

**ZAMORANO**  
**CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONOMICO Y AMBIENTE**

**Monitoreo de la calidad del agua en cuatro  
municipalidades de la cuenca del río Humuya y  
extensión del plan de acción para la microcuenca El  
Encanto, Honduras**


Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
Al título de Ingeniero Agrónomo en el grado  
Académico de Licenciatura.

Presentado por:

**Johann Carlos Espinosa Almario**

**Honduras: Diciembre, 2001**

El autor a Zamorano permiso  
Para reproducir copias de este  
Trabajo para fines educativos. Para otras personas  
Físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.



---

Johany Carlos Espinosa Almario

**Zamorano, Honduras**  
**Diciembre, 2001**

## DEDICATORIA

A mi padre Dios por haberme mostrado el camino para cumplir mis metas.

A mis padres, Gabriel y Sixta por su apoyo y comprensión.

A mis hermanos Franc y Jeimy.

A mi familia.

A Colombia y Honduras.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

A Juan Pablo Figueroa por su ayuda y consejos.

Al ingeniero Luis Caballero y Marco Granadino, por sus sabios consejos necesarios para concluir este proyecto.

A Michael Donald por su apoyo y guía en la elaboración de este proyecto.

A Ramón Mencía, Juan, Ramón Fernández, Rene Acosta, Jeff Haga por su cooperación y amistad, sin ellos este trabajo no hubiera sido posible.

A Jhon Croft, Bruce Bayle, Karen Bennett, por sus consejos, apoyo y guía en la realización del taller.

A David Vásquez por su amistad y ayuda en la interpretación del análisis estadístico de este proyecto.

A mis colegas y amigos Francisco Escobedo, Miguel Angel Londoño, Marcelo Castillo, Matilde Luna, Luis Fernando Asturias, David Arimany, Emerson Morales, Alfredo Martínez, Carlos Ludeña y Luis López, por su apoyo, los buenos y malos momentos compartidos.

A todas las personas del residencial Rubén Darío por acogerme en su recintos estos cuatro años y hacer de este un hogar lejos de casa.

A Ricardo Rivera, Lamarc Echeverry y Sadoc Aguilar por su amistad y colaboración.

A todas las personas que no se menciona pero que fueron indispensables para concluir este proyecto.

A mi alma mater.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

Agradezco al Proyecto de Reconstrucción de la Cuenca del Río Humuya de USDA, Universidad de Cornell y Zamorano por el financiamiento brindado para continuar mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Agradezco al señor Humberto Builes por contribuir financieramente para la realización de mis estudios en el Programa de Agrónomo.

## RESUMEN

Espinosa, Johann 2001. Monitoreo de la calidad del agua en cuatro municipalidades de la cuenca del río Humuya y extensión del plan de acción para la microcuenca El Encanto, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras, 50 p

Los efectos ambientales causados por el Huracán Mitch en Honduras han sido poco cuantificados hasta la fecha. Se estima que uno de los aspectos mayormente afectados fue la calidad del agua. Este estudio trató de identificar los impactos antropogénicos y ambientales en la calidad del agua de seis microcuencas en el departamento de Comayagua, para contribuir a un mejor manejo de los recursos naturales. Los sitios fueron seleccionados según la ubicación de las fuentes de agua y los puntos de contaminación identificados durante los talleres de mapeo participativo. Los análisis para determinar la presencia de residuos de agroquímicos, coliformes totales y fecales fueron hechos en el laboratorio de CESSCO; el oxígeno disuelto, temperatura, pH, turbidez, dureza, nitrato y ortofosfatos, hechos en el sitio de muestreo utilizando el equipo La Motte<sup>®</sup>, se muestreó mensualmente en la época seca de marzo a junio y en la lluviosa de julio a septiembre. El análisis estadístico de la calidad del agua se hizo sólo en la microcuenca El Encanto y se identificaron las posibles causas de contaminación a través de un taller de mapeo participativo. El diseño estadístico fue completamente al azar y para el análisis de los datos se utilizó un análisis de varianza y separación de medias. Los resultados obtenidos del análisis estadístico no muestran diferencias significativas ( $P \leq 0.25$ ) para coliformes ni para el resto de parámetros analizados entre sitio y entre épocas ( $P \leq 0.05$ ), con excepción de una llave domiciliaria en la comunidad de El Encanto donde hubo diferencia entre épocas para coliformes totales y fecales. Lo anterior posiblemente se debe a averías en la tubería que permite el contacto con aguas contaminadas durante su conducción. En todos los sitios las fuentes de contaminación encontradas fueron de origen orgánico. Se puede concluir que el agua no es apta para consumo humano por los niveles altos de coliformes totales y fecales, ya que sobrepasan la norma técnica de calidad del agua, por lo que es necesario clorarla para que sea consumida sin riesgo para la salud humana.

**Palabras Claves:** Comunidad, conservación, contaminación, microcuenca, participación, recursos naturales, transferencia de conocimientos,



Dr. Abelino Pitty

**NOTA DE PRENSA****MUNICIPIOS AFECTADOS POR EL HURACAN MITCH CONSUMEN AGUA CONTAMINADA CON COLIFORMES**

El Huracán Mitch ocasiono grandes pérdidas humanas y materiales en los municipios de La Libertad, San Jerónimo, Ojos de agua y Las Lajas, departamento de Comayagua, por lo que muchas instituciones como la fundación BANHCAFE, Zamorano, la Universidad de Cornell y el Departamento de Agricultura de lo Estados Unidos (USDA); destinaron gran parte de sus recursos a la rehabilitación de esta zona, ejecutando el Proyecto de Rehabilitación y Manejo en la Cuenca del Río Humuya.

Con el fin de reforzar y dar continuidad al proyecto, se realizó mensualmente un monitoreo de calidad de agua para consumo humano, en seis microcuencas de estos municipios durante los meses de marzo a septiembre del 2001, En dicho estudio se realizó un análisis bacteriológico (coliformes totales y fecales), análisis físico (turbidez, temperatura) y análisis químico (nitratos, ortofosfatos, dureza, pH, oxígeno disuelto). Con los resultados obtenidos se pudo determinar que el agua utilizada por estas comunidades no es apta para consumo, por tener altos niveles de turbidez, coliformes totales y fecales, que sobrepasaron la norma técnica recomendada para agua de uso doméstico.

Por todo lo anterior, se concluye y se recomienda que el agua tenga un proceso de desinfección eficiente antes de ser consumida por la población. Así mismo, es necesario la implementación de técnicas de conservación y protección de suelos para evitar altos niveles de sólidos suspendidos (turbidez).



