los Jocotes) tubo el rango más bajo con 7.2, mientras que el punto 6 (El Tempisque), fué el que mostró el punto más alto con 8.3. En la época lluviosa el punto 3 (Los Jocotes) nuevamente presentó el valor más bajo con 7.2, mientras que el punto 2 (Las Astras) tubo el valor más bajo con 7.8. En general por su pH el agua de los ríos se clasifica como alcalina. Se conduce a pensar que la variación espacial del pH puede deberse a aportes intermitentes de polucionadores o de otras causas que no se determinan en el presente estudio. El pH básicamente influye en los proceso de coagulación química, desinfección, ablandamiento y control de la corrosión.

Con respecto al parámetro nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), en época seca mostró una variación espacial en forma de una curva normal (ver figura 11 A). El valor más bajo se encontró en el punto 1 (Niño Perdido) con 1.10 mg/lit, de allí subió hasta el punto 4 (Las Cataratas), donde presentó un valor de 5.06 mg/lit, para luego descender hasta el punto 6 (El Tempisque) donde tubo un valor de 3.30 mg/lit. En época lluviosa presentó un comportamiento irregular (ver figura 11 A), en el punto 1 (Niño Perdido) presentó un valor de 6.16 mg/lit, luego descendió hasta el punto 3 (Los Jocotes) en donde tubo un valor de 5.06 mg/lit, y de allí ascendió hasta llegar al punto 6 (El Tempisque), donde alcanzó un rango de 19.14 mg/lit.

Considerando el parámetro dureza ( $\text{CaCO}_3$ ); en época seca el comportamiento mostrado fué irregular, el valor más alto lo presentó el punto 6 (El Tempisque), con un nivel de 106.0 mg/lit y el valor más bajo lo tubo el punto 1 (Niño Perdido) con un rango de 26.0. En la época lluviosa, el comportamiento de la dureza también fué irregular. El punto de muestreo 2 (Las Astras), es el que presentó el valor más bajo con 32.0 mg/lit, seguido por el punto 1 (Niño Perdido) con un valor de 36.0 mg/lit y por los puntos 4 (Las Cataratas) y 5 (Agua Caliente), que tubieron un rango de 40.0 mg/lit. El rango más alto se encontró en el punto 3 (Los Jocotes) con un valor de 52.0 mg/lit.

Otro parámetro el cual es importante mencionar son los cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), también evidencia un comportamiento irregular en el espacio. En época seca, el punto 6 (El Tempisque), tubo el mayor valor, con 11.5 mg/lit; mientras que el menor rango lo presentó el punto 1 (Niño Perdido) con un valor de 7.0 mg/lit. En época lluviosa, el punto 6 (El Tempisque) es el que también tubo el mayor rango, con 10.0 mg/lit; mientras que el menor valor lo presentó también el punto 1 (Niño perdido) con 6.0 mg/lit. Es importante observar que en verano se presentan valores más altos, según Velasquez Mazariegos (28), en la época lluviosa existe dilución de componentes, por lo que baja su concentración. Otros parámetros no menos importantes son los sulfatos ( $\text{SO}_4$ ), los fluoruros ( $\text{F}^-$ ) y la alcalinidad, los mismos también evidencian un comportamiento irregular en los diferentes puntos de muestreo, tanto en la época seca como en la época lluviosa.

En terminos generales de acuerdo a las características químicas que presenta el agua de los ríos, el agua de los mismos es apta para ser utilizada en agricultura, ganadería, avicultura, acuicultura y consumo humano (ver cuadros 22 A, 23 A, 24 A y 25 A). Los diferentes parámetros evaluados: conductividad eléctrica, fluoruros ( $\text{F}^-$ ), cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), nitratos ( $\text{NO}_3$ ), nitritos ( $\text{NO}_2$ ), dureza ( $\text{CaCO}_3$ ), sulfatos ( $\text{SO}_4$ ), y alcalinidad, no sobrepasan la norma propuesta por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE- y la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR-.

En lo que respecta a calidad de agua para irrigación (ver cuadro 22 A, y pags. 11 y 12), en términos de conductividad eléctrica y razón de absorción de sodio; tanto en época lluviosa como en época seca, en el punto 1 (Niño Perdido), en el punto 2 (Las Astras), en el punto 3 (Los Jocotes), y en el punto 4 (Las Cataratas) el agua se clasificada como  $\text{C}_1\text{S}_1$ ; mientras que en el punto 5 (Agua Caliente) y en el punto 6 (El Tempisque), solamente en época lluviosa el agua se clasifica como  $\text{C}_1\text{S}_1$ , ya que en época seca el agua de los mismos se clasifica como  $\text{C}_2\text{S}_1$ .

Al clasificarse el agua de los ríos en su mayoría como  $C_1S_1$ , se establece que el agua de los ríos, tiene bajo peligro de sodio y bajo peligro de salinidad, por lo que el agua es apta para utilizarse en riego. Un factor importante en el uso del agua para riego, es el conocimiento del tipo de suelo que se cultiva, para tomar las medidas adecuadas de conservación de su calidad.

El carbonato de sodio residual, también presentó niveles que no sobrepasan la norma propuesta por -CATIE-, por lo que permanecen dentro de la magnitud permisible, al presentar rangos de 0.12 mg/lit, en el punto 3 (Los Jocotes) a 0.83 mg/lit en el punto 5 (Agua Caliente), en época seca; y valores de 0.03 mg/lit, en el punto 5 (Agua Caliente) a 0.31 mg/lit, en el punto 2 (Las Astras) en época lluviosa.

Considerando la calidad de agua para consumo humano (ver cuadro 25 A), el hierro total ( $Fe$ ), presentó niveles arriba del límite máximo aceptable, con valores que van de 0.11 mg/lit (punto 6 de muestreo) a 0.47 mg/lit (punto 2 de muestreo) en época seca y de 0.25 mg/lit (punto 1 de muestreo) a 12.7 mg/lit (punto 6 de muestreo) en época lluviosa, a excepción del punto 1 (Niño perdido), en la parte alta de los ríos, que tubo un valor de 0.1 mg/lit. Además este parámetro presentó cuatro valores que sobrepasan el límite máximo permisible. Sin embargo estos niveles de hierro total no causan efectos fisiológicos nocivos a la salud de los usuarios de los ríos, aunque algunas veces las aguas con mucho hierro no son aceptadas por el cambio de color que puedan presentar.

Con respecto a los nitritos ( $NO_2$ ), éste parámetro presentó tres valores que sobrepasan el límite máximo permisible en la época seca, en los puntos 3, 5 y 6 de muestreo (Los Jocotes, Agua Caliente y Tempisque respectivamente), con rangos de 0.066 a 0.085 mg/lit, y un valor que sobrepasa el límite máximo permisible en la época lluviosa, en el punto 3 (Los Jocotes), con un valor de 0.012 mg/lit. Sin embargo aunque los niveles se presentaron altos en algunos puntos de muestreo en la época lluviosa, no representan un serio peligro para la salud de los consumidores, aunque en el futuro podrían existir restricciones de subir más esos niveles, ya que se ha relacionado el cáncer del estómago con el exceso de nitritos.

Considerando el parámetro químico: potencial de hidrógeno -pH-, de acuerdo a la norma propuesta por C.A.T.I.E. (ver cuadro 26 A), el agua de los ríos se presenta insatisfactoria para ser utilizada en recreación, el pH se encontró fuera de la magnitud permisible, con un valor promedio de 7.6 en época seca y 7.5 en época lluviosa. Lo anterior merece consideración por su posible relación con la irritación de los ojos en los bañistas.

## **6.2 Resultados y discusión del estudio de desechos sólidos en las riberas del cauce principal de los ríos en las ciudades de Salamá y San Jerónimo.**

### **6.2.1 Estudio de desechos sólidos en la ciudad de Salamá.**

Realizando un recorrido por las riberas del cauce principal del río, en la ciudad de Salamá; se encontraron 4 basureros principales (ver cuadro 20 y figura 6 A), los cuales presentan características cualitativas y cuantitativas similares.

El basurero 1, está situado en el lugar denominado los Coyolares; el cual se encuentra seriamente afectado por la contaminación provocada por los desechos sólidos. El basurero que se encuentra en este lugar presenta un alto porcentaje de materia orgánica (55%), debido posiblemente a que gran parte de la basura que en él se encuentra, proviene del mercado municipal. El mismo también presenta abundante material plástico (19%), en su mayoría bolsas y botes, y en menor cantidad se encuentran telas (12%), metales (6%) y vidrios (6%). Es importante indicar que en éste lugar proliferan gran cantidad de animales considerados nocivos a la salud humana como ratas, ratones, moscas, zancudos, cucarachas, y algunas aves de rapiña, por la presencia de materia orgánica en descomposición y animales muertos (principalmente aves y perros).

El basurero 2, situado a un costado del puente La Libertad, al Sur-oeste. Presenta características similares al primer basurero, en mayor proporción contiene materia orgánica (34%), vidrios (34%) y plásticos (18%), posiblemente provenientes en su mayoría de negocios y hogares que se encuentran cerca del lugar. En su mayor parte los vidrios encontrados son restos de botellas de cervezas y aguas gaseosas. También la mayoría de los metales encontrados son restos de cervezas y aguas gaseosas, y restos de utensilios domésticos que al oxidarse son un peligro para la salud de las personas que deambulan en este lugar.

También es necesario mencionar que las cercanías de este basurero y del anterior, son utilizadas como lugares para hacer necesidades fisiológicas. Esto provoca desagradables olores y es una fuente de contaminación directa para la diezmada vida acuática del río y para los usuarios del mismo; ya que al llover estos desechos humanos son arrastrados al río, pudiendo provocar enfermedades gastrointestinales e infecciones provocadas por diversos parásitos.

**Cuadro 20. Clases de desechos sólidos encontrados en los basureros ubicados en las riberas del cauce principal de los ríos, en las ciudades de Salamá y San Jerónimo.**

Tipo de desecho.	Basurero 1.* Salamá		Basurero 2.** Salamá		Basurero 3.*** Salamá		Basurero 4.**** Salamá		Basurero 5.***** San Jerónimo	
	Peso.	Porcentaje	Peso.	Porcentaje	Peso.	Porcentaje	Peso.	Porcentaje	Peso.	Porcentaje
Materia Orgánica	5.5	55%	3.4	34%	4.5	45%	3.0	30%	3.2	32%
Vidrios	0.6	6%	3.4	34%	1.3	13%	-----	-----	3.1	31%
Metales	0.6	6%	0.5	5%	0.4	4%	1.0	10%	1.7	17%
Plásticos	1.9	19%	1.8	18%	2.2	22%	0.6	6%	1.4	14%
Telas	1.2	12%	0.9	9%	1.3	13%	3.9	39%	0.3	3%
Cueros	0.2	2%	-----	-----	0.3	3%	1.5	15%	0.3	3%
Total	10	100%	10	100%	10	100%	10	100%	10	100%

Fuente: Investigación de campo.

\* Ubicado en el lugar denominado Los Coyolares.

\*\* Ubicado a un costado del puente La Libertad.

\*\*\* Ubicado aproximadamente a 75 metros al Nor-este. del puente colgante, Barrio Hacienda de la Virgen.

\*\*\*\* Ubicado a 10 metros del puente colgante, Barrio Hacienda de la Virgen (Abajo del árbol de Conacaste).

\*\*\*\*\* Ubicado aprox. a 100 mt. del Antiguo Trapiche y a 8 metros del río San Jerónimo.

Los restantes basureros muestreados, el 3 (ubicado a 75 metros aproximadamente al Sur-oeste del puente colgante, Barrio Hacienda de la Virgen) y el 4 (ubicado a 10 metros del mismo puente, abajo del árbol de conacaste). Presentan menos contaminación que los anteriores basureros, en ellos los desechos sólidos se encuentran más dispersos y contienen un menor porcentaje de materia orgánica (30% a 45%). En los mismos predominan materiales provenientes de hogares, como plásticos (bolsas y botes), metales (latas de bebidas y alimentos principalmente) y telas (restos de vestidos, pantalones, faldas, etc.).

También es importante indicar que la mayoría de los desechos sólidos encontrados en los diferentes basureros, se encuentran dentro del agua de los ríos, siendo una seria amenaza para la fauna del río y para las personas que aún utilizan el agua para uso domiciliario, para fines recreativos, para ganadería y para la pesca.

#### **6.2.2 Estudio de desechos sólidos en la ciudad de San Jerónimo:**

Realizando un recorrido por las riberas del cauce principal del río, en la ciudad de San Jerónimo solamente se encontró un basurero principal, el cual es el basurero municipal. (ver cuadro 20). En este basurero al igual que en los basureros de Salamá se encontró gran cantidad de materia orgánica en descomposición (32%), así como restos de animales muertos, principalmente aves.

Los desechos sólidos que se encuentran en el mismo, provienen del mercado municipal, de negocios y de fuentes domiciliarias en menor escala. Según algunas personas que se entrevistaron cerca del mismo, la basura diariamente es quemada, provocando con esto constantemente malos olores. En este basurero también se pudo encontrar fauna nociva a la salud humana y animales domésticos en general, como: zancudos, ratas, ratones, moscas, cucarachas, y también algunos animales de rapiña.

En términos generales los basureros encontrados en las riberas del cauce principal de los ríos, en las ciudades de Salamá y San Jerónimo son fuentes significativas de contaminación ambiental. A continuación se hacen algunas consideraciones generales:

- En los basureros encontrados se desarrollan gran cantidad de moscas, cucarachas, chinches, bacterias, virus, mosquitos, piojos, ratas y ratones, etc., los cuales son nocivos para la salud humana.