Licda. Sobeyda Alvarez

## CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Índice de cuadros.....	xii
	Índice de figuras.....	xiii
	Índice de anexos.....	xv
<b>1</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1	ANTECEDENTES.....	1
1.2	JUSTIFICACION.....	1
1.3	LIMITES DEL ESTUDIO.....	2
1.4	OBJETIVOS.....	2
1.4.1	OBJETIVO GENERAL.....	2
1.4.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	
<b>2</b>	<b>REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1	CONCEPTOS ACTUALES DEL MANEJO DE CUENCAS.....	3
2.1.1	La crisis del agua.....	3
2.1.2	El ciclo hidrológico.....	4
2.1.3	Concepto de cuenca hidrográfica.....	4
2.1.3.1	Evolución del concepto de cuencas hidrográficas.....	5
2.1.3.2	Clasificación de las cuencas hidrográficas.....	5
2.1.3.3	La cuenca hidrográfica como sistema.....	5
2.2	TRANSFERENCIA Y ADOPCION DE CONOCIMIENTOS.....	6
2.2.1	Planificación de cuencas hidrográficas.....	6
2.2.1.1	Que es un plan de cuencas hidrográficas.....	6
2.2.1.2	Tipos de planes de cuencas hidrográficas.....	6
2.2.2	Participación.....	8
2.2.3	Análisis de actores en la transferencia de conocimientos.....	8
2.2.3.1	Nivel de organizaciones.....	8
2.2.3.2	Nivel de los actores y ejecutores.....	9
2.3	AGUA, CONTAMINACION Y MANEJO.....	9

2.3.1	Contaminación.....	9
2.3.1.1	Tipos de contaminación.....	9
2.3.1.2	Fuentes de contaminación.....	10
2.3.2	Calidad del agua.....	10
2.3.2.1	Parámetros de calidad del agua.....	10
2.3.2.2	Monitoreo de calidad del agua.....	10
3	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	12
3.1	DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	12
3.1.1	Características geomorfológicas.....	12
3.1.1.1	Parámetros físicos.....	13
3.1.1.2	Descripción de la red de drenaje.....	13
3.2	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUEENCA EL ENCANTO.....	15
3.2.1	Lugares y criterios de muestreo.....	15
3.2.2	Frecuencia de muestreo.....	15
3.2.3	Parámetros a medir.....	16
3.2.4	Análisis estadístico.....	17
3.3	ANÁLISIS DE PROBLEMAS DE LA MICROCUEENCA EL ENCANTO.....	17
3.3.1	Pasos previos para la realización del taller.....	17
3.3.1.1	Sensibilización.....	17
3.3.1.2	Verificación.....	17
3.3.1.3	Invitación.....	17
3.3.1.4	Realización del taller.....	18
3.3.2	Desarrollo del taller.....	18
3.3.2.1	Día uno.....	18
3.3.2.2	Día dos.....	18
4	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	20
4.1	DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS DE LA MICROCUEENCA EL ENCANTO....	20
4.1.1	Parámetros físicos.....	20
4.1.1.1	Área de la cuenca.....	20
4.1.1.2	Perímetro.....	20
4.1.1.3	Forma de la cuenca.....	20
4.1.2	Descripción de la red de drenaje.....	20
4.1.2.1	Frecuencia de río.....	20
4.1.2.2	Densidad de drenaje.....	21
4.1.2.3	Pendiente del cauce principal.....	21
4.2	ANALISIS DEL MONITOREO DE AGUA DE LA MICROCUEENCA EL ENCANTO, COMAYAGUA HONDURAS.....	22
4.2.1	Coliformes totales (CT).....	22
4.2.2	Coliformes fecales (CF).....	23
4.2.3	Temperatura.....	24
4.2.4	Turbidez.....	25

4.2.5	Potencial de hidrógeno (pH).....	25
4.2.6	Dureza.....	26
4.2.7	Nitrato.....	27
4.2.8	Ortofosfato.....	28
4.2.9	Oxígeno disuelto (ppm).....	28
4.3	<b>ANÁLISIS DE PROBLEMAS DE LA MICROCUENCA EL ENCANTO COMAYAGUA HONDURAS.....</b>	<b>29</b>
4.3.1	Priorización de problemas.....	29
4.3.2	Análisis de actores involucrados.....	30
4.3.2.1	Lista de actores.....	30
4.3.2.2	Próximos pasos.....	31
5	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>34</b>
6	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>35</b>
7	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>36</b>
8	<b>ANEXOS.....</b>	<b>40</b>

## INDICE DE CUADROS

### Cuadro

1	Parámetros de calidad del agua.....	11
2	Ubicación y límites de la zona de estudio.....	12
3	Rango de coeficiente de Gravelius y su respectiva forma.....	13
4	Formulas de algunos parámetros geomorfológicos.....	14
5	Numero de datos existentes de cada parámetro de calidad de agua por sitio en cada época en la microcuenca El Encanto, Honduras, 2001.....	16
6	Resumen de las características geomorfológicas e hidrológicas de seis microcuencas de la cuenca del río Humuya, Honduras.....	21
7	Numero de votos para los principales problemas de la microcuenca El Encanto, Honduras.....	29
8	Matriz de importancia e influencia de los actores involucrados en el mejoramiento de la microcuenca El Encanto, Comayagua Honduras.....	31
9	Matriz de próximos paso a realizar en la microcuenca El Encanto, Comayagua Honduras.....	32

## INDICE DE FIGURAS

### Figura

1	Ciclo hidrológico.....	4
2	Clasificación por ordenes de la microcuenca.....	13
3	Promedio de precipitación mensual (1993-2000) del municipio de Ojos de Agua, Comayagua Honduras.....	15
4	Comparación del nivel medio de coliformes totales en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua Honduras.....	22
5	Comparación del nivel medio de coliformes fecales en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua Honduras.....	23
6	Comparación de la temperatura media del agua en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.....	24
7	Comparación del nivel medio de turbidez en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.....	25
8	Comparación del pH promedio en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.....	26
9	Comparación de la dureza promedio en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.....	27
10	Comparación del contenido medio de nitratos en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.....	27

11	Comparación del contenido medio de ortofosfatos en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.....	28
12	Niveles de oxígeno disuelto en cada sitio por mes para la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.....	29

## INDICE DE ANEXOS

### Anexos

1	Resultados de los parámetros de calidad de agua analizados en la microcuenca del río Salitoroso, municipio de La Libertad.....	41
2	Resultados de los parámetros de calidad de agua analizados en el municipio de Iajas, microcuenca del río Colorado.....	42
3	Resultados de los parámetros de calidad de agua analizados en el municipio de San Jerónimo, microcuenca Las Dantas (danta y delicias) y la microcuenca El Muerto ( Jacientillo, 5 comunidades y en el punto base o quebrada).....	43
4	Resultados de los parámetros de calidad de agua analizados en 13 sitios de la microcuenca El Encanto, municipio de Ojos de Agua.....	44
5	Comportamiento de los diferentes parámetros del agua en cuatro microcuencas de cuatro municipios de el departamento Comayagua Honduras.....	46
6	Ubicación de las microcuencas.....	52

## **1. INTRODUCCION**

Desde el punto de vista evolutivo, ecológico y fisiológico, el agua es esencial para todas las formas de vida, de esto se desprende que la necesidad de usar agua, apta para consumo, higiene personal y doméstica, la agricultura o la producción de energía es esencial para garantizar la salud y el bienestar del ser humano. Lo que hace necesario para su conservación llegar a las comunidades con fundamentos que se les pueda demostrar y enseñar sobre la importancia de cuidar las fuentes de agua.

Según Gunther (1996), la falta de registros de las características biofísicas y socioeconómicas de las principales cuencas hidrográficas del país, limita la determinación de los cambios ocurridos durante los noventa, como lo fue el impacto causado por el Huracán Mitch, siendo una muestra de que el avance del deterioro ha incrementado la problemática del manejo de los recursos naturales. Adicionalmente, el fenómeno del Niño ha alterado la disponibilidad de agua al incrementar la época seca y la presencia mas frecuente de lluvias torrenciales que vienen a ocasionar inundaciones.

Según el Manual preparado por la American Water Works Association (1968), la calidad de agua tomada de una fuente de superficie depende del carácter y área de la cuenca, de su geología y topografía, de la extensión y naturaleza del desarrollo realizado por el hombre, de la época del año y de las condiciones del tiempo.

### **1.1 ANTECEDENTES**

Debido al impacto del fenómeno meteorológico del Huracán Mitch en 1998 que ocasionó altas pérdidas humanas como materiales en los municipios de La Libertad, San Jerónimo, Ojos de agua y Las Lajas, en el departamento de Comayagua y la alteración de los diferentes elementos del ciclo hidrológico (precipitación, interceptación, infiltración, evaporación, percolación y escorrentía superficial). Muchas instituciones nacionales e internacionales han destinado una gran parte de sus recursos y actividades para apoyar el proceso de restauración, incluyendo la construcción y reparación de viviendas, puentes, caminos rurales; además proyectos de reconstrucción de la infraestructura benéficos al hombre y los recursos naturales (minimización de sedimentos y planes de monitoreo de la calidad del agua) y conservación de los recursos naturales de estos municipios.

### **1.2 JUSTIFICACION**

La carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente de Zamorano en asocio con la Universidad de Cornell, el Departamento de Agricultura de lo Estados Unidos (USDA) y la fundación BANHCAFE están ejecutando el proyecto de rehabilitación y manejo en la cuenca del río Humuya, como esfuerzo a la reconstrucción por el Huracán Mitch, el

propósito de este proyecto es diseñar e implementar planes de rehabilitación y manejo de microcuencas en los municipios de La Libertad, San Jerónimo, Las Lajas y Ojos de agua del Departamento de Comayagua, que permitan reducir el acelerado proceso de degradación de los recursos naturales de la región. Para validar todo lo anterior se realizó este estudio de monitoreo de calidad de aguas para presentar los resultados a las comunidades y en conjunto con ellos buscar soluciones a los problemas identificados por el monitoreo.

### **1.3 LIMITES DEL ESTUDIO**

En este estudio se realizó una evaluación específica en los cuatro municipios y extendió el plan de acción participativo para la microcuenca El Encanto, municipio de la Libertad y Ojos de Agua.

Esta evaluación se basó en el análisis participativo de la calidad de agua y de las posibles fuentes de contaminación, como parte de la continuidad del plan de rehabilitación de la cuenca del río Humuya. La metodología utilizada es replicable total o parcialmente en los otros municipios. El trabajo no incluye la implementación de las prácticas las cuales quedan sujetas a la capacidad de gestión de las comunidades y el apoyo que pueda brindar el Proyecto de Rehabilitación y Manejo de la Cuenca del Río Humuya.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Contribuir al manejo de los recursos naturales de los municipios de La Libertad, San Jerónimo, Ojos de Agua y Las Lajas, a través del análisis de la situación de calidad de agua en la microcuenca El Encanto.

#### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Dar a conocer a los representantes de las comunidades de la microcuenca El Encanto los conceptos básicos en el manejo de cuencas y su importancia.
- Evaluar los datos de la calidad de agua producto del monitoreo participativo en la microcuenca El Encanto.
- Determinar las posibles fuentes de contaminación de agua de la microcuenca El Encanto.
- Extender el plan de acción participativo para el manejo del agua con los diferentes actores y beneficiarios de la microcuenca.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1 CONCEPTOS ACTUALES DEL MANEJO DE CUENCAS.**

#### **2.1.1 La crisis del agua**

Se afirma que existe una crisis de agua, pero que esta es originada básicamente por la manera en que manejamos el recurso, esto es, hay una crisis de manejo del agua (Güitron, 1998).

El 97% del volumen de agua en la Tierra se haya en los mares y los océanos, y tal líquido, como se sabe, no es apto para consumo humano. El 3% restante se compone de agua dulce, del cual el 2.997% resulta de muy difícil acceso para el consumo, ya que se sitúa en los casquetes polares y en los glaciares. Esto significa que tan solo el 0.003% del volumen total del agua de nuestro planeta es accesible para el consumo humano, ya que se encuentra en los lagos, la humedad del suelo, el vapor de agua, y en las corrientes fluviales y subterráneas aprovechables (Miller, 1994).

Como recurso natural y por ser parte de un sistema interconectado, cualquier cambio que se efectúe en uno de sus componentes automáticamente afectaría al resto del sistema. El agua se diferencia del resto de recursos porque la cantidad total del agua del planeta es constante no hay manera de incrementar su volumen general como se hace con la madera (plantando árboles) o con los peces (mediante la piscicultura) y tampoco se la puede reducir como sucede con la quema del carbón o petróleo (Armas, 2001).

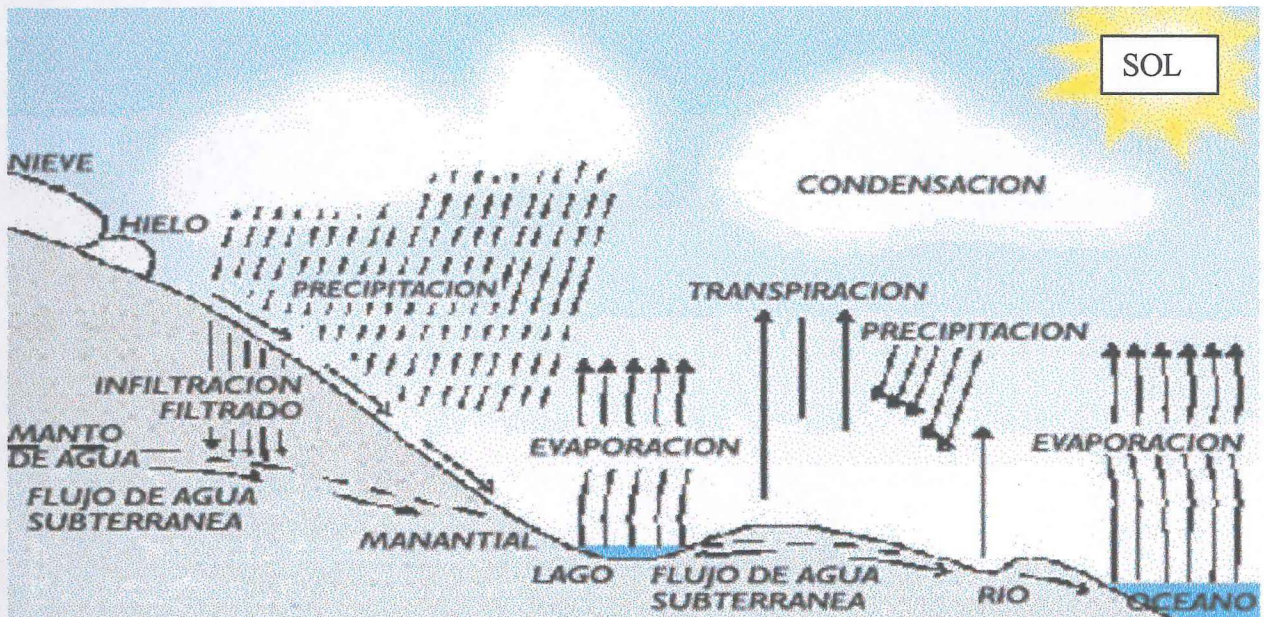
Para el año 2030, poblarán el planeta más de ocho mil millones de personas, cuya alimentación requerirá 60 por ciento más de alimentos que hoy. Y como la agricultura es el sector que más agua consume, incrementar la producción agrícola significa tomar cada vez más agua de las reservas limitadas y sobre las que ya se ejerce mucha presión (FAO, 2000)

Para atender los problemas de uso y distribución del agua y los conflictos que surgen entre distintos usuarios, un importante número de naciones han decidido reconocer a las cuencas hidrológicas como los territorios más apropiados para medir, administrar, planificar y organizar la gestión eficaz del agua. Además, a estos territorios se les reconoce como los espacios físicos que naturalmente facilitan los acuerdos y consensos entre sus habitantes y los gobiernos, en la búsqueda de mejores métodos para manejar el recurso (Guerrero y Villalobos, 1998).