- Estos organismos son un peligro potencial para la salud humana, ya que pueden transmitir enfermedades infecciosas peligrosas como malaria, amebiasis, infecciones de la piel, tifoidea, rabia, paludismo, peste, fiebre y parasitosis, entre otras.
- Al descomponerse la materia orgánica en estos basureros se producen gases nocivos y malos olores.
- Al estar depositada a cielo abierto esta basura, los microorganismos que allí se reproducen son transportados por el aire y agua; contaminando el ambiente en general y particularmente el agua de los ríos.
- Gran parte de los residuos sólidos que se encuentran en estos basureros clandestinos no son biodegradables y producen contaminación a los ríos cuando son transportados por medio del agua de lluvia o cuando son arrojados directamente en ellos.

**Cuadro 21. Clasificación de desechos sólidos encontrados en los basureros del cauce principal de los ríos, en las ciudades de Salamá y San Jerónimo.**

<b>No peligrosos</b>	<b>Potencialmente peligrosos</b>	<b>Peligrosos</b>
Vidrios	Excremento	Residuos de medicamentos
Cartón y papel	Toallas sanitarias	Medicinas caducas
Plásticos	Aceites y grasas	Alimentos enlatados
Cueros	Pañales	Baterías y pilas
Telas sintéticas	Envases de plaguicidas	Cuerpos de animales enfermos
Residuos alimenticios	Envases de aerosoles	Otros.
Materiales de construcción	Animales muertos	
Otros.	Materiales ferrosos oxidados	
	Otros.	

Fuente: Investigación de campo.

Además se realizó una visita al basurero municipal de la ciudad de Salamá, ubicado a escasos 100 metros, atrás de Cementerio General. Este macro-basurero es un potencial peligro para la vida del río, ya que abajo del mismo se encuentra una quebrada, que al llover es capaz de arrastrar gran cantidad de desechos sólidos al río, el cual se encuentra cerca del basurero.

En el mismo se pudo observar gran cantidad de pollos muertos, aves de rapiña, perros e indigentes que deambulan por el lugar. En este basurero municipal, al igual que en el de la ciudad de San Jerónimo, también se quema la basura todos los días, provocando la contaminación del medio ambiente en general.

### **6.2.3 Situación actual de los desechos sólidos en las comunidades rurales del área bajo estudio.**

Al realizar un recorrido en las comunidades rurales del área bajo estudio la situación del manejo de los desechos sólidos no es menos preocupante que en el área urbana.

La mayoría de los pobladores tiran los desechos sólidos biodegradables y no biodegradables en sus parcelas, creyendo erróneamente que todos los desechos van a servir como abono para sus cultivos. Sólo un pequeño porcentaje de los pobladores de estas comunidades queman y/ó entierran la basura.

También en las calles y callejones circunvecinos a los ríos se observan desechos sólidos tirados. Muchos de estos desechos son arrastrados a los ríos por efecto directo de las lluvias, obviamente los mismos son un foco de contaminación.

Además muchas personas realizan sus necesidades fisiológicas al aire libre, provocando la contaminación de los ríos, al ser arrastrados estos desechos humanos también por efecto de las lluvias. Pudiendo causar con esto las enfermedades gastrointestinales e infecciones mencionadas anteriormente.

### **6.3 Resultados y discusión del sondeo de opinión acerca de la contaminación del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, a nivel de dirigentes sociales.**

Considerando los resultados del sondeo de opinión (ver pags. 72 a 76), acerca de la contaminación del agua de los ríos, se puede discutir lo siguiente:

- El sondeo muestra que todos los entrevistados consideran que existe contaminación en el agua de los ríos. La mayoría creen que las principales causas de la misma son: las aguas residuales que desembocan en los ríos, el uso indiscriminado de productos de uso agrícola, y la deforestación, mientras que un porcentaje menor sugieren que la proliferación de desechos sólidos, y el lavado de ropa son las principales causas de la contaminación.
- La mayoría de los involucrados en el estudio afirman que las principales evidencias de la contaminación del agua de los ríos son: la proliferación de desechos sólidos, los cambios en la coloración del agua, la desaparición de la fauna acuática, y el bajo caudal de los ríos. Mientras que otro porcentaje menor consideran que el aspecto aceitoso que en algunas partes presenta el agua y la presencia de enfermedades en la piel, en los bañistas principalmente niños, son las principales evidencias de la contaminación.
- En su mayor parte los entrevistados no conocen de alguna acción tendiente a contrarrestar la contaminación, mientras que otro porcentaje afirman que si se han llevado a cabo algunos eventos de capacitación, y se han presentado anuncios y programas a nivel local, aunque reconocen que esto no ha sido suficiente. Otras personas dicen que ha existido reforestación en algunas áreas de la cuenca. Otro grupo entrevistados consideran que se cuenta con leyes que protegen estos recursos; que se han realizado algunas giras de campo y se sabe de que se tiene en proyecto a nivel institucional el tratamiento de aguas servidas.
- El mayor porcentaje de los involucrados en el estudio, sugieren que los sectores de la población más afectados por la contaminación del agua de los ríos son: las personas que consumen el agua, los agricultores y ganaderos que la utilizan para irrigación de cultivos y darle de beber a sus animales, y los pobladores urbanos, que generalmente utilizan el agua para fines recreativos. Mientras que otros creen que son todos los sectores en general, los afectados. La mayoría de los entrevistados consideran que la actividad que se ve más afectada por la contaminación del agua es la recreación, seguida por la ganadería, la

agricultura y la pesca, respectivamente. Otros toman al consumo humano como una actividad y afirman que la misma es la más afectada. Mientras que un porcentaje menor creen que todas las actividades son las afectadas por la contaminación.

- Todos los entrevistados afirman que la contaminación del agua de los ríos es un problema, y que a nivel institucional, no se le ha prestado atención por falta de interés y por la falta de recursos, y es por eso que se le da prioridad a otros problemas más importantes por resolver. Otros indican que no se atiende el problema por desconocimiento del mismo, ya que no es un problema que sea tangible como por ejemplo: infraestructura. Otro porcentaje considera que es por la falta de conciencia ecológica, ó por la falta de visión futurística, ya que creen que se deberían buscar los mecanismos para mitigar el problema o al menos disminuirlo, ya que en el futuro al haber una fuerte escasez de agua en las fuentes que abastecen de agua potable a las ciudades de Salamá y San Jerónimo, se tendría que recurrir a estas aguas, y el costo para potabilizarlas sería muy alto. Otro grupo mucho menor sugiere que es por la falta de coordinación entre las distintas instituciones, por que no se les ha exigido a las mismas, porque no existen denuncias al respecto o simplemente porque el problema de la contaminación del agua de los ríos es muy complejo, que no se ha hecho algo por darle solución al problema.
- La mayor parte de los entrevistados coinciden en que todas las instituciones son las encargadas de resolver el problema de la contaminación del agua de los ríos. Mientras que otro porcentaje consideran que Salud Pública y las Municipalidades son las encargadas de darle solución. Otro grupo piensa que con la coordinación entre Salud Pública y las Municipalidades de Salamá y San Jerónimo, y con el apoyo de todos los sectores, se puede atacar el problema. En otra propuesta similar consideran que las instituciones con el apoyo de la población y organizaciones locales sería una buena opción. Mientras que otro porcentaje mucho menor de personas creen que las instituciones que deben encargarse del problema son la Comisión Nacional del Medio Ambiente -CONAMA-, Gobernación Departamental y Ministerio de Agricultura.
- En su mayoría los entrevistados afirman que la principal limitante para poder implementar programas para reducir la contaminación de los ríos, es la falta de voluntad política; seguida por la falta de recursos y por la falta de educación ambiental institucionalizada. Otros creen que la falta de leyes es la principal limitante; mientras que otros indican que no es por la falta de leyes, sino por la falta de aplicación de las mismas y por la falta de voluntad de todos los

sectores. Mientras que otro porcentaje cree que es por todos los aspectos anteriormente mencionados que no se ha hecho nada para resolver la problemática.

- El sondeo muestra que todos los entrevistados consideran que el problema de la contaminación de los ríos está relacionado con la falta de educación ambiental y que la misma debe ir dirigida a todos los sectores en general. Mientras que otro porcentaje menor cree que la educación ambiental debe ir dirigida principalmente a adultos, jóvenes y niños, respectivamente. La mayoría afirman que se deben utilizar todos los medios posibles para educar a la población con respecto al problema. Mientras que algunos sugieren que la escuela, la radio, la iglesia, la televisión y los medios escritos, son los medios más adecuados para llevar a cabo esa tarea. En el área rural prevalece el criterio que debe ser en forma directa a través de las autoridades y los comités locales que se debe de educar a la gente.
- La mayoría de las iniciativas planteadas para contribuir a contrarrestar la contaminación del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo están enfocadas a que las instituciones (gubernamentales y no gubernamentales) intervengan directamente en el problema, a través de la elaboración y ejecución de proyectos específicos como: reforestación, letrización, plantas de tratamiento para aguas residuales y manejo integrado de los desechos sólidos, entre otros.

## 7. CONCLUSIONES

### 7.1 Niveles de contaminación físicos, químicos y bacteriológicos del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo.

- De acuerdo a los parámetros bacteriológicos evaluados: coliformes fecales y coliformes totales, se hace restringido el uso del agua de los ríos para ser utilizada en agricultura, ganadería, avicultura, consumo humano y recreación.
- Considerando los parámetros físicos estudiados: color, turbiedad y sólidos en suspensión, el agua de los ríos se presenta insatisfactoria para ser utilizada en acuicultura, consumo humano y recreación.
- Con respecto a los parámetros químicos evaluados: nitratos, nitritos, conductividad eléctrica, cloruros, pH, dureza, cloruros y fluoruros, el agua de los ríos es apta para ser utilizada en ganadería, avicultura, acuicultura y consumo humano.
- Considerando los parámetros químicos estudiados: conductividad eléctrica, cloruros, razón de absorción de sodio y carbonato de sodio residual, el agua de los ríos es apta para fines de riego.

## 7.2 Estudio de desechos sólidos en las riberas del cauce principal de los ríos, en las ciudades de Salamá y San Jerónimo.

- La basura muestreada presentó un alto porcentaje de materia orgánica, lo cual es indicativo de un nivel socioeconómico bajo en las ciudades de Salamá y San Jerónimo. En menor porcentaje se encontraron: plásticos, vidrios y metales.
- Al realizar el análisis de las muestras de basura, se encontró fauna considerada nociva a la salud, y con ella el peligro del aumento de la incidencia de diversas enfermedades infecto-contagiosas propagadas por dichos vectores. Además se encontraron desechos sólidos considerados por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, como peligrosos y potencialmente peligrosos. Muchos de estos desechos indudablemente van a parar a los ríos en época de lluvias, afectando adversamente la fauna que aún existe, y por ende la calidad del agua, que aún es utilizada para uso domiciliario, para fines de riego, para ganadería y para fines recreativos.
- Las ciudades de Salamá y San Jerónimo, como la gran mayoría de las ciudades de nuestro país, están causando un impacto negativo al ambiente al no darle ningún tratamiento a su basura. Es particularmente lamentable el hecho de que además de la falta de tratamiento se estén utilizando los ríos como lugar de disposición final de desechos sólidos.
- La contaminación de los ríos causada por los desechos sólidos, amenaza la salud de la población, va en constante aumento y causa un deterioro ambiental no percibido por la mayoría de las personas. Por lo tanto se deben tomar las medidas necesarias a nivel institucional (gubernamental y no gubernamental) para mitigar el problema.

### **7.3 Sondeo de opinión sobre la contaminación del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, a nivel de dirigentes sociales.**

Con base en los resultados obtenidos del sondeo de opinión (ver pags. 72 a 76), se puede concluir:

- En su totalidad los entrevistados afirman que existe contaminación en el agua de los ríos. La mayoría considera que la principal causa de contaminación son los drenajes y la principal evidencia de la misma es la proliferación de desechos sólidos. La mayor parte de los entrevistados afirman no conocer de alguna acción tendiente a contrarrestar el problema.
- De acuerdo a los resultados del sondeo, el sector de la población más afectado por la contaminación de los ríos son las personas que consumen el agua. La mayoría de los entrevistados cree que la actividad más afectada por dicha contaminación es la recreación. Todos afirman que la contaminación es un problema, y que a nivel institucional no se le ha prestado atención al mismo por falta de interés.
- La mayor parte de los involucrados en el estudio coinciden en que todas las instituciones ya sean estas gubernamentales y no gubernamentales son las encargadas de resolver el problema de la contaminación del agua de los ríos. En su mayoría afirman que la principal limitante para poder implementar programas para reducir la misma es la falta de voluntad política.
- Todas las personas entrevistadas creen que el problema de la contaminación del agua de los ríos está relacionado con la falta de educación ambiental, y que la misma debe ir dirigida a todos los sectores en general. La mayoría consideran que se deben utilizar todos los medios posibles para educar a la población con respecto al problema.
- Las iniciativas planteadas para contribuir a contrarrestar la contaminación del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo están enfocadas a que las instituciones (gubernamentales y no gubernamentales) intervengan directamente en el problema, a través de la elaboración y ejecución de proyectos específicos como reforestación, letrinización, plantas de tratamiento para aguas residuales y manejo integrado de los desechos sólidos, entre otros.