### 2.1.2. El ciclo hidrológico.

Sabemos que el agua se mueve en la atmósfera y en la tierra como un ciclo, por que no tiene principio ni fin y todo lo entra a la microcuenca en forma de lluvia, regresa a la atmósfera en forma de vapor, y nuevamente vuelve a caer en forma de lluvia (ESNACIFOR-AID, 2000).

Según Silva (1998), en el ciclo hidrológico el agua es transportada mediante procesos de evaporación, transpiración, circulación atmosférica, condensación, flujo superficial y subterráneo, y ocupa los almacenamientos que encuentra en su recorrido, tomando en cada caso el estado que corresponde a las condiciones imperantes de temperatura y presión; tomando de esta forma, el estado líquido en océanos, lagos, embalses, ríos y acuíferos; el estado sólido en los glaciares y en los nevados, el estado gaseoso en la atmósfera y los estados sólido y líquido en las nubes (Figura 1).



Tomado de <http://www.erres.org.uy/agua.htm>

Figura 1. Ciclo hidrológico.

### 2.1.3. Concepto de cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es una porción de territorio cuyas aguas fluyen hacia un mismo río, lago o mar; si queremos comprender y manejar adecuadamente un recurso natural, necesariamente debemos estudiar la cuenca hidrográfica donde se encuentra y las relaciones que tienen entre sí los diferentes componentes naturales y sociales de la cuenca (OPS, 1998).

Según Ramakrishma (1997), la cuenca es una unidad fisiográfica conformada por la reunión de un sistema de cursos de ríos de agua definidos por el relieve, siendo los límites de la cuenca o divisoria de aguas que la definen naturalmente y en forma práctica

correspondientes a las partes más altas del área que encierra un río, de manera que todo punto en un país pertenece o está dentro de una cuenca.

**2.1.3.1 Evolución del concepto de cuencas hidrográficas.** Según Lee (1995), la definición de cuenca ha evolucionado desde 1970, donde se pensaba en manejar los recursos naturales la cuenca para controlar la descarga de agua en calidad, cantidad y tiempo; en 1980 se piensa en la aplicación de técnicas para proteger, rehabilitar y usar las tierras de la cuenca, para controlar y conservar el agua; ya en 1990, se involucra al ser humano y su poder gestión para que aproveche y proteja los recursos naturales de la cuenca de una manera sostenida.

**2.1.3.2 Clasificación de las cuencas hidrográficas.** Existen varios criterios para la clasificación de cuencas y según La Corporación Nacional Forestal de Chile (2001) pueden ser:

- a. **De acuerdo al relieve,** las cuencas pueden ser: de montaña, alto andinas y de llano.
- b. **Por la posición relativa en la cuenca fluvial:** Altas, medias y bajas.
- c. **Por la dirección de la descarga:** Arreicas (no drenan a un río, mar o lago, sino que se pierde el agua por evaporación o infiltración sin llegar a un escurrimiento subterráneo); criptorréicas (ríos subterráneos); endorreicas (drenan a un embalse o lago sin llegar al mar); exorreicas (drenan aun gran río o al mar) (Faustino, 1996).
- d. **Por orden / tamaño:** Cuenca; subcuenca (área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la cuenca) y microcuenca (área que desarrolla su drenaje directamente al curso de una subcuenca) (Faustino, 1996).

**2.1.3.3 La cuenca hidrográfica como sistema.** Entendiendo por sistema como el arreglo de componentes físicos o conjunto de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman y actúan como una unidad, una entidad o un todo y la relacionamos esta definición con el concepto de cuenca hidrográfica, podemos decir que esta es un sistema en la cual se encuentran interactuando todos sus componentes.

Según Faustino (1996), en la cuenca podemos identificar cuatro subsistemas interrelacionados:

- a. **Social:** Representado por las costumbres, tradiciones, cultura y en general todas la pautas de conducta generadas por las diferentes actividades desarrolladas en el medio.
- b. **Económico:** Es la mano de obra existente, ingresos de la gente y todas aquellos factores que determinan el funcionamiento de la cuenca en cuanto a la producción actual y posibilidades futuras para crear estrategias de desarrollo sostenible.
- c. **Biofísico:** Conformado por el la flora, fauna, suelo, clima, geología, topografía e hidrografía; Este subsistema es alta mente afectado por la actividad humana, como lo es la tal indiscriminada, mala practicas de cultivo, inadecuado manejo de desechos (basuras y aguas residuales).

- d. **Demográfico:** Formado por el tamaño de la población, densidad poblacional y distribución de la misma así como su ocupación incluyendo la población económicamente activa.

## 2.1. TRANSFERENCIA Y ADOPCION DE CONOCIMIENTOS.

El desafío que enfrentamos en la actualidad, como lo son la plena utilización de las capacidades instaladas y aumento de las restricciones a la utilización indiscriminada de recursos naturales; para lo cual nos basamos en la innovación para crear nuevos conocimientos y poderlos transformar en tecnologías, procesos, productos y servicios que el mercado necesita, para el beneficio de la comunidad y el medio ambiente (Karlin *et al.* 1998).

En los últimos años han aparecido innovadoras metodologías, que tienden a remplazar los sistemas de generación y transferencia vertical de conocimientos, las cuales se originaban en estaciones experimentales sin ninguna participación de los posibles "beneficios" y luego se transferían los conocimientos, tecnologías o técnicas a través de los servicios de extensión agrícola, cuyo personal técnico no participó en el proceso de investigación. Estos sistemas demostraron poca eficiencia poca eficacia e impactos negativos (Universidad de Cochabamba, 1998).

Las tecnologías social y ambientalmente apropiadas son consideradas como conocimientos y prácticas adecuadas a cada realidad, tanto ecológica, socioeconómica y cultural. Para considerar una tecnología como apropiada, es necesario evaluar si cumple con los objetivos de mejoramiento de la calidad de vida de la población y la sustentabilidad (Karlin *et al.* 1998).

### 2.2.1 Planificación de cuencas hidrográficas

**2.2.1.1 Que es un plan de cuencas hidrográficas:** Según Dassman, *et al* (1973), Es un instrumento de gestión ambiental para el desarrollo sostenible de una determinada región. Viene a ser el producto obtenido a través de un proceso de concertación y participación, que busca potenciar los recursos del presente y garantizar la adecuada existencia para las generaciones futuras.

Es una herramienta que orienta, en forma participativa y concertada, el cumplimiento de las metas propuestas por los actores sociales con responsabilidad, competencia o interés en el tema ambiental regional, ordenando el proceso a seguirse y asignando tareas a cada actor a través de objetivos, líneas de acción e indicadores para su cumplimiento en un determinado espacio de tiempo ( Naciones Unidas, 1972 ).

**2.2.1.2 Tipos de planes de cuencas hidrográficas.** Las características biogeofísicas de una cuenca tienden a formar sistemas hidrológicos y ecológicos relativamente coherentes, y por lo tanto las cuencas hidrográficas se utilizan a menudo como unidades para la planificación del desarrollo (Dassman, *et al*, 1973)

**a. La planificación de recursos hídricos.** Sin embargo, el hecho de que la planificación de cuencas hidrográficas como concepto haya estado evolucionando y lo esté todavía, significa muchas cosas para mucha gente. A pesar de sus numerosas connotaciones, los recursos hídricos han sido generalmente la consideración más importante. En las etapas iniciales, la planificación de cuencas hidrográficas, o la planificación de recursos hídricos tenían que ver por lo general con un problema específico, como por ejemplo el control de inundaciones, el riego, la navegación o el abastecimiento de agua para consumo humano o industrial (Forbes y Hodges, 1971).

**b. La planificación de propósito múltiple.** Más tarde se puso de moda el enfoque de la planificación de propósito múltiple para lograr el desarrollo de los recursos hídricos, y ello consistió en dividir el total de agua disponible de una estructura entre varios usos diferentes. Debido a que los distintos usos del agua son a menudo competitivos, surgen conflictos que hacen que el enfoque de propósitos múltiples parezca cuestionable (Naciones Unidas, 1972).

**c. La planificación integrada de cuencas hidrográficas.** En cierto grado, fue una respuesta a este problema, ya que se trató de coordinar y desarrollar armónicamente los usos de agua de una cuenca mientras se tomaban en cuenta otros procesos de desarrollo tanto dentro de la cuenca como fuera de ella (United Nations, 1970).

**d. La planificación integral de una cuenca hidrográfica.** Es una extensión de la planificación integrada y va más allá del recurso hídrico específico para incluir la mayor parte de los otros recursos, así como muchos aspectos de planificación socioeconómica o regional (Forbes y Hodges, 1971).

**e. La planificación de objetivo múltiple:** Es un término conexo, la planificación de recursos de agua y tierra se aplica a menudo a los "Principios y Normas para la Planificación de Recursos Relacionados de Agua y Tierra" del Consejo de Recursos Hídricos de los Estados Unidos (U.S. Water Resources Council, 1973).

Debido a que estos principios y normas propusieron originalmente cuatro objetivos equivalentes, derivándose de ahí su nombre, aunque el término se utiliza algunas veces para indicar también planificación de propósito múltiple (Barbour, 1975).

Estas fuerzas han tenido la tendencia de expandir la definición de planificación de cuencas, debido a que la preocupación primordial de los especialistas en medio ambiente es lograr el mejoramiento de la calidad de vida en el ser humano, se ha creado un ambiente multidisciplinario para trabajar, en donde el ambientalista y el planificador del desarrollo, así como los políticos, economistas y sociólogos, unan sus esfuerzos para crear estrategias en conjunto con las comunidades para el manejo sostenible de las cuencas.

El problema consiste en saber, por lo tanto, cómo y dónde las consideraciones ambientales pueden incluirse en el proceso de desarrollo. En esto influyen dos puntos de gran importancia. Primero, para poder incluir los intereses ambientales en el proceso de

planificación en forma realista se requiere su evaluación desde el comienzo mismo de la planificación. En segundo lugar, si bien se reconoce que los términos estrictamente monetarios no son adecuados para calcular totalmente los costos y beneficios del medio ambiente, dichos términos deben usarse tanto como sea posible si se pretende que la evaluación sea tomada seriamente (OEA, 1978).

### **2.2.2 Participación**

Es un proceso de interacción en el cual los individuos se convierten en actores y coogestores de su propio destino o realidad (Zamorano, 1993).

Los actores son todas las personas, grupos o instituciones que tengan interés o influencia, positiva o negativa, en un proyecto.

El enfoque de la extensión agrícola basado en la participación, se basa en que no es posible una extensión eficaz sin la participación de los agricultores en la investigación y los servicios conexos, como lo es el traspaso de los resultados de sus investigaciones y conocimientos adquiridos; teniendo como objetivo el aumentar la producción agrícola, fomentar el consumo y mejorar la calidad de vida de la población rural, preocupándose por la sostenibilidad de la producción y teniendo como base la protección de los recursos naturales; la retroalimentación de los diferentes actores es hecha a través de la participación activa en diferentes espacios y momentos (Galves, 1994).

### **2.2.3 Análisis de actores en la transferencia de conocimientos**

Según Alonso (2000), Para analizar los actores que intervienen en los servicios de extensión agropecuaria y forestal o de transferencia de conocimientos al sector rural, se debe tener en cuenta a nivel de las organizaciones y de actores y ejecutores.

**2.2.3.1 Nivel de organizaciones.** Abarca tanto el rol del sector privado, representado en este caso fundamentalmente por diferentes ONG's, como Asociaciones de Agricultores, Cooperativas y otros, así como por las organizaciones públicas tales como los Ministerios, Instituciones Autónomas, Universidades (Alonso, 2000).

Las organizaciones locales involucradas en el manejo de los recursos hídricos, si existen, frecuentemente son técnicamente débiles, con bajos niveles de financiamiento y baja coordinación. Por lo que, su capacidad de planificar o controlar el desarrollo de actividades es altamente limitada. (Doyle y Lee, 1999).

La socialización de conocimientos y tecnologías entre actores sociales locales (de campesino a campesino), con el apoyo de alguna institución externa que actúe como facilitador, tiene la cualidad de dinamizar el saber local y sus propias formas de generar y transferir conocimientos y tecnologías (Universidad de Cochabamba, 1998).

Según ITDG (2001), hay que romper con el esquema de dominación que se produce en la transferencia de conocimientos y establece como protagonista de la capacitación al

mismo campesino preparado como instructor; el cual no tratará de replicar los esquemas de enseñanza clásicos sino que se convertirá en el facilitador de los procesos de aprendizaje de sus vecinos y compañeros a través de la experimentación y la demostración práctica.

Una de las mayores distorsiones que se ha visto en este proceso de innovaciones, es el de los promotores rurales o también llamados paratécnicos de origen campesino, formados en institutos técnicos, que posiblemente tienen el admirable objetivo de que estos retornen a sus lugares de origen para apoyar los procesos de desarrollo local (Universidad de Cochabamba, 1998).

**2.2.3.2 Nivel de los actores y ejecutores.** Según Quiros (1996), basándose en el concepto actual del manejo cuencas hidrográficas, el cual ubica al ser humano en un papel protagónico para la identificación de problemas, sus posibles soluciones, la evaluación del trabajo, su grado de avance, elaboración y ejecución de proyectos de inversión; esta extensión participativa requiere de un cambio de mentalidad tanto del agricultor y su familia como del extensionista.

Según Geilfus (1998), este cambio de mentalidad es indispensable, para que se logre el objetivo de la transferencia y adopción de conocimientos, como lo es el aporte que hace esta al desarrollo rural.

## **2.2. AGUA, CONTAMINACION Y MANEJO.**

Según el Diccionario de la Real Academia Española (1991), el agua es una "sustancia formada por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno, líquida, inodora, insípida, en pequeña cantidad incolora y verdosa o azulada en grandes masas. Es el componente más abundante de la superficie terrestre y más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales. "

### **2.3.1 Contaminación**

La contaminación se define como la incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos (FAO, 1977).

Según CONAM (1999), define contaminación como todo cambio indeseable en las características del aire, agua o suelo, que afecta negativamente a todos los seres vivos del planeta. Estos cambios se generan principalmente por acción del ser humano.

**2.3.1.1 Tipos de contaminación.** Según Fernández (1998), los tipos de contaminación son:

- Contaminación física: Por el agregado de tierra, lodo, arena, o basuras que no se descomponen o agua caliente.

- Contaminación Química: Los residuos de los jabones y detergentes que se usan en los hogares terminan en el cauce de un río o arroyo y lo perjudican. Las pilas (por que contiene metales), los agrotóxicos, los residuos de las industriales.
- Contaminación Biológicas: Con bacterias, algas, virus y hongos.

**2.3.1.2 Fuentes de contaminación.** Según Cauvin *et al.* (1986), menciona que las posibles causas de contaminación del agua son:

- Descargas de aguas servidas domiciliarias (desagües) a ríos, lagos, mares.
- Descargas de desagües industriales y aguas servidas.
- Emisiones industriales en polvo (cementos, yeso).
- Basurales (metano, malos olores).
- Quema de basuras (CO<sub>2</sub> y gases tóxicos).
- Incendios forestales (CO<sub>2</sub>).
- Fumigaciones aéreas (líquidos tóxicos en suspensión).
- Derrames de petróleo (hidrocarburos gaseosos).
- Corrientes de aire y relación presión/temperatura.