## 8. RECOMENDACIONES.

- En las ciudades de Salamá y San Jerónimo, y las comunidades rurales circunvecinas se recomienda la realización de programas de educación ambiental, que involucren la protección y conservación de los recursos hídricos a través de seminarios, foros, talleres, cursos, anuncios, campañas de limpieza, etc., dirigidos a niños, Jóvenes y adultos, por medio de: escuelas, radio, televisión, medios escritos, etc. con el apoyo de Instituciones como: Municipalidades, Ministerio de Educación, Fundación de Defensa del Medio Ambiente de Baja Verapaz -FUNDEMABV-, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad -INTECAP-, Comisión Nacional del Medio Ambiente -CONAMA-, y Proyecto Tezulutlán, entre otras.
- A través de Instituciones como: Municipalidades, Fundación de Defensa del Medio Ambiente de Baja Verapaz -FUNDEMABV-, Comisión Nacional del Medio Ambiente -CONAMA-, Proyecto Tezulutlán, Plan Internacional, etc., en las ciudades de Salamá y San Jerónimo, se recomienda ejecutar proyectos de manejo integrado de desechos sólidos, a través de: plantas de reciclaje de basura, campañas periódicas de limpieza en los ríos, construcción de basureros municipales y programas de educación sobre el manejo de desechos sólidos, entre otros.
- Se recomienda la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales y labaderos municipales, en las ciudades de Salamá y San Jerónimo, y la promoción de proyectos de letrización en las comunidades rurales circunvecinas, con el apoyo de Instituciones como: Municipalidades, Fondo de Inversión Social -FIS-, Instituto de Fomento Municipal -INFOM-, Programa Las Verapaces, Comisión Nacional del Medio Ambiente -CONAMA-, y Salud Pública, entre otras.
- Con el apoyo de Instituciones como: Instituto Nacional de Bosques -INAB-, Comisión Nacional de Areas Protegidas -CONAP-, Proyecto Tezulutlán, Proyecto CATIE-Chixoy, Fundación de Defensa del Medio Ambiente de Baja Verapaz -FUNDEMABV-, etc., se recomienda la ejecución de proyectos de reforestación en las microcuencas que abastecen a los ríos Salamá y San Jerónimo.
- A Instituciones como: Comisión Nacional del Medio Ambiente -CONAMA-, Ministerio de Agricultura, Fundación de Defensa del Medio Ambiente -FUNDEMABV- y Proyecto Tezulutlán, entre otras; se recomienda que en el futuro se puedan realizar análisis de pesticidas en agua, peces, suelo y personas para evaluar los niveles de contaminación provocados por los mismos.

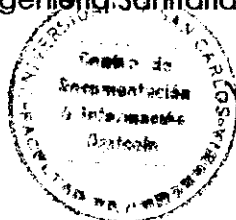
## 9. BIBLIOGRAFIA:

1. ALTIERI, M.A. 1985. Agroecología; bases científicas de la agricultura alternativa. Valparaíso, Chile, Centro de Estudios en Tecnología Apropriada. 184 p.
2. BASTERRECHEA, M. 1987. Causas de contaminación de 7 ríos tributarios de la Subcuenca del lago de Amatitlán. En Simposium Estudios Recientes Sobre la Contaminación del lago Amatitlán, (1., 1987, Guatemala). Memorias. Guatemala, CATIE. p 17-19.
3. CATALAN, C.P. 1992. Bacteriología y potabilidad del agua. 3 ed. Madrid, España. 268 p.
4. CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE. (Arg.) 1994. Manual de evaluación y manejo de sustancias tóxicas en aguas superficiales. Argentina. 16 p.
5. CONSORCIO CONFIAR. FUNDACION DE DEFENSA DEL MEDIO AMBIENTE DE BAJA VERAPAZ; INSTITUTO DE DERECHO AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE; ASOCIACION PARA LA RECUPERACION, MANEJO Y SANEAMIENTO AMBIENTAL. 1996. Manejo integrado de desechos sólidos en los municipios de Salamá, San Jerónimo y San Miguel Chicaj, Baja Verapaz. Salamá, Guatemala. 55 p.
6. CONSEJO DEPARTAMENTAL DE DESARROLLO URBANO Y RURAL DE BAJA VERAPAZ. (Gua.) 1994. Operacionalización de la estrategia de educación ambiental de la región II, en los municipios del departamento de Baja Verapaz. Salamá, Guatemala. 17 p.
7. CORNELL LARA, J.F. 1988. Evaluación de la calidad del agua del río El Zapote y sus posibles usos benéficos. Tesis Mag. Sc. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria. 75 p.
8. FRANKEL, M. 1982. Manual de anticontaminación; como evaluar la contaminación del ambiente y en los lugares de trabajo. España, Editorial Dei. 379 p.
9. GREENPEACE CENTROAMERICA. GUATEMALA. 1996. Agua y contaminación no combinan. Boletín informativo. Guatemala. 4 p.
10. GUATEMALA. COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 1996. Situación actual de los recursos hídricos en Guatemala. 40 p.
11. \_\_\_\_\_. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Tarjeta de control meteorológico de la estación San Jerónimo; Período 1961-95.

Sin publicar.

12. \_\_\_\_\_. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. 2 ed. Guatemala. tomo III, 834 p.
13. \_\_\_\_\_. INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION. Hojas de registro hidrográficas de la estación Camalmapa; 1990-1996. 50 p.  
  
Sin publicar.
14. \_\_\_\_\_. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. 1994. X censo nacional de población. Guatemala.
15. \_\_\_\_\_. SECRETARIA GENERAL DE PLANIFICACION ECONOMICA/COOPERACION GUATEMALTECO-ALEMANA. 1994. Plan marco de desarrollo del departamento de Baja Verapaz. Guatemala. 325 p.
16. HEDSTROM, I. 1986. Somos parte de un gran equilibrio; la crisis ecológica en Centroamérica. 2 ed. Costa Rica, Departamento Ecuménico de Investigaciones. 149 p.
17. LEON FERNANDEZ, A.A. DE. 1994. Evaluación de la calidad y definición de posibles usos benéficos del agua del río Sacua, del municipio de Mazatenango, Suchitepequez. Tesis Mag. Sc. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria. 75 p.
18. MACMANNIS, L. 1996. Informe preliminar de la contaminación del lago de Amatillán. Guatemala, s.n. 5 p.
19. NEUGEBAHUER, B. 1996. Agricultura ecológicamente apropiada. Alemania, Fundación Alemana para el Desarrollo. 184 p.
20. NUÑES FERNANDEZ, O. 1993. El vertido de aguas residuales un derroche de agua en tiempos de sequía. Guatemala, Grempeace Centroamérica. Boletín informativo. 21 p.
21. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. (Chile) 1997. El agua germen de la vida. Chile. 27 p.
22. OTERO DEL PERAL, L.R. 1988. Residuos sólidos urbanos. Madrid, España. Editorial Dei. 78 p.
23. RUANO, S. 1989. El sondeo; actualización de su metodología para caracterizar sistemas agropecuarios de producción. San José, C. R., IICA. 103 p.

24. TOBIAS VASQUEZ, H; RODAS, O.A. 1995. Identificación de subcuencas críticas del río Chixoy. Guatemala, Universidad del San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 12 p.
25. TOJIN SANCHES, S. et al. 1986. Caracterización a nivel de reconocimiento de la cuenca del río Salamá, Baja Verapaz. Estudio de Sistemas. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 30 p.
26. TREJO VASQUEZ, R. 1994. Estudio de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Cortazar, Guanajuato, México. México, Instituto Tecnológico de Celaya Guanajuato. 64 p.
27. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION. 1996. Diagnóstico de los recursos naturales y ambiente. Guatemala, Editorial Universitaria. 345 p.
28. VELASQUEZ MAZARIEGOS, S. 1984. Caracterización cualitativa y cuantitativa del recurso agua de la cuenca del río Grande de Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 136 p.
29. ZAMBRANO PEREZ, B.E. 1986 Estudio de la calidad del agua del río Guacalate y sus usos benéficos. Tesis Mag. Sc. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria. 83 p.



No. Bo. Rolando Barrios.

**10. ANEXO**

Cuadro 22 A. Resultados de la calidad del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, para fines de riego.

Puntos de muestreo:	Punto 1. Niño Perdido Río Las Flautas Altitud: 1447 m.s.n.m		Punto 2. Las Asirás Río San Jerónimo Altitud: 1045 m.s.n.m.		Punto 3. Los Jocotes Río San Jerónimo Altitud: 960 m.s.n.m.		Punto 4. Las Cataratas Río Salamá Altitud: 953 m.s.n.m.		Punto 5. Agua Caliente Río Salamá Altitud: 935 m.s.n.m.		Punto 6. El Tempisque Río Salamá Altitud: 868 m.s.n.m.		Norma C.A.T.I.E.**
	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	
<b>Parámetro:</b>													
Coliformes totales	460.0	1100*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	1000 NMP /100 cm <sup>3</sup>
Coliformes fecales	43	93	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	500 NMP / 100 cm <sup>3</sup>
Sólidos disueltos	30.0	40.0	34.0	37.0	102.0	67.0	124.0	63.0	160.0	66.0	152.0	63.0	5000.0 mg/lit.
Razón de absorción de sodio	4.10	0.0	5.76	0.0	7.49	0.0	7.57	0.0	15.72	0.0	7.3	0.0	-----
Conductividad	55.0	72.0	54.0	68.5	185.0	121.0	225.0	115.0	290.0	120.0	277.0	115.0	400.0 umhos/cm
Carbonato de sodio residual	0.5	0.5	0.31	0.31	0.12	0.09	0.31	0.15	0.83	0.03	0.34	0.12	2.5 mg/lit.
pH	7.6	7.7	7.7	7.8	7.2	7.2	7.9	7.5	7.3	7.3	8.3*	7.5	6.0 - 8.0
Dureza [CaCO <sub>3</sub> ]	26.0	36.0	34.0	32.0	92.0	52.0	80.0	40.0	96.00	40.0	106.0	44.00	400.00 mg/lit
Cloruros [Cl]	7.0*	6.0*	7.5*	7.5*	9.5*	7.5*	11.0*	8.0*	11.0*	8.0*	11.5*	10.0*	5.0 mg/lit
Clase	C1 S1	C1 S1	C1 S1	C1 S1	C1 S1	C1 S1	C1 S1	C1 S1	C2 S1	C1 S1	C2 S1	C1 S1	

Fuente: Centro de investigaciones de la Facultad de Ingeniería -USAC- y Dirección Técnica de Riego y Avenamiento -MAGA-.

NMP/100 cm<sup>3</sup>: Número más probable de gérmenes coliformes / 100 cm<sup>3</sup>.

\*Parámetros fuera de norma.

\*\* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Cuadro 23 A. Resultados de la calidad del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, para uso en ganadería y avicultura.

Puntos de muestreo:	Punto 1. Niño Perdido Río Las Flautas Altitud: 1447 m.s.n.m.		Punto 2. Las Asstras Río San Jerónimo Altitud: 1045 m.s.n.m		Punto 3. Los Jocotes Río San Jerónimo Altitud: 960 m.s.n.m.		Punto 4. Las Cataratas Río Salamá Altitud: 953 m.s.n.m.		Punto 5. Agua Caliente Río Salamá Altitud: 935 m.s.n.m.		Punto 6. El Tempisque Río Salamá Altitud: 868 m.s.n.m.		Norma C.A.T.I.E.**
	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	
<b>Parámetro:</b>													
Coliformes totales	460	1100*	> 2400*	> 2400*	>2400*	>2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	1000 NMP /100 cm <sup>3</sup>
Coliformes fecales	43	93	> 2400*	> 2400*	>2400*	>2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	200 NMP/ 100 cm <sup>3</sup>
Sólidos disueltos	30.0	40.0	34.0	37.0	102.0	67.0	124.0	63.0	160.0	66.0	152.0	63.0	5000.0 mg/lit.
pH	7.6	7.7	7.7	7.8	7.2	7.2	7.9	7.5	7.3	7.3	8.3	7.5	6.0 - 8.5
Conductividad	55.0	72.0	54.0	68.5	185.0	121.0	225.0	115.0	290.0	120.0	277.0	115.0	4000.0 umos/cm
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	1.10	6.16	3.08	5.5	3.96	5.06	5.06	9.90	4.18	10.5	3.30	19.14	45.0 mg/lit
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	0.0	0.0033	0.0	0.0033	0.085	0.012	0.0066	0.0099	0.077	0.010	0.066	0.010	0.1 mg/lit
Dureza (CaCO <sub>3</sub> )	26.0	36.0	34.0	32.0	92.0	52.0	80.0	40.0	96.00	40.0	106.0	44.00	400.0 mg / lit
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	1.0	1.0	7.0	1.0	2.0	11.0	4.0	2.0	19.0	2.0	8.0	4.0	1000.0 mg/lit
Cloruros (Cl)	7.0	6.0	7.5	7.5	9.5	7.5	11.0	8.0	11.0	8.0	11.5	10.0	1500.0 mg / lit
Hierro total (Fe)	0.10	0.25	0.47	0.57	1.29	0.66	0.17	2.5*	0.15	4.4*	0.11	12.7*	1.3 mg/lit
Fluoruros (F)	0.11	0.41	0.11	0.10	0.39	0.05	0.47	0.03	0.60	0.05	0.50	0.05	1.2 mg/lit

Fuente: Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería -USAC.

NMP/100 cm<sup>3</sup>; Número más probable de gérmenes coliformes / 100 cm<sup>3</sup>.

\*Parámetros fuera de norma.

\*\* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Cuadro 24 A. Resultados de la calidad del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, para uso en acuicultura.