## 2.3.2 Calidad del agua

**2.3.2.1 Parámetros de calidad del agua.** Según Zora (1998), los parámetros a evaluar de la calidad del agua dependerá del objetivo de la investigación (por ejemplo preestudios para la explotación del agua subterránea, investigaciones de contaminaciones, control de calidad de aguas de un pozo) hay que determinar distintos parámetros físicos y químicos del agua (Cuadro 1).

**2.3.2.2 Monitoreo de calidad del agua.** El monitoreo es necesario para evaluar la calidad del agua y asegurarse que los programas de manejo están trabajando desde las fases tempranas de la evaluación hasta la fase final del acatamiento con una descarga permitida (Moncada, 1999).

El análisis es la base para la evaluación de acuíferos, para la investigación de las propiedades hidrológicas del agua de una zona, para registrar cambios temporales y regionales en sistemas hidrológicos y investigar las causas naturales o humanas de estos cambios (Zora, 1998).

Los propósitos del monitoreo según la EPA (1985) son:

- Conducir las evaluaciones de calidad de agua
- Desarrollar controles basados en calidad de agua
- Evaluar como se acatan con efectividad los controles.

Cuadro 1. Parámetros de calidad del agua

PARAMETRO	QUE ES	NIVEL ACEPTABLE	IMPORTANCIA
<b>TURBIDEZ</b> Unidades de Turbidez Jackson JTU's, o Unidades de Turbidez Nefalometricas NTU	Son las partículas suspendidas en el agua y es resultado de sedimentos o microorganismos que se encuentran en ella.	Con el uso del kit Debe ser < 5 JTU's Usando el kit o < 0.5 NTU Resultado del laboratorio.	Estética, costos de filtración, desinfección
<b>pH</b>	Es el potencial de hidrogeno y mide el grado de acidez o alcalinidad del agua	6.5-8.2	El principal impacto es en la solubilidad de los metales ya que puede generar corrosión y afectar la vida acuática.
<b>NITRATOS</b>	Cantidad e iones de nitrógeno en el agua debido al uso inadecuado de ciertos productos químicos.	<10 ppm aceptable para niños menores de 6 años. <20 ppm aceptable para niños mayores de 6 años y adultos	Causa enfermedad de los bebes azules, Limita la cantidad de oxigeno en la sangre.
<b>OXIGENO DISUELTO</b>	Es la cantidad de oxigeno disponible en el agua y se ve afectado por los residuos orgánicos que se pueden encontrar	Mas de 5 ppm	Afecta la vida acuática y al mismo tiempo la sanidad del agua.
<b>TEMPERATURA</b>	Es el grado de calor que posee el agua	15-30 °C	Si la temperatura es alta baja la cantidad de oxigeno disponible en el agua.
<b>DUREZA</b> Expresado en ppm o mg/l de CaCO <sub>3</sub>	Se debe a la cantidad de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Suave 0-20 ppm.</li> <li>▪ Medianamente suave 21-60 ppm.</li> <li>▪ Medianamente dura 61-120 ppm.</li> <li>▪ Dura 121-180 ppm.</li> <li>▪ Muy dura &gt;181 ppm</li> <li>▪ No &gt; 181 ppm para consumo humano</li> </ul>	Aguas suaves es fácil cambiar el pH y por ser mas susceptible a cambios puede afectar la calidad del agua. Aguas duras el jabón no produce espuma y no es susceptible a cambios.
<b>FOSFATOS</b>	El ácido fosfórico y sus sales son sustancias inorgánicas	Menos 1 ppm.	Crecimiento de algas las cuales bajan la disponibilidad de oxigeno
<b>COLIFORMES FECALES</b>	Es la Cantidad de Unidades Formadoras de Colonia por 100ml de agua (UFC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 0 para consumo humano</li> <li>▪ &lt; 200 para bañarse y nadar</li> </ul>	Son fuente de enfermedades, como la diarrea, cólera, tifoidea, entre otras

Fuente: CEPIS, 2001; USDA, 2001; Adaptado por el autor.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

Las 6 microcuencas en las cuales se realizaron los estudios de la calidad del agua, se localizan en la región Centro- Occidental del departamento de Comayagua ( Cuadro 2).

Cuadro 2 . Ubicación y límites de la zona de estudio

UBICACIÓN Y LIMITES	MICROCUEENCA					
	<i>El Encanto</i>	<i>Río Frío</i>	<i>Río Salitroso</i>	<i>Río Colorado</i>	<i>Q. Los Achiotes</i>	<i>Q. EL Muerto</i>
Municipio	La Libertad y Ojos de Agua	La Libertad	La Libertad	La Lajas	Ojos de Agua	San Jerónimo
Norte	Cerro Pinabetoso y Cerro el Tigre	Comunidad Loma Alta y La mostaza	Comunidad Buenos Aires y Río Frío	Comunidad Vallecitos y cerro Cerrón	Río Humuya	Río el Rancho
Sur	Comunidad de Zacatalitos	Comunidad Buenos Aires y Río Salitroso	Comunidad Santa Amalia	Comunidad Dulce Nombre y Valle grande	Cerro La Cruz y comunidad de San Rafael	Montaña los planes
Este	Cerro el Pata de Gallina	Cerro negro	Cerro Goteras Y comunidad de Goteras	Cerro los Anillos y Montaña de Coral	Quebrada Agua caliente	Q. Las Dantas
Oeste	Comunidad La Unión	Cabecera Municipal y Monte del pollo	Cabecera Municipal y Cerro el Portillo	Embalse del Cajón	Comunidad del Zacotillo y Agua Blanca	Comunidad de Santa Lucia

Fuente. Ministerio de Comunicaciones, 1990.

##### 3.1.1 Características geomorfológicas

Para la delimitación y caracterización se uso una hoja cartográfica a escala 1:50,000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Las cuales fueron escaneados y georreferenciados utilizando los programas de computo SCAN PLUS, ERDAS y ARC VIEW 3.1; siendo este último el que se utilizó para la medición del perímetro, área y la realización de los mapas.

### 3.1.1.1 Parámetros físicos.

- Perímetro:** línea que define la divisoria de aguas o parte aguas, se expresa en km.
- Area de la cuenca:** Area que drena hacia la boca de la cuenca, se expresa en km<sup>2</sup>.
- Largo de la cuenca:** Distancia desde la salida de la microcuenca hasta el punto mas distante en línea recta o su cauce principal de mayor distancia, se expresa en km.
- Ancho de la cuenca:** Promedio de dividir área en km<sup>2</sup> entre su largo en km.
- Forma de la cuenca:** Proporción entre el largo y el predio ancho y se utilizó además el coeficiente de Gravelius, que relaciona el perímetro de una cuenca teóricamente circular y de igual superficie con el perímetro de nuestra cuenca:

$$C_g = P / 2 \sqrt{\pi \cdot A} = 0.28 P / \sqrt{A}$$

Donde: **Cg:** Coeficiente de Gravelius

**P:** Perímetro de la cuenca en km.

**A:** Area de la cuenca en km<sup>2</sup>

El resultado del coeficiente de Gravelius es siempre mayor que uno y aumenta con la irregularidad de la cuenca (Cuadro 3).

Cuadro 3 Rango de coeficiente de Gravelius y su respectiva forma

Coeficiente de Gravelius	Forma
1.00-1.25	Redonda
1.26-1.50	Ovalada
1.51-1.75	Oblonga

Fuente: TRAGSA (Empresa de Transformación Agraria, 1994)

### 3.1.1.2 Descripción de la red de drenaje

- Orden de la cuenca:** Para lo cual se utilizo el método de clasificación de cuencas, recomendado por A. Strahler que consiste en:
  - Las aguas de las cabeceras tienen orden 1.
  - Cuando se unen dos de igual orden forman un orden mayor
  - Al unirse una de un orden menor y uno mayor el orden que prevalece es el mayor.
  - El orden final de la cuenca será el orden mayor a la salida de sus aguas (Figura 2)

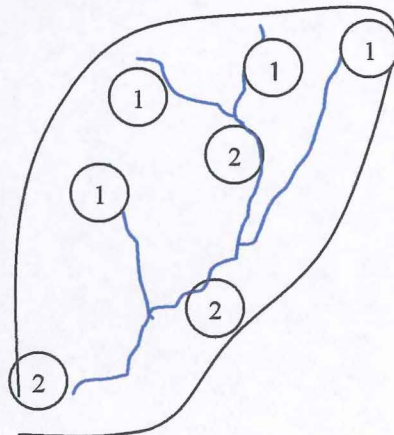


Figura 2 Clasificación por ordenes de una microcuenca

Este tipo de clasificación nos da una idea de los volúmenes de flujo que pasan por cada segmento, a mayor orden, mayor es el flujo esperado y nos facilita el poder hacer comparaciones con otras cuencas.

- b. **Frecuencia de ríos ( F )**: Determina el tiempo requerido por la escorrentía para llegar a su cauce
- c. **Densidad de drenaje ( Dd )**: Indica la densidad de la red de drenaje en una cuenca, a mayor densidad, mayor potencial y preocupación por erosionar los suelos e inundaciones.
- d. **Longitud del cauce principal**: Desde la salida de la cuenca hasta la división de aguas del cauce principal.
- e. **Pendiente del cauce principal**: Se calcula utilizando las elevaciones del cauce tomadas a 10% de la distancia después de la salida de la cuenca y a 85% de la distancia hacia la parte mas alta del cauce. Nos da una idea del potencial de flujo para erosionar el cauce, los lados y transporte de materiales ( Cuadro 4).

Cuadro 4. Formulas de algunos parámetros geomorfológicos

PARAMETRO	UNIDADES	FORMULA	VARIABLES
Frecuencia de ríos	km	$F = Nu / A$	<b>F</b> : Frecuencia de ríos <b>Nu</b> : Numero total de los segmentos de todos los ordenes <b>A</b> : Area de la cuenca (km <sup>2</sup> )
Densidad de drenaje	km	$Dd = \sum L / A$	<b>Dd</b> : Densidad de drenaje <b><math>\sum L</math></b> : Largo en km de todos los segmentos <b>A</b> : Area de la cuenca (km <sup>2</sup> )
Pendiente del cauce principal	%	$Scl = \frac{E85 - E10}{0.75Lc} * (100)$	<b>Scl</b> : Pendiente del cauce principal <b>E85</b> : Elevación al 85% de la distancia de la boca siguiendo el cauce principal (m) <b>E10</b> : Elevación al 10% de la distancia de la boca siguiendo el cauce principal (m) <b>Lc</b> : Longitud del cauce principal (m)

Fuente. Adaptado por el autor

### 3.2 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA EL ENCANTO

#### 3.2.1 Lugares y criterios de muestreo

Los sitios de muestreo se determinaron de acuerdo al mapeo participativo que se realizó en las microcuencas, accesibilidad al sitio y al plan de rehabilitación de sitios críticos y planes de monitoreo realizados por asesores técnicos del Servicio Forestal de los Estados Unidos, donde se identificaron los puntos críticos de contaminación relacionando el uso de la tierra con la influencia que este tiene en la calidad del agua, fuentes de contaminación y posibles contaminantes que resultan.

Para definir la época de verano y de invierno se baso en la precipitación mensual promedio de los años de 1993 a 2000 para el municipio de Ojos de Agua (Figura 3).



Fuente. ENEE 2001.

Figura 3. Promedio de precipitación mensual (1993-2000) del municipio de Ojos de Agua., Comayagua Honduras.

El promedio de precipitación anual fue de 1,829.3 mm, siendo septiembre el mes mas lluvioso con 351 mm y el menos lluvioso Marzo con 17 mm.

#### 3.2.2 Frecuencia de muestreo

La recolección de las muestras se llevó a cabo el último martes de cada mes, de marzo a octubre del presente año, por los paratócnicos de BANHCAFE. Los muestreos se realizaron utilizando el equipo para determinar la calidad de agua marca La Motte®. Y de acuerdo con la figura 3, se definió como los meses de época seca, marzo, abril mayo y junio; y como época de invierno los meses de julio, agosto y septiembre.

### 3.2.3 Parámetros a medir

Los parámetros que se midieron son pH, temperatura, oxígeno disuelto, dureza, turbidez, nitrato y fosfato utilizando para cada una de estas pruebas el equipo La Motte®; coliformes fecales y fueron analizados en el laboratorio de CESSCO.

Los sitios en los cuales se midieron todos los parámetros fue en: el tanque de los Guineos, tanque de El Encanto, tanque de Pinabetoso y en la quebrada El Encanto antes de unirse con la quebrada Quirima. En las llaves solo se realizó análisis de coliformes y a partir del mes de abril a octubre (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de datos existentes de cada parámetro de calidad de agua por sitio en cada época en la microcuenca El Encanto, Honduras, 2001.

PARAMETRO	CT		CF		Oxigen Disuelto		Tempertatura		Turbidez		pH		Dureza		Nitrat o		Ortof osfat o	
	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H
Tanque Guineos	3	3	3	3	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Tanque Pinabetoso	4	3	4	3	ND	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tanque Encanto	4	3	4	3	ND	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Quebrada, antes de unirse al Quirima	4	3	4	3	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ND
Llave uno	1	3	1	3														
Llave dos	ND	3	ND	3														
Llave tres	3	3	3	3														
Llave cuatro	3	3	3	3														
Llave cinco	3	3	3	3														
Llave seis	2	3	3	3														

S= Época seca, H= Época de invierno o lluviosa, ND= No disponible, área sombreada: no hubo recolección de datos.

Los datos de coliformes que no están completos por contaminación de las muestras al llevarla al laboratorio o coincidió el día de muestreo con el racionamiento del agua.

Según la AWWA (1992), la recolección de las muestras se hace en bolsas y envases estériles que una vez usados son descartados, se debe usar guantes desechables para recolectar las muestra y evitar la contaminación. Las muestras de agroquímicos requieren envases estériles (frascos de color ámbar), con capacidad de un litro los cuales y para el transporte se utilizan hieleras para desacelerar el crecimiento de microorganismos y evitar la degradación de químicos por efectos de la luz.

### **3.2.4 Análisis estadístico.**

Para el análisis de los datos no se tomo en cuenta los resultados del mes de octubre y se realizó un diseño estadístico completamente al azar (DCA), un análisis de varianza (ANDEVA), una prueba Student-Newman-Keuls (SNK); con el objetivo de comparar el sitio de muestreo y la interacción entre sitio y época.

Se compararon los resultados de cada mes con el valor máximo permisible en el agua potable para Honduras y los niveles determinados por el CEPIS, para ver si el agua es apta para consumo humano.

Este tipo de análisis permite ver si el modelo registra diferencias significativas entre cada punto de muestreo y la interacción entre época y punto de muestreo.

## **3.3 ANÁLISIS DE PROBLEMAS DE LA MICROCUENCA EL ENCANTO**

Las posibles fuentes de contaminación se determinaron, por medio de los parámetros evaluados en el monitoreo de la calidad de agua; inspección visual, la cual consistió en visitar los puntos de muestreo y ver las condiciones se encontraban, Esta inspección fue hecha en tres visitas a la zona de estudio de un día de duración cada una y los puntos que se visitaron fueron los que ya estaban previamente establecidos. Finalmente se realizó un taller de participativo en la microcuenca El Encanto, comunidad de Pinabetoso los días seis y siete de octubre del 2001. El titulo del taller fue: "Capacitando capacitadores para el manejo de microcuencas de los municipios de La libertad, San Jerónimo, Las Lajas y Ojos de Agua del Departamento de Comayagua., Honduras."