Puntos de muestreo:	Punto 1. Niño Perdido Río Las Flautas Altitud: 1447 m.s.n.m.		Punto 2. Las Astras Río San Jerónimo Altitud: 1045 m.s.n.m.		Punto 3. Los Jocojes Río San Jerónimo Altitud: 960 m.s.n.m.		Punto 4. Las Cataratas Río Salamá Altitud: 953 m.s.n.m.		Punto 5. Agua Caliente Río Salamá Altitud: 935 m.s.n.m.		Punto 6. El Tempisque Río Salamá Altitud: 868 m.s.n.m.		Norma C.A.T.I.E.**
	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	
<b>Parámetro:</b>													
Coliformes totales	460	1100*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	1000 NMP /100 cm <sup>3</sup>
Coliformes fecales	43	93	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	500 NMP / 100 cm <sup>3</sup>
Color	22.0*	27.0*	100.0*	90.0*	60.0*	89.0*	43.0*	275.0*	35.0*	450.0*	21.0*	1400.0*	5.0 U
Turbiedad	1.8	3.5	25.0*	16.0*	5.4*	12.0*	5.1*	40.0*	3.0	65.0*	1.6	125.0*	5.0 UTN
Sólidos en suspensión	3.0	5.0	39.0*	26.0*	16.0*	39.0*	10.1*	69.0*	8.0	89.0*	6.0	200.0*	10.0 mg/lit
pH	7.6	7.7	7.7	7.8	7.2	7.2	7.9	7.5	7.3	7.3	8.3	7.5	6.0 - 9.0
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	1.10	6.16	3.08	5.5	3.96	5.06	5.06	9.90	4.18	10.5	3.30	19.14	45.0 mg/lit
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	0.0	0.0033	0.0	0.0033	0.085	0.012	0.0066	0.0099	0.077	0.010	0.066	0.010	0.1 mg/lit
Dureza [(CaCO <sub>3</sub> )	26.0	36.0	34.0	32.0	92.0	52.0	80.0	40.0	96.00	40.0	106.0	44.00	150.0 mg/lit
Cloruros (Cl)	7.0	6.0	7.5	7.5	9.5	7.5	11.0	8.0	11.0	8.0	11.5	10.0	250.0 mg/lit
Alcalinidad	34.0	36.0	30.0	36.0	86.0	62.0	110.0	60.0	140.0	60.0	136.0	60.0	150 mg/lit

Fuente: Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería -USAC.

NMP/100 cm<sup>3</sup>: Número más probable de gérmenes coliformes / 100 cm<sup>3</sup>.

U: Unidades nefelométricas de color.

UTN: Unidades nefelométricas de turbiedad.

\*Parámetros fuera de norma.

\*\* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.



Cuadro 25 A. Resultados de calidad de agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, para consumo humano.

Puntos de muestreo:	Punto 1. Niño Perdido Río Las Flautas Altitud: 1447 m.s.n.m		Punto 2. Las Asifras Río San Jerónimo Altitud: 1045 m.s.n.m		Punto 3. Los Jocafes Río San Jerónimo Altitud: 960 m.s.n.m		Punto 4. Las Cataratas Río Salamá Altitud: 953 m.s.n.m		Punto 5. Agua Caliente Río Salamá Altitud: 935 m.s.n.m		Punto 6. El Tempisque Río Salamá Altitud: 868 m.s.n.m		Norma COGUANOR***		
	Epoca:	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Límite máximo aceptable	Límite máximo permisible
<b>Parámetro:</b>															
Coliformes totales	460**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**		
Coliformes fecales	43**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**	> 2400**		
Color	22.0*	100.0**	90.0**	90.0**	60.0**	89.0**	43.0*	275.0**	450.0**	35.0*	450.0**	1400.0**	5.0 U	50.0 U	
Turbiedad	1.8	25.0*	16.0*	16.0*	5.4*	12.0*	5.1*	40.0**	65.0**	3.0	65.0**	125.0**	5.0 UTN	25.0 UTN	
Sólidos Totales	49.0	74.0	69.0	69.0	131.0	126.0	150.0	139.0	188.0	188.0	163.00	289.0	500.0 mg/lt.	1500.0 mg/lt.	
PH	7.6*	7.7*	7.8*	7.8*	7.2*	7.2*	7.9*	7.5*	7.3*	7.3*	7.3*	7.5*	7.0	9.2	
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	1.10	6.16	5.5	5.5	3.96	5.06	5.06	9.90	10.5	4.18	10.5	19.14		45.0 mg/lt	
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	0.0	0.0033	0.0	0.0033	0.085**	0.012**	0.0066	0.0099	0.077**	0.077**	0.010	0.010		0.01 mg/lt	
Dureza (CaCO <sub>3</sub> )	26.0	36.0	34.0	32.0	92.0	52.0	80.0	40.0	96.00	40.0	40.0	44.00	100.0 mg / lt	500.0 mg / lt	
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	1.0	1.0	7.0	1.0	2.0	11.0	4.0	2.0	19.0	2.0	2.0	4.0	200.0 mg/lt	400.0 mg/lt	
Cloruros (Cl)	7.0	6.0	7.5	7.5	9.5	7.5	11.0	8.0	11.0	8.0	8.0	10.0	200.0 mg / lt	600.0 mg / lt	
Fluoruros (F)	0.11	0.41	0.11	0.10	0.39	0.05	0.47	0.03	0.60	0.05	0.05	0.05		1.7 mg/lt	
Hierro total (Fe)	0.10	0.25*	0.47*	0.57*	1.29**	0.66*	0.17*	2.5**	0.15*	4.4**	0.11*	12.7**	0.1 mg/lt	1.0 mg/lt	

Fuente: Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, -USAC.

U: Unidades nefelométricas de color

UTN: Unidades nefelométricas de turbiedad

\*Fuera de límite máximo aceptable

\*\*Fuera de límite máximo permisible

\*\*\* Comisión Guatemalteca de Normas.

Cuadro 26 A. Resultados de la calidad del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo, para uso en recreación.

Puntos de muestreo:	Punto 1. Niño Perdido Río Las Flautas Altitud: 1447 m.s.n.m.		Punto 2. Las Astras Río San Jerónimo Altitud: 1045 m.s.n.m.		Punto 3. Los Jocotes Río San Jerónimo Altitud: 960 m.s.n.m.		Punto 4. Las Cataratas Río Salamá Altitud: 953 m.s.n.m.		Punto 5. Agua Caliente Río Salamá Altitud: 935 m.s.n.m.		Punto 6. El Tempisque Río Salamá Altitud: 868 m.s.n.m.		Norma C.A.T.I.E.**
	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	
<b>Parámetro:</b>													
Coliformes totales	460	1100*	> 2400*	> 2400*	>2400*	>2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	1000 NMP / 100 cm <sup>3</sup>
Coliformes fecales	43	93	> 2400*	> 2400*	>2400*	>2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	> 2400*	500 NMP / 100 cm <sup>3</sup>
Color	22.0*	27.0*	100.0*	90.0*	60.0*	89.0*	43.0*	275.0*	35.0*	450.0*	21.0*	1400.0*	20 U
Turbiedad	1.8	3.5	25.0*	16.0*	5.4	12.0*	5.0	40.0*	3.0	65.0*	1.6	125.0*	10 UTN
pH	7.6*	7.7*	7.7*	7.8*	7.2*	7.2*	7.9*	7.5*	7.3*	7.3*	8.3*	7.5*	6.5

Fuente: Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería -USAC.

NMP/100 cm<sup>3</sup>: Número más probable de gérmenes coliformes / 100 cm<sup>3</sup>.

U: Unidades nefelométricas de color

UTN: Unidades nefelométricas de turbiedad

\*Parámetros fuera de norma.

\*\* Centro Agronómico Tropical Investigación y Enseñanza.

**Cuadro 27 A. Listado de Instituciones Gubernamentales que participaron en el estudio de opinión acerca de la contaminación del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo.**

No.	Institución	Lugar
1	Gobernación Departamental	Salamá
2	Municipalidad	Salamá
3	Salud Pública	Salamá
4	Fondo de Inversión Social -FIS-	Salamá
5	Proyecto Chixoy -UNEPROCH-	Salamá
6	Secretaría de Agricultura -MAGA-	Salamá
7	Comisión Nacional de Areas Protegidas -CONAP-	Salamá
8	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social -IGSS-	Salamá
9	Instituto de Fomento Municipal -INFOM-	Salamá
10	Instituto Nacional de Estadística -INE-	Salamá
11	Dirección Departamental de Educación	Salamá
12	Escuela Normal Rural No. 4	Salamá
13	Comité Nacional de Alfabetización -CONALFA-	Salamá
14	Instituto de Capacitación y Productividad -INTECAP-	Salamá
15	Centro de Bienestar Social	Salamá
16	Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala, -CDAG- Villa Deportiva	Salamá
17	Instituto Nacional de Electrificación -INDE-	Salamá
18	Ministerio Público	Salamá
19	Derechos Humanos	Salamá
20	Municipalidad	San Jerónimo
21	Salud Pública	San Jerónimo
22	Unidad de Riego San Jerónimo	San Jerónimo
23	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-	San Jerónimo
24	Instituto Nacional de Bosques -INAB-	San Jerónimo
25	Dirección General de Servicios Pecuarios -DIGESEPE-	San Jerónimo
26	Supervisión de Educación	San Jerónimo
27	Radio Zamaneb	San Jerónimo
28	Escuela Oficial Rural Mixta, Nivel Primario	Aldea Los Jocotes, San Jerónimo

**Cuadro 28 A. Listado de Organizaciones No Gubernamentales que participaron en el estudio de opinión la acerca de contaminación del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo.**

No.	Institución	Lugar
1	Proyecto las Verapaces / Cooperación Guatemalteco-Alemana. -PLV/GTZ-	Salamá
2	Proyecto Tezulutlán, Unión Europea.	Salamá
3	C.A.R.E.	Salamá
4	Fundación de Defensa del Medio Ambiente de Baja Verapaz -FUNDEMABV-	Salamá
5	Fundación Defensores de la Naturaleza	Salamá
6	Plan Internacional	Salamá
7	Oficina Nacional de la Mujer -ONAM-	Salamá
8	Iglesia del Evangélica del Nazareno	Salamá
9	Proyecto Nuevo Horizonte	Salamá
10	Grupo Boy Scouts	Salamá
11	Radio la Voz del Valle	Salamá
12	Iglesia Parroquial	Salamá
13	Proyecto CATIE-CHIXOY	San Jerónimo
14	Iglesia Evangélica del Nazareno	Aldea San Francisco, San Miguel Chicaj

**Cuadro 29 A. Listado de Organizaciones Locales o de Base que participaron en el estudio de opinión acerca de la contaminación del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo.**

No.	Institución	Lugar
1	Comité pro-mejoramiento Bo. Hacienda de la Virgen	Ciudad de Salamá
2	Comité Pro-mejoramiento	Aldea Niño Perdido, Salamá
3	Comité de tierras	Aldea Niño Perdido, Salamá
4	Comité pro-mejoramiento	Aldea San Juan, Salamá
5	Comité pro-mejoramiento	Aldea Paso Ancho, Salamá
6	Comité pro-mejoramiento	Caserío Las Tunas, Salamá
7	Comité de agua potable	Caserío Las Tunas, Salamá
8	Comité pro-mejoramiento	Aldea El Tempisque, Salamá
9	Comité de medio ambiente	Aldea El Tempisque, Salamá
10	Comité pro-mejoramiento	Aldea Matanzas, San Jerónimo
11	Comité de tierras	Aldea Matanzas, San Jerónimo
12	Comité pro-mejoramiento	Caserío Las Astras, San Jerónimo
13	Comité pro-mejoramiento	Aldea Los Jocotes, San Jerónimo
14	Comité de energía eléctrica	Aldea Los Jocotes, San Jerónimo
15	Comité pro-mejoramiento	Santa Catarina, San Jerónimo
16	Comité pro-mejoramiento	Aldea Santa Marta, San Jerónimo
17	Comité pro-mejoramiento	Aldea San Francisco, San Miguel Chicaj
18	Comité de padres de familia de escuela primaria	Aldea San Francisco, San Miguel Chicaj

**Resultados del sondeo de opinión, a nivel de dirigentes sociales, sobre la contaminación del agua de los ríos Salamá y San Jerónimo.**

**Pregunta 1.**

¿Cree usted que existe contaminación en el agua los ríos Salamá y San Jerónimo?

No.	Respuesta	%
1.1	Sí	100%
1.2	No	0%
1.3	No sabe	0%
1.4	No contestó	0%
Total		100%

Fuente: Investigación de campo

**Pregunta 2.**

De ser afirmativa la respuesta. ¿Cual cree usted que es la principal evidencia de la contaminación del agua de los ríos?

No.	Respuesta	%
2.1	Presencia de desechos sólidos	46%
2.2	Cambios en la coloración del agua	25%
2.3	Desaparición de la fauna	16%
2.4	Bajo caudal del agua	9%
2.5	Demasiada espuma en el agua	2%
2.6	Presencia de aceite y grasa	1%
2.7	Enfermedades de la piel en personas que se bañan en los ríos	1%
Total		100%

Fuente: Investigación de campo

**Pregunta 3.**

¿Cual cree usted que es la principal causa de la contaminación del agua de los ríos?

No.	Respuesta	%
3.1	Los drenajes	41%
3.2	Uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura	35%
3.3	La deforestación	20%
3.4	Los desechos sólidos	3%
3.5	Lavado de ropa	1%
Total		100%

Fuente: Investigación de campo

**Pregunta 4.**

¿Cual cree usted que es el sector de la población que se ve más afectado por la contaminación del agua de los ríos?

No.	Respuesta	%
4.1	Personas que la consumen	58%
4.2	Agricultores	16%
4.3	Pobladores urbanos	12%
4.4	Pescadores	7%
4.5	Todos	7%
Total		100%

Fuente: Investigación de campo

**Pregunta 5.**

¿Cual cree usted que es la actividad que se ve más afectada por la contaminación del agua de los ríos?

No.	Respuesta	%
5.1	Recreación	24%
5.2	Ganadería	21%
5.3	Agricultura	19%
5.4	Pezca	18%
5.5	Consumo humano	14%
5.6	Todas	4%
Total		100%

Fuente: Investigación de campo

**Pregunta 6.**

¿Conoce usted de alguna acción tendiente a contrarrestar dicha contaminación?

No.	Respuesta	%
6.1	Ninguna	30%
6.2	Eventos de capacitación	24%
6.3	Anuncios	16%
6.4	Reforestación	13%
6.5	Alguna disposición legal	8%
6.6	Giras de campo	5%
6.7	Tratamiento de aguas servidas	4%
Total		100%

Fuente: Investigación de campo

**Pregunta 7.**

¿Cree usted que la contaminación del agua de los ríos sea un problema ?

No.	Respuesta	%
7.1	Sí	100%
7.2	No	0%
7.3	No sabe	0%
7.4	No contestó	0%
Total		100%

Fuente: Investigación de campo

**Pregunta 8.**

De ser afirmativa la respuesta ¿Porque cree que a nivel institucional no se le ha prestado atención a este problema?

No.	Respuesta	%
8.1	No les interesa	53%
8.2	Falta de recursos	25%
8.3	Desconocimiento del mismo	7%
8.4	Hay problemas más importantes que resolver	4%
8.5	Falta de conciencia ecológica	3%
8.6	Falta de visión futurista	3%
8.7	Son problemas complejos de resolver	1%
8.8	No se les ha exigido	1%
8.9	Falta de coordinación institucional	1%
8.10	El río no nace en su jurisdicción	1%
8.11	No hay denuncias al respecto	1%
Total		100%

Fuente: Investigación de campo

**Pregunta 9.**

¿Quién cree usted que sea la entidad encargada de resolver el problema?

No.	Respuesta	%
9.1	Todas	49%
9.2	Salud pública	15%
9.3	Municipalidad	14%
9.4	Municipalidad + Salud Pública + todos los sectores	10%
9.5	Instituciones en general + población	8%
9.6	Conama	2%
9.7	Gobernación Departamental	1%
9.8	Ministerio de Agricultura	1%
Total		100%

Fuente: Investigación de campo

**Pregunta 10.**

¿Cual cree usted que es la principal limitante para poder implementar programas para reducir la contaminación del agua de los ríos?

No.	Respuesta	%
10.1	Falta de voluntad política	32%
10.2	Falta de recursos	24%
10.3	Falta de educación	21%
10.4	Falta de reglamentos y/o leyes	9%
10.5	Falta de aplicación de las leyes vigentes	8%
10.6	Todas	4%
10.7	Falta de voluntad de todos los sectores	2%
Total		100%

Fuente: Investigación de campo

**Pregunta 11.**

¿Cree usted que el problema de la contaminación del agua de los ríos está relacionado con la falta de educación ambiental?

No.	Respuesta	%
11.1	Sí	100%
11.2	No	0%
11.3	No sabe	0%
11.4	No contestó	0%
Total		100%

Fuente: Investigación de campo

**Pregunta 12.**

De ser afirmativa la respuesta. ¿A quién cree usted que principalmente debe ir dirigida esa educación?

No.	Respuesta	%
12.1	A todos	78%
12.2	Adultos	8%
12.3	Jóvenes	7%
12.4	Niños	7%
Total		100%

Fuente: Investigación de campo

**Pregunta 13.**

¿Que medio recomienda usted para educar a la población con respecto al problema de la contaminación del agua de los ríos?

No.	Respuesta	%
13.1	Todos	42%
13.2	Escuela	23%
13.3	Radio	15%
13.4	Iglesia	7%
13.5	Televisión	6%
13.6	Medio escrito	5%
13.7	En forma directa a través de autoridades	2%
Total		100%

Fuente: Investigación de campo



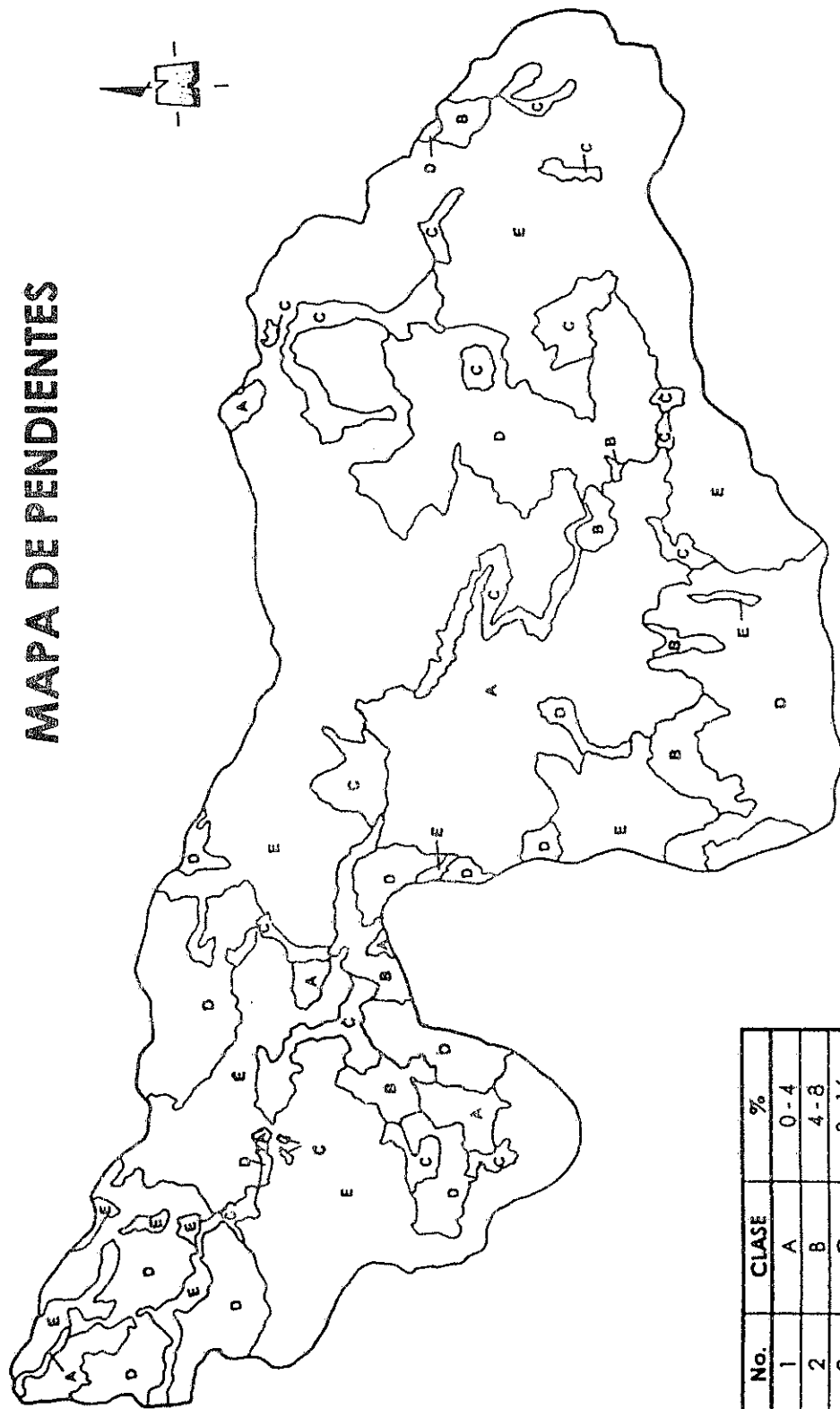
**Pregunta 14.**  
**Señale algunas iniciativas que a sus juicio pueden contribuir a contrarrestar la contaminación del agua de los ríos**

A nivel Institucional:	Proyectos Específicos:
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificación de zonas de alto riesgo (botaderos, verederos, áreas deforestadas)</li> <li>▪ Definición de involucrados y capacidad de coordinación institucional</li> <li>▪ Elaboración de proyectos específicos para atacar cada problema</li> <li>▪ Gestión financiera y desarrollo de proyectos</li> <li>▪ Organizar comités ambientales en las comunidades</li> <li>▪ Promover autogestión en comités locales</li> <li>▪ Que las organizaciones ambientalistas cumplan con su verdadero rol.</li> <li>▪ Realizar planes ambientales a largo plazo</li> <li>▪ Realizar evaluaciones de impacto ambiental</li> <li>▪ Aplicación de las leyes vigentes y sancionar a los transgresores.</li> </ul>	<p><b>1. Educación ambiental:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Promover programas de educación ambiental a nivel global</li> <li>▪ Dar a conocer el valor ecológico de los cuerpos de agua</li> <li>▪ Efectuar campañas de concientización (radio, TV, etc.)</li> <li>▪ Realizar programas educativos (Educación no formal)</li> <li>▪ Fortalecer programas educativos relacionados con el tema</li> <li>▪ Realización de seminarios y talleres sobre educación ambiental</li> <li>▪ Concientizar a las autoridades correspondientes respecto al problema de la contaminación de los ríos</li> <li>▪ Realizar campañas ambientales a nivel escolar</li> <li>▪ Formación de grupos juveniles ambientalistas</li> <li>▪ Capacitaciones sobre el uso y manejo adecuado de agroquímicos</li> <li>▪ Creación de foros impulsados y apoyados por las gremiales exportadoras de productos agropecuarios y distribuidores de agroquímicos.</li> <li>▪ Concientizar a la población sobre la importancia real del agua</li> <li>▪ Concientizar a la población sobre la gravedad del problema</li> <li>▪ Elaboración y ejecución de proyectos de conservación de suelos.</li> </ul> <p><b>2. Reforestación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implementar proyectos de reforestación en las microcuencas que abastecen al río Salamá, para maximizar el caudal de los ríos tributarios.</li> <li>▪ Reforestar las partes altas de la cuenca de los ríos en general.</li> </ul> <p><b>3. Manejo de desechos sólidos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Creación de basureros municipales para que la gente no tire basura en los ríos</li> <li>▪ Manejo integrado de desechos sólidos a nivel urbano</li> <li>▪ Prohibir que se tiren desechos sólidos al río</li> <li>▪ Realizar reciclaje de los desechos sólidos</li> <li>▪ Efectuar campañas de limpieza de desechos sólidos en las riberas de los ríos</li> </ul> <p><b>4. Proyectos para reducir niveles de contaminación del agua:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Que exista un 100% de fertilización en las comunidades</li> <li>▪ Construcción de plantas de tratamiento para aguas servidas</li> <li>▪ Construcción de lagunas de oxidación</li> <li>▪ Construcción de labaderos municipales</li> </ul>

Fuente: Investigación de campo



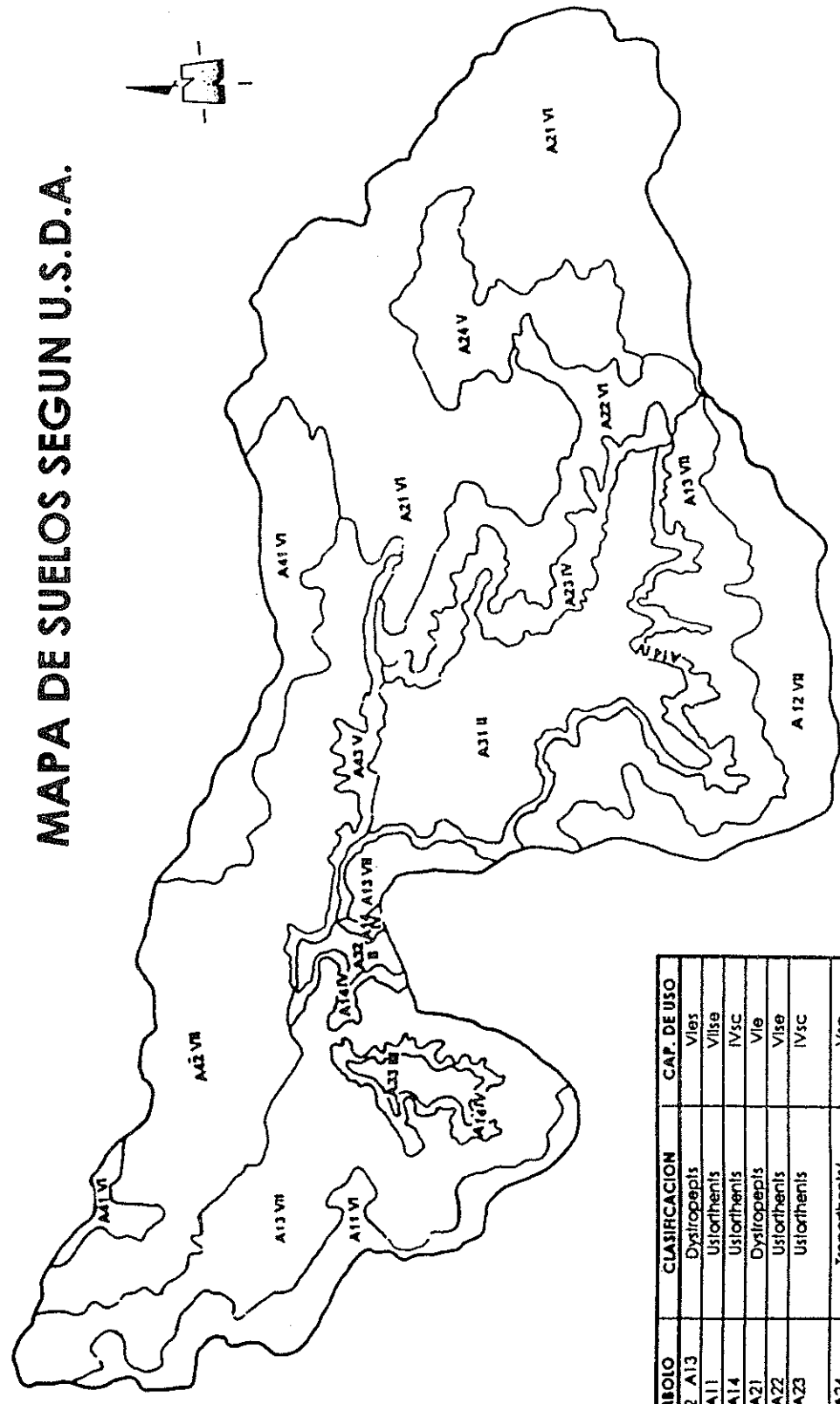
# MAPA DE PENDIENTES



No.	CLASE	%
1	A	0-4
2	B	4-8
3	C	8-16
4	D	16-32
5	E	32

Figura 2 A.  
Escala 1: 50,000

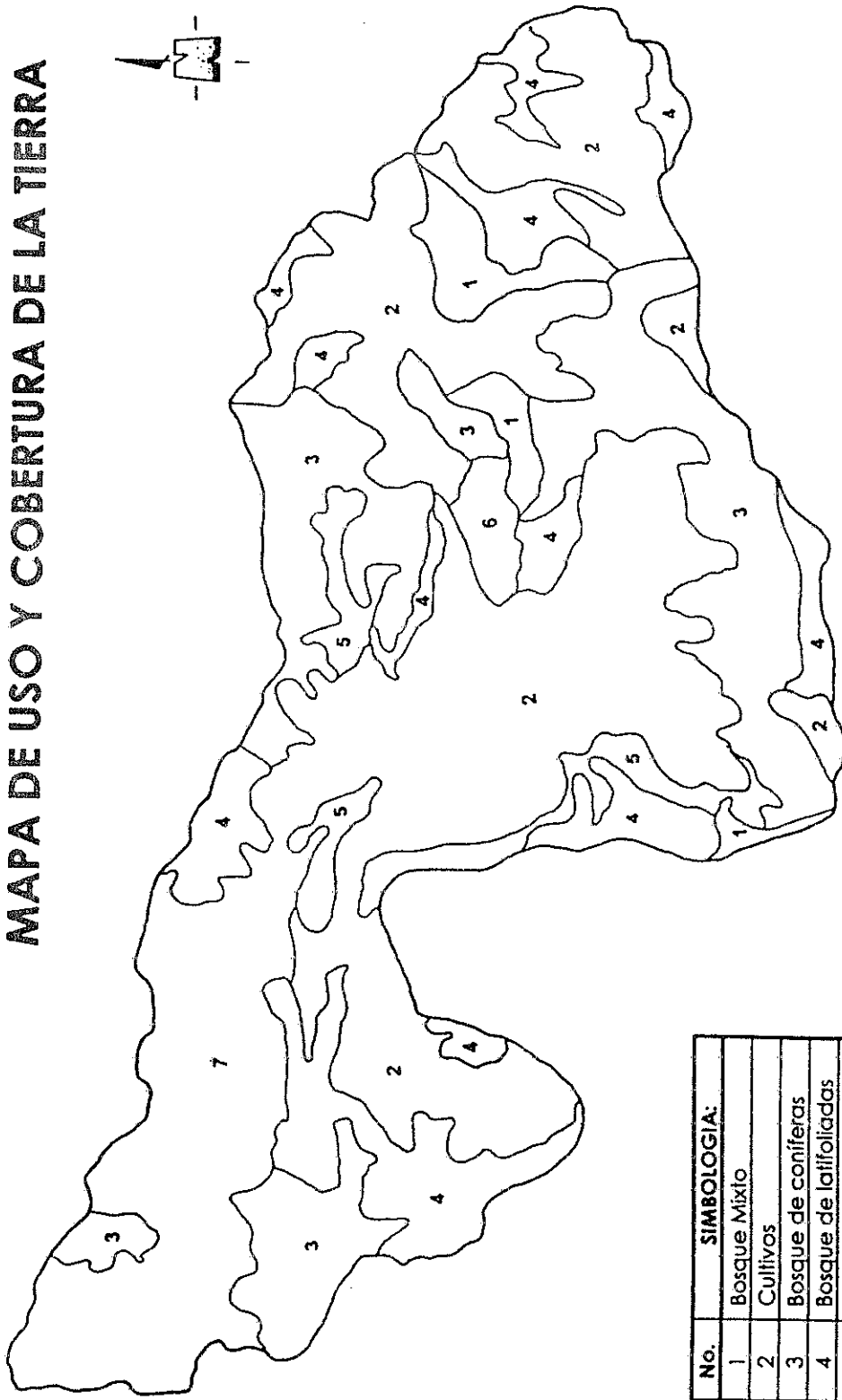
# MAPA DE SUELOS SEGUN U.S.D.A.



SIMBOLO	CLASIFICACION	CAP. DE USO
A12 A13	Dystrupepis	Vib3
A11	Ustorthenis	Vlse
A14	Ustorthenis	IVSc
A21	Dystrupepis	Vle
A22	Ustorthenis	Vlse
A23	Ustorthenis	IVSc
A24	Troporthenis/ hapustalfs	VSc
A31 A32	Ustorthenis/ pelustelis	IlC3
A33	Ustorthenis	IlC
A41	Dystrupepis	Vlse
A42	Ustorthenis	Vlsc
A43	Ustorthenis	Vc3

Figura 3 A.  
Escala 1 : 50,000

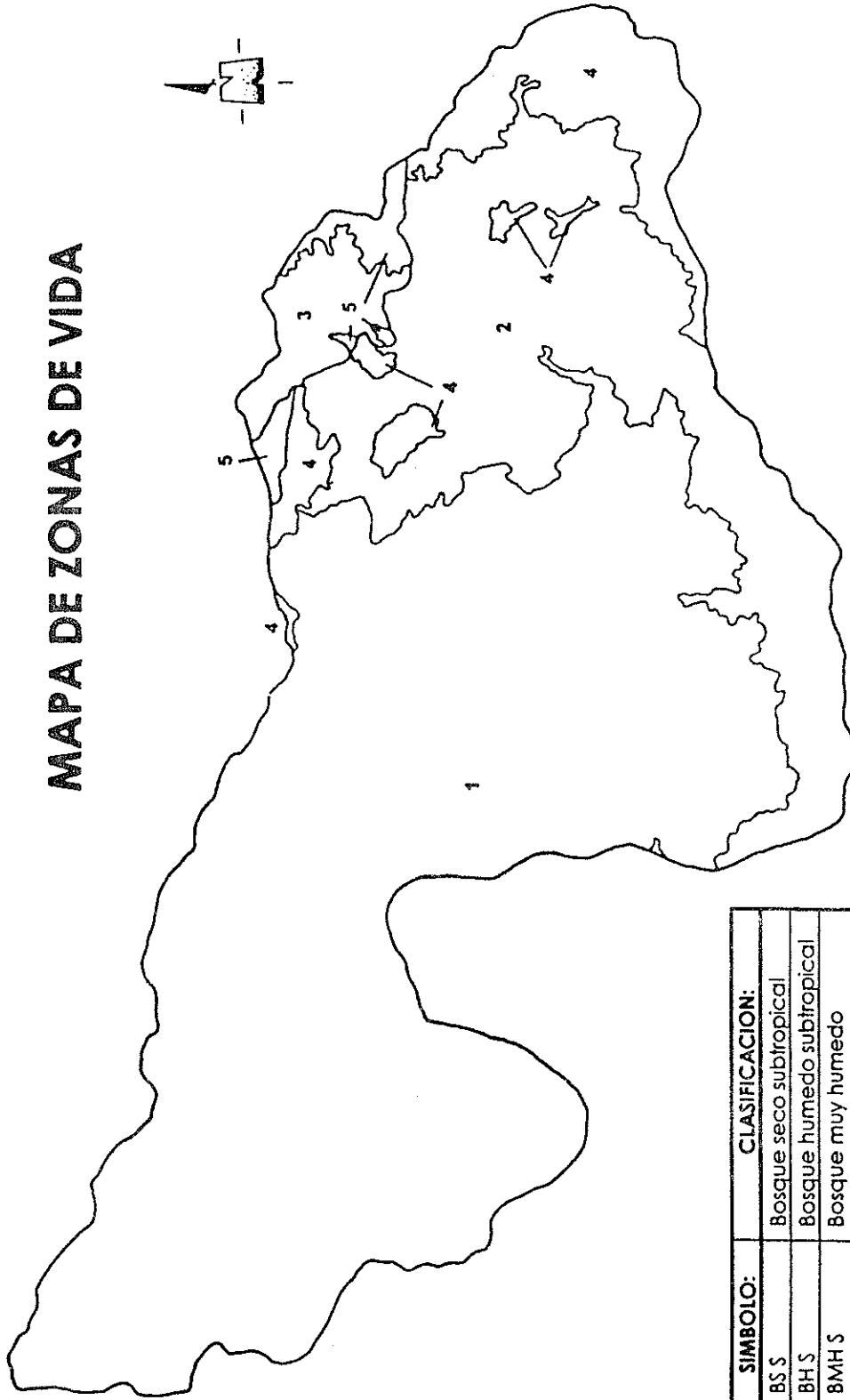
# MAPA DE USO Y COBERTURA DE LA TIERRA



No.	SIMBOLOGIA:
1	Bosque Mixto
2	Cultivos
3	Bosque de coníferas
4	Bosque de latifoliadas
5	Arbustos
6	Arbustos-cultivos
7	Pasizales-arbustos

Figura 4 A.  
Escala 1: 50,000

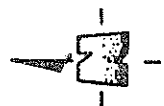
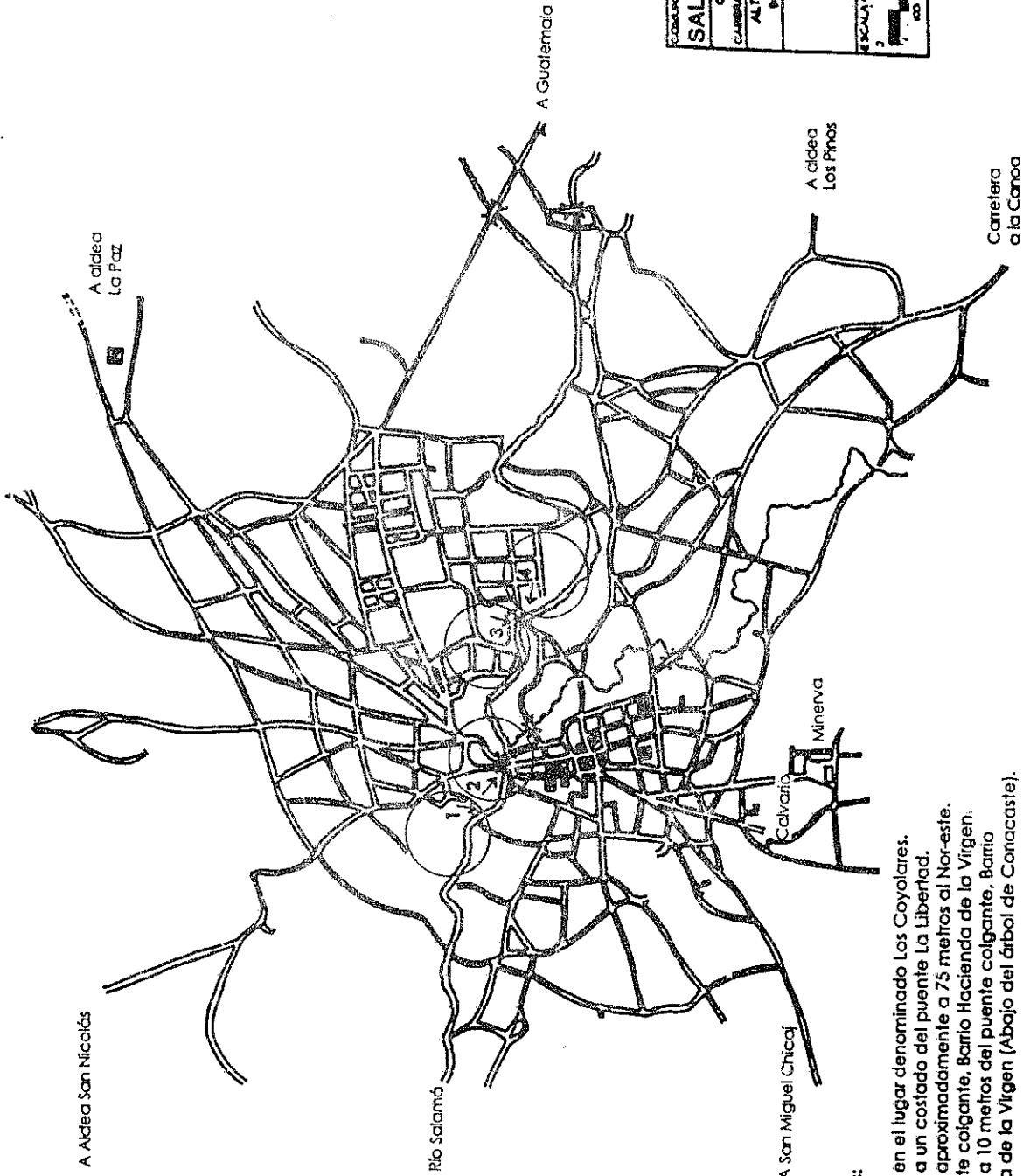
# MAPA DE ZONAS DE VIDA



No.	SIMBOLO:	CLASIFICACION:
1	BS S	Bosque seco subtropical
2	BH S	Bosque húmedo subtropical
3	BMH S	Bosque muy húmedo subtropical
4	BHMB S	Bosque húmedo montano bajo subtropical
5	BMHMB S	Bosque muy húmedo montano bajo subtropical

Figura 5 A.  
Escala 1 : 50,000

# MAPA DE LOCALIZACION DE LOS PRINCIPALES BASUREROS ENCONTRADOS EN LAS RIBERAS DEL CAUCE PRINCIPAL DEL RIO, EN LA CIUDAD DE SALAMA.



COMUNIDAD	MUNICIPIO DEPARTAMENTO
SALAMA	BAJA VERAPAZ
CATEGORIA	POBLACION
CABEZA DEPARTAMENTAL	25.111 HABITANTES
ALTURA (8 M N)	EDIFICIO PRESIDENCIAL
842.49 METROS	CATEDRAL
	VENTO DOMINANTE
	N

ESCALA GRÁFICA

### Referencias:

1. Ubicado en el lugar denominado Los Coyolares.
2. Ubicado a un costado del puente La Libertad.
3. Ubicado aproximadamente a 75 metros al Nor-este del puente colgante, Barrio Hacienda de la Virgen.
4. Ubicado a 10 metros del puente colgante, Barrio Hacienda de la Virgen (Abajo del árbol de Conacaste).

Figura 6 A.

**TRANSECTO**

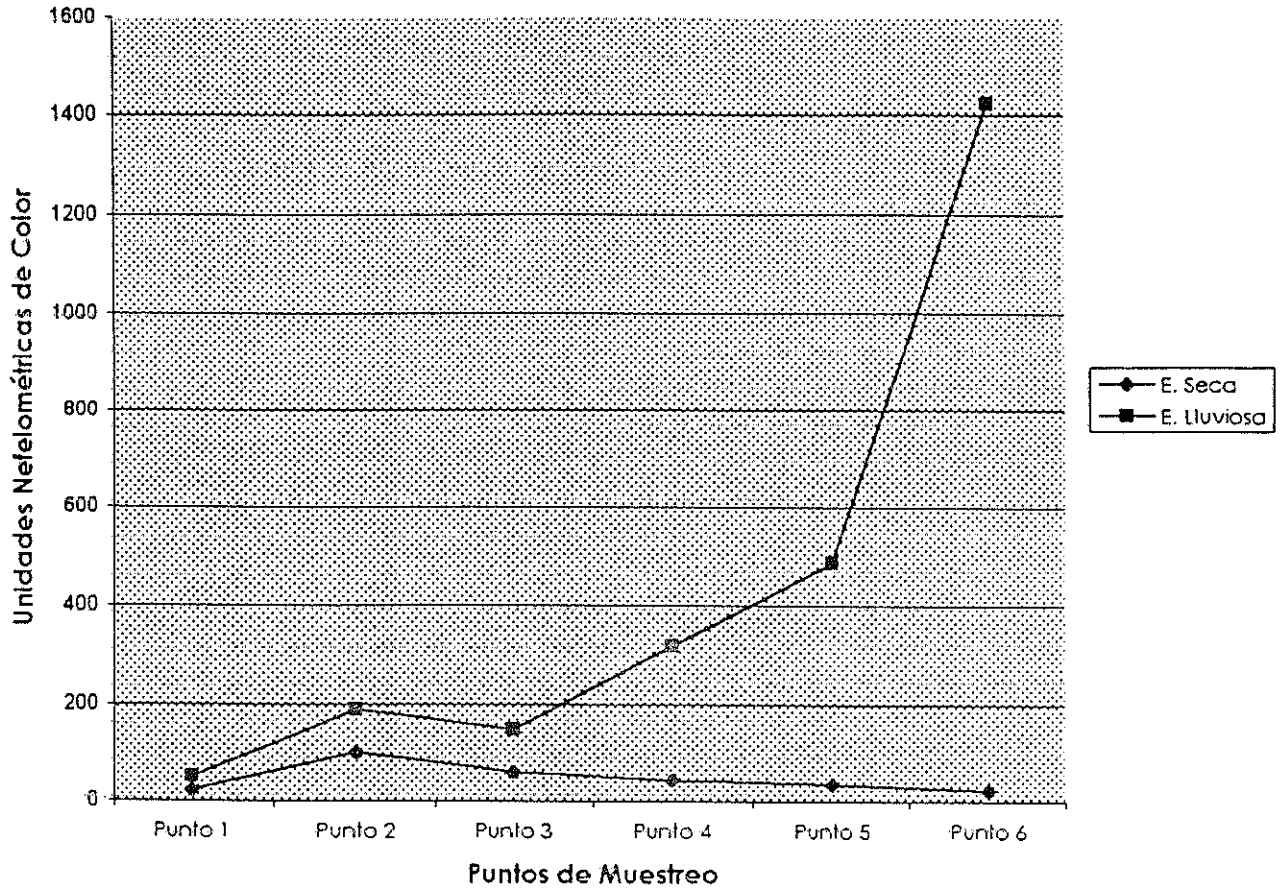


<p><b>Punto 1, aldea Niño Perdido, río Las Flautas.</b> Altitud: 1447 m.s.n.m.</p> <p><b>Características:</b> Existe contaminación bacteriológica y en menor proporción física.</p> <p><b>Fauna Acuática:</b> Pupo, pepezca y cangrejos, etc.</p> <p><b>Fauna Silvestre:</b> Culebras, ranas, sapos, ardilla, mapache, armado, tepescuintle, conejos, pájaros, lechuzas, mapaches, zorrillos, etc.</p> <p><b>Cultivos:</b> Frijol, tomate, maíz, brócoli, guisquil, hellechos, papa, café, etc.</p> <p><b>Arboles:</b> Liquidambar, pino, ciprés, encino, manzana, rosa, guayaba, garmuso, etc.</p>	<p><b>Punto 2, Caserío las Astras, río San Jerónimo.</b> Altitud: 1045 m.s.n.m.</p> <p><b>Características:</b> Abundante contaminación bacteriológica y en menor proporción contaminación física.</p> <p><b>Fauna Acuática:</b> Pepezca, cangrejo, tepemechin y mojarras, etc.</p> <p><b>Fauna Silvestre:</b> Culebra, rana, sapo, ardilla, mapache, armado, tepescuintle, conejo, pájaro, zorrillo, lechuza, etc.</p> <p><b>Cultivos:</b> Maíz, frijol, chile, tomate, pepino, etc.</p> <p><b>Arboles:</b> Pino, encino, ciprés, manzana rosa, etc.</p>	<p><b>Punto 3, Aldea Los Jocotes, río San Jerónimo.</b> Altitud: 960 m.s.n.m.</p> <p><b>Características:</b> Abundante contaminación bacteriológica y en menor proporción contaminación física.</p> <p><b>Fauna Acuática:</b> Tilapia, pepezca, mojarra, jullín, etc.</p> <p><b>Fauna Silvestre:</b> Serpiente, rana, sapo, lagartija, iguana, sope, armado, gato de monte, conejo, pájaros, etc.</p> <p><b>Cultivos:</b> Maíz, frijol, tomate, pepino, chile, etc.</p> <p><b>Arboles:</b> Conacaste, mango, sauce, bambú, matfisguate, amate, etc.</p>	<p><b>Punto 4, Las Cataratas, río Salamá.</b> Altitud: 953 m.s.n.m.</p> <p><b>Características:</b> Abundante contaminación bacteriológica y en menor proporción contaminación física.</p> <p><b>Fauna Acuática:</b> Tilapia, pepezca, mojarra, jullín, etc.</p> <p><b>Fauna Silvestre:</b> Serpientes, rana, sapo, acuazín, lagartija, sope, armado, gato de monte, conejo, pájaros, etc.</p> <p><b>Arboles:</b> Amate, mango, sauce, etc.</p>	<p><b>Punto 5, Agua Caliente, río Salamá.</b> Altitud: 935 m.s.n.m.</p> <p><b>Características:</b> Abundante contaminación bacteriológica y en menor proporción contaminación física.</p> <p><b>Fauna acuática:</b> Tilapia, pepezca, mojarra, jullín, etc.</p> <p><b>Fauna Silvestre:</b> Serpientes, rana, tacuazín, sapo, lagartija, sope, gato de monte, etc.</p> <p><b>Arboles:</b> Amate, mango, sauce, etc.</p>	<p><b>Punto 6, Aldea Tempisque, río Salamá.</b> Altitud: 868 m.s.n.m.</p> <p><b>Características:</b> Abundante contaminación bacteriológica y en menor proporción contaminación física.</p> <p><b>Fauna Acuática:</b> Mojarra, pepezca, jullín, pupo, cangrejo, etc.</p> <p><b>Fauna Silvestre:</b> Rana, sapo, serpientes, pájaros, sope, comadreja, gato de monte, coyote, etc.</p> <p><b>Cultivos:</b> Frijol, maíz, manía, tomate, chile, etc.</p> <p><b>Arboles:</b> Amate, mango, conacaste, etc.</p>
---	--	---	--	--	---

Figura 7 A.

Fuente: investigación de campo





Punto 1. Aldea Niño Perdido, río Las Flautas -Parte alta de los ríos-  
Altitud: 1447 m.s.n.m.

Punto 2. Caserío Las Astras -Entrada río San Jerónimo-  
Altitud: 1045 m.s.n.m.

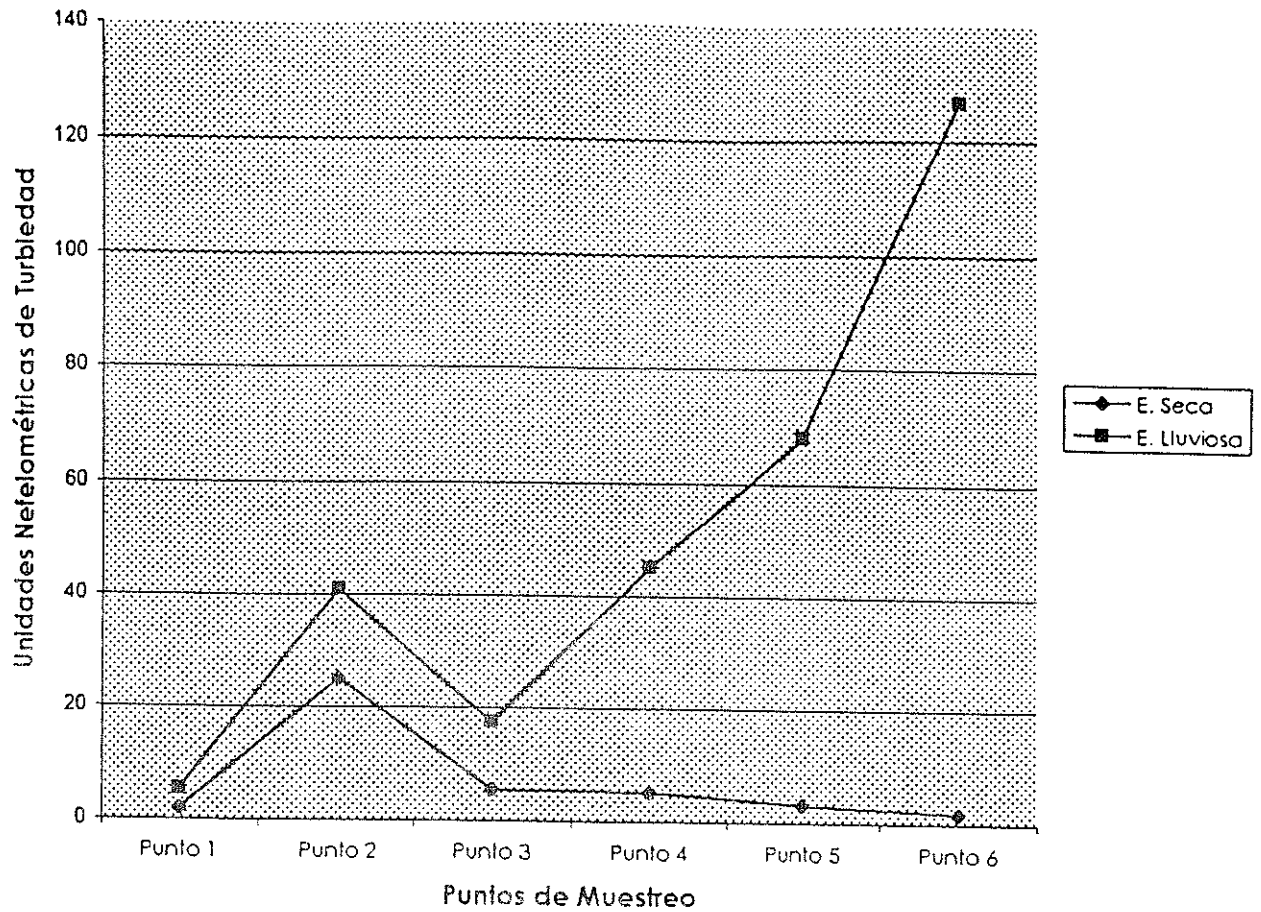
Punto 3. Aldea Los Jocotes.-Salida San Jerónimo-  
Altitud: 960 m.s.n.m.

Punto 4. Las cataratas -Unión del río San Jerónimo, río La Estancia  
y Canal de la Unidad de Riego San Jerónimo-  
Altitud: 953 m.s.n.m.

Punto 5. Agua Caliente -Salida ciudad de Salamá-  
Altitud: 935 m.s.n.m.

Punto 6. Aldea El Tempisque, Unión de los ríos Salamá y Cachil -Parte  
baja de los ríos- Altitud: 868 m.s.n.m.

Figura 8 A. Comportamiento espacio-temporal del parámetro color.



Punto 1. Aldea Niño Perdido, río Las Flautas -Parte alta de los ríos-  
Altitud: 1447 m.s.n.m.

Punto 2. Caserío Las Astras -Entrada río San Jerónimo-  
Altitud: 1045 m.s.n.m.

Punto 3. Aldea Los Jocotes.-Salida San Jerónimo-  
Altitud: 960 m.s.n.m.

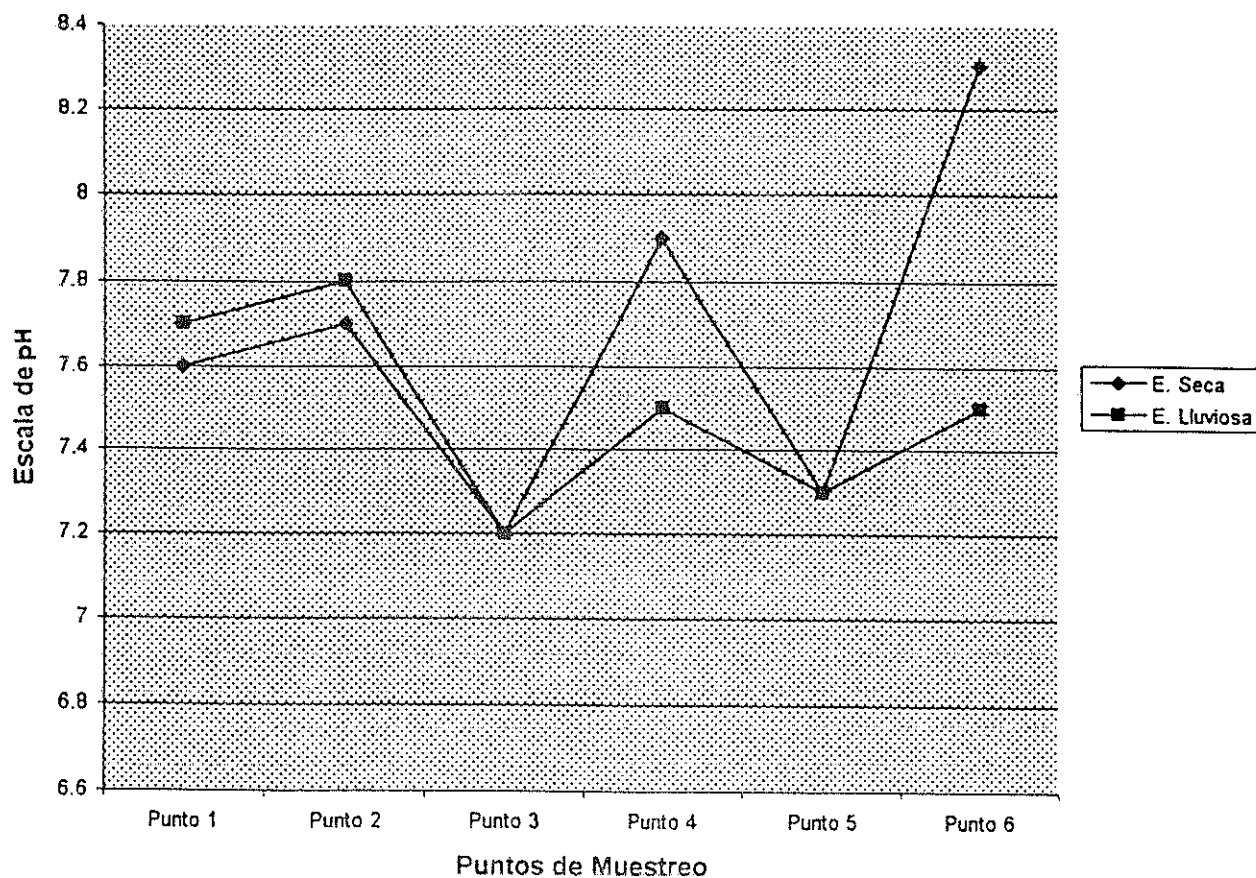
Punto 4. Las cataratas -Unión del río San Jerónimo, río La Estancia  
y Canal de la Unidad de Riego San Jerónimo-  
Altitud: 953 m.s.n.m.

Punto 5. Agua Caliente -Salida ciudad de Salamá-  
Altitud: 935 m.s.n.m.

Punto 6. Aldea El Tempisque, Unión de los ríos Salamá y Cachil -Parte  
baja de los ríos- Altitud: 868 m.s.n.m.

Figura 9 A. Comportamiento espacio-temporal del parámetro turbiedad.

## POTENCIAL DE HIDROGENO



Punto 1. Aldea Niño Perdido, río Las Flautas -Parte alta de los ríos-  
Altitud: 1447 m.s.n.m.

Punto 2. Caserío Las Astras -Entrada río San Jerónimo-  
Altitud: 1045 m.s.n.m.

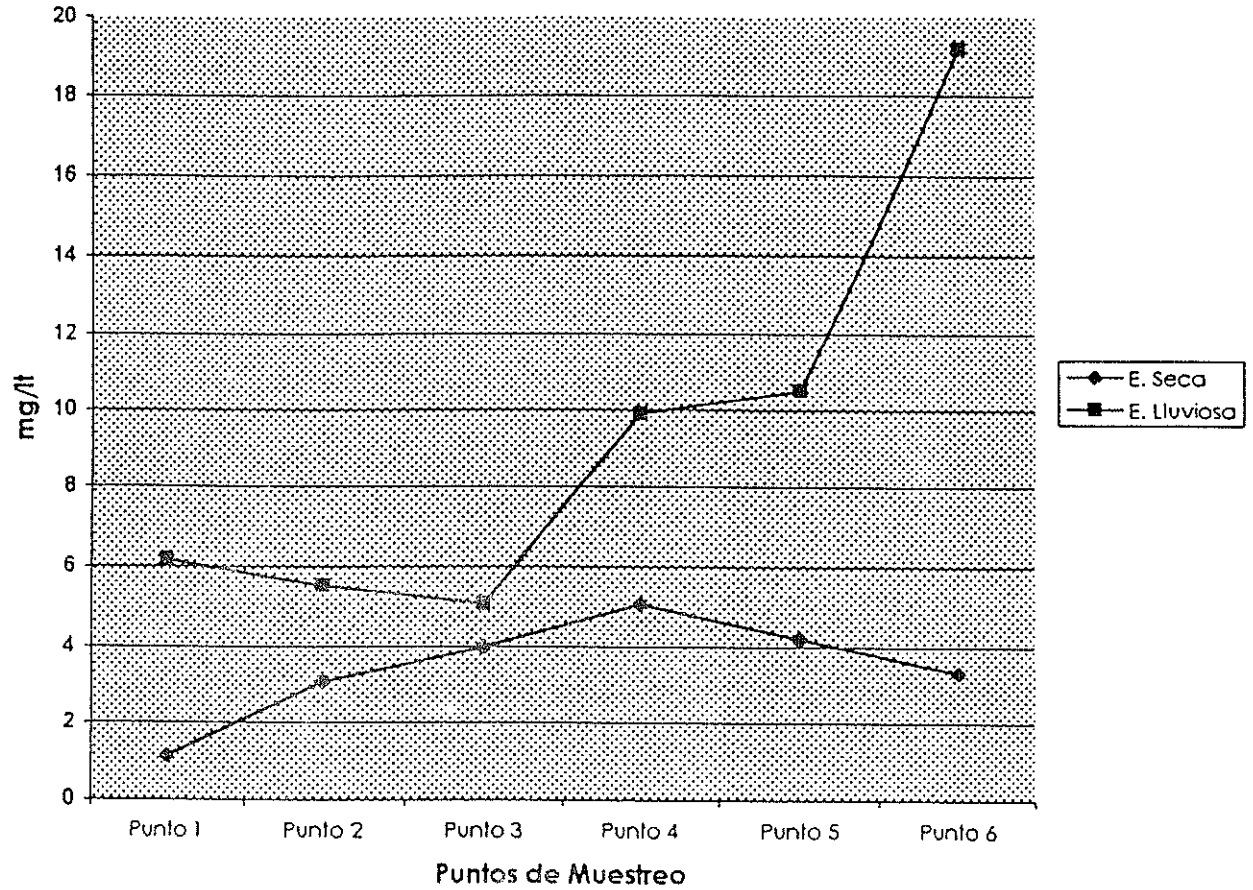
Punto 3. Aldea Los Jocotes.-Salida San Jerónimo-  
Altitud: 960 m.s.n.m.

Punto 4. Las cataratas -Unión del río San Jerónimo, río La Estancia  
y Canal de la Unidad de Riego San Jerónimo-  
Altitud: 953 m.s.n.m.

Punto 5. Agua Caliente -Salida ciudad de Salamá-  
Altitud: 935 m.s.n.m.

Punto 6. Aldea El Tempisque, Unión de los ríos Salamá y Cachil -Parte  
baja de los ríos- Altitud: 868 m.s.n.m.

Figura 10 A. Comportamiento espacio-temporal del parámetro potencial de hidrógeno.



Punto 1. Aldea Niño Perdido, río Las Flautas -Parte alta de los ríos-  
Altitud: 1447 m.s.n.m.

Punto 2. Caserío Las Astras -Entrada río San Jerónimo-  
Altitud: 1045 m.s.n.m.

Punto 3. Aldea Los Jocotes.-Salida San Jerónimo-  
Altitud: 960 m.s.n.m.

Punto 4. Las cataratas -Unión del río San Jerónimo, río La Estancia  
y Canal de la Unidad de Riego San Jerónimo-  
Altitud: 953 m.s.n.m.

Punto 5. Agua Caliente -Salida ciudad de Salamá-  
Altitud: 935 m.s.n.m.

Punto 6. Aldea El Tempisque, Unión de los ríos Salamá y Cachil -Parte  
baja de los ríos- Altitud: 868 m.s.n.m.

Figura 11 A. Comportamiento espacio-temporal del parámetro nitratos.

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

**PROYECTO DE TESIS: ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA DE LOS RÍOS SALAMA Y SAN JERONIMO, EN EL DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ.**

**BOLETA DE OPINIÓN SOBRE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA DE LOS RÍOS SALAMA Y SAN JERONIMO**

Boleta No. \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_

Función social: \_\_\_\_\_ Institución: \_\_\_\_\_

**1. ¿Cree usted que existe contaminación en el agua los ríos Salamá y San Jerónimo?**

- 1.1 Si                       1.2 No   
1.3 No sabe                       1.4 No contestó

**2. De ser afirmativa la respuesta. ¿Cual cree usted que es la principal evidencia de la contaminación del agua de los ríos?**

- 2.1 Cambios en la coloración del agua   
2.2 Desaparición de la fauna (peces, cangrejos, etc.)   
2.3 Presencia de desechos Sólidos (basura)   
2.4 Demasiada espuma en el agua   
2.5 Otra: \_\_\_\_\_

**3. ¿Cual cree usted que es la principal causa de la contaminación del agua de los ríos?**

- 3.1 Uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura   
3.2 Deforestación   
3.3 Drenajes   
3.4 Lavado de ropa   
3.5 Otra: \_\_\_\_\_

**4. ¿Cual cree usted que es el sector de la población que se ve más afectado por la contaminación del agua de los ríos?**

- 4.1 Agricultores   
4.2 Personas que la consumen   
4.3 Pescadores   
4.4 Pobladores urbanos   
4.5 Otro: \_\_\_\_\_

**5. ¿Cual cree usted que es la actividad que se ve más afectada por la contaminación del agua de los ríos?**

5.1 Agricultura

5.2 Ganadería

5.3 Recreación

5.4 Pesca

5.5 Otra: \_\_\_\_\_

**6. ¿Conoce usted de alguna acción tendiente a contrarrestar dicha contaminación?**

6.1 Eventos de capacitación

6.2 Anuncios

6.3 Giras de campo

6.4 Alguna disposición legal

6.5 Tratamiento de aguas servidas

6.6 Reforestación

6.7 Ninguna

6.8 Otra: \_\_\_\_\_

**7. ¿Cree usted que la contaminación del agua de los ríos sea un problema ?**

7.1 Si

7.2 No

7.3 No sabe

7.4 No contestó

**8. De ser afirmativa la respuesta ¿Porque cree que a nivel institucional no se le ha prestado atención a este problema?**

8.1 Hay problemas más importantes que resolver

8.2 Falta de recursos

8.3 No les interesa

8.4 Desconocimiento del mismo

8.5 Otra: \_\_\_\_\_

**9. ¿Quien cree usted que sea la entidad encargada de resolver el problema?**

9.1 Municipalidad

9.2 Salud Pública

9.3 Gobernación

9.4 Conama

9.5 Ministerio de Agricultura

9.6 Organizaciones No Gubernamentales

9.7 Todas

9.8 Otra: \_\_\_\_\_

10. ¿Cual cree usted que es la principal limitante para poder implementar programas para reducir la contaminación del agua de los ríos?

- 10.1 Falta de recursos
- 10.2 Falta de reglamentos y/o leyes
- 10.3 Falta de voluntad política
- 10.4 Falta de educación
- 10.5 Todas

10.6 Otra: \_\_\_\_\_

11. ¿Cree usted que el problema de la contaminación del agua de los ríos está relacionado con la falta de educación ambiental?

- 11.1 Si
- 11.2 No
- 11.3 No sabe
- 11.4 No contestó

12. De ser afirmativa la respuesta, ¿A quién cree usted que principalmente debe ir dirigida esa educación?

- 12.1 Adultos
- 12.2 Jóvenes
- 12.3 Niños
- 12.4 Todos
- 12.5 No sabe

13. ¿Que medio recomienda usted para educar a la población con respecto al problema de la contaminación del agua de los ríos?

- 13.1 Escuela
- 13.2 Iglesia
- 13.3 Televisión
- 13.4 Medio escrito
- 13.5 Radio
- 13.6 Todos

13.7 Otro: \_\_\_\_\_

14. Señale algunas iniciativas que a su juicio pueden contribuir a contrarrestar la contaminación del agua de los ríos?

- 14.1 \_\_\_\_\_
- 14.2 \_\_\_\_\_
- 14.3 \_\_\_\_\_
- 14.4 \_\_\_\_\_
- 14.5 \_\_\_\_\_
- 14.6 \_\_\_\_\_

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



Ref. Sem.028-99

FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS NIVELES DE CONTAMINACION DEL AGUA DE LOS RIOS SALAMA Y SAN JERONIMO, EN EL DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: GUSTAVO ADOLFO REYES VALDES

CARNET NO.: 9014407

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edwin Cano  
Ing. Agr. Aníbal Sacbajá.

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Silvel Elías  
A S E S O R

Lic. M. Sc. Carlos Quezada Jeréz  
A S E S O R

Ing. Agr. Fernando Rodríguez B.  
DIRECCION DEL IIA.



I M P R I M A S E

Ing. Agr. Rolando Lara Alecio  
D E C A N O



ccControl Académico  
Archivo  
FR/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C. A.  
TELEFONO 476-9794 § FAX (502) 476-9770  
E-mail: [lia@usac.edu.gt](mailto:lia@usac.edu.gt) § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>