Al taller se invitó a los para-técnicos de BANHCAFE y a las personas que tiene algún tipo de actividad sobre la microcuenca El Encanto y la población beneficiaria del recurso agua, teniendo como punto de partida los talleres realizados anteriormente; Se focalizó en esta microcuenca para que los técnicos puedan replicar la metodología en las diferentes microcuencas y se de un efecto multiplicador de la información.

### **3.3.1 Pasos previos para la realización del taller**

**3.3.1.1 Sensibilización.** Hablar con las juntas de agua y el personal que participó en los talleres de manejo de la microcuenca con el objetivo de explicarles la finalidad del taller y la importancia de darle continuidad al trabajo que ya realizaron, así como también la importancia de saber cuales son las causas de contaminación de agua y el papel que desempeña la comunidad en la participación del desarrollo del taller.

**3.3.1.2 Verificación.** Verificar que se hallan realizado o iniciado las actividades planteadas en el plan de acción que se elaboró en el taller de manejo de la microcuenca

**3.3.1.3 Invitación.** Invitar a las personas que participaron en los talleres de manejo en la microcuenca El Encanto y paratécnicos de BANHCAFE.

**3.3.1.4 Realización del taller.** Realizar el taller en la comunidad de Pinabetoso los días seis y siete de octubre del 2001

### **3.3.2 Desarrollo del taller**

El objetivo del taller fue el de planear actividades y alternativas de solución de las causas identificadas y de acuerdo a los resultados del monitoreo de calidad de agua y concentrar soluciones viables para extender el plan de acción participativo, que abarque la mejora de la captación de agua, capacidad de manejo administrativo y físico, a continuación se mostraran los temas tratados durante el taller.

#### **3.3.2.1 Día uno.**

**a. Conceptos básicos.** Introducción sobre el agua y los diferentes tipos de agua.

Parámetros de calidad de agua y efectos que tiene sobre la salud.

Monitoreo de aguas: importancia y objetivo del monitoreo de aguas, la identificación de puntos de muestreo y como interpretar los resultados de los análisis de laboratorio.

Juntas de aguas y la participación comunitaria.

Mapeo participativo: se organizaron grupos de trabajo entre los participantes para identificar puntos de contaminación mediante el mapeo participativo y realizar interpretaciones de los resultados de laboratorio y del kit de muestreo.

**b. Mapeo participativo.** Para cada foco de contaminación los participantes mediante un mapeo participativo, en donde cada integrante del grupo hace un mapa en una hoja de papel y al final se consolidan todos los mapas en unos solo por grupo y nombran un representante para que lo presente ante todos identificando las posibles causas de contaminación.

#### **3.3.2.2 Día dos**

**a. Identificación de los actores.** En que pueden ayudar, que necesitan para evitar la contaminación, con que lo van realizar y cuando; para lo cual se dio una charla sobre Actores en el Manejo de Cuencas. (Qué, quienes, porqué son importantes).

Este paso de identificación de actores es el punto de partida para promover un mejor manejo de los recursos hídricos. Muchos intentos han fallado por la falta de atención a varios grupos de actores involucrados. Para lo cual se invitaran al taller y pueden ser personas o instituciones que tengan interés o influencia, positiva o negativa en el proyecto.

**b. Inserción del plan de acción de la microcuenca.** Luego de identificado los problemas y los actores se elaboró un cuadro de prioridades y reestructuración del plan de acción, mediante la elaboración de una matriz donde se enmarcaron los próximos

pasos a seguir y los actores encargados a desarrollarlos, así como también se colocó el poder de gestión que estos tengan para desarrollar estos pasos y finalmente conclusiones y recomendaciones

Los materiales usados fueron: marcadores, papelografos, lápices, hojas oficio, resultados del monitoreo de calidad de agua.

Cada uno de los puntos tratados los dos días tuvieron una duración de cuatro horas, para un total de 16 horas.

Una vez llegado a las posibles soluciones se habló con las juntas de agua para que ellos acudan a las entidades que proporcionan ayuda y así ellos puedan llevar a cabo los resultados a los que se llegaron durante el taller. Cabe resaltar que aquí solo se dejó planteado, la ejecución será responsabilidad de la comunidad misma.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS DE LA MICROCUENCA EL ENCANTO

Las características geomorfológicas reflejan los diferentes procesos evolutivos que han generado la formación de las microcuencas a través de los años; y son la interacción de factores climáticos, el suelo, la cobertura vegetal y la intervención del hombre. Permitiendo conocer las tendencias del comportamiento hidrológico producto de los cambios de estas interacciones.

Para el cálculo de estas mediciones se utilizaron hojas cartográficas (escala 1:50,000), Las cuales fueron transferidas a un sistema de información geográfico para registrar los datos y facilitar su manipulación.

#### 4.1.1 Parámetros físicos

**4.1.1.1 Área de la cuenca.** Nos da una idea de la capacidad que tiene de captar el flujo superficial que alimenta al cauce principal; la microcuenca del río frío es 40% mayor que la del río El Encanto, lo que le permite tener mayor captación de aguas lluvias y tener grandes flujos de agua.

**4.1.1.2 Perímetro.** Es la longitud de la línea que define el parte aguas, e perímetro de la microcuenca del río El Encanto es 46.48% mas pequeño que la microcuenca de del río Colorado, el cual presenta la mayor longitud de las seis microcuencas en estudio.

**4.1.1.3 Forma de la cuenca.** Describe la proporción entre el largo y el ancho de la misma, permitiendo determinar el recorrido que tiene el agua antes de llegar a los diferentes tributarios y al cauce principal; en el caso del microcuenca El Encanto el largo es dos veces mayor que el ancho y de forma redonda, por lo que sus zonas bajas presentan mayor riesgo de inundarse que la microcuenca de la quebrada El Muerto el cual es casi seis veces mas largo que ancho.

#### 4.1.2 Descripción de la red de drenaje

**4.1.2.1. Frecuencia de río.** Define la cantidad de drenajes que tiene la microcuenca e influye en el tiempo necesario para que el flujo superficial (escorrentía) pueda llegar al cauce. La microcuenca El Encanto presenta la mayor frecuencia de ríos, lo que indica que el agua puede llegar rápidamente al cauce y ocasionar inundaciones rápidas (Cuadro 6).

**4.1.2.2. Densidad de drenaje.** Desde el punto de vista hidrológico, es la relación entre la longitud de los drenajes de los ríos sobre el área total de la microcuenca. En el caso de la microcuenca El Encanto, por cada km<sup>2</sup> de área hay 1.06 km. de longitud de ríos que la drenan. Es la cuenca que presenta mayor densidad de drenaje, seguida de la microcuenca El Muerto con 1.03 km; por lo que se puede decir que la cuenca El Encanto presenta mayor vulnerabilidad de los suelos a erosionarse y presentar inundaciones: Este no es el único parámetro que indica un riesgo de inundación, pero ayuda en la toma de decisiones.

**4.1.2.3 Pendiente del cauce principal.** En la microcuenca El Encanto la pendiente es de 15.17%. Lo que indica que tiene un alto potencial de erosión del cauce y bancales del cauce principal, por esta razón el tipo y el uso del suelo sumado a las fuertes lluvias fueron factores determinantes para los desprendimientos de tierra ocasionados por el huracán Micht (Cuadro 6).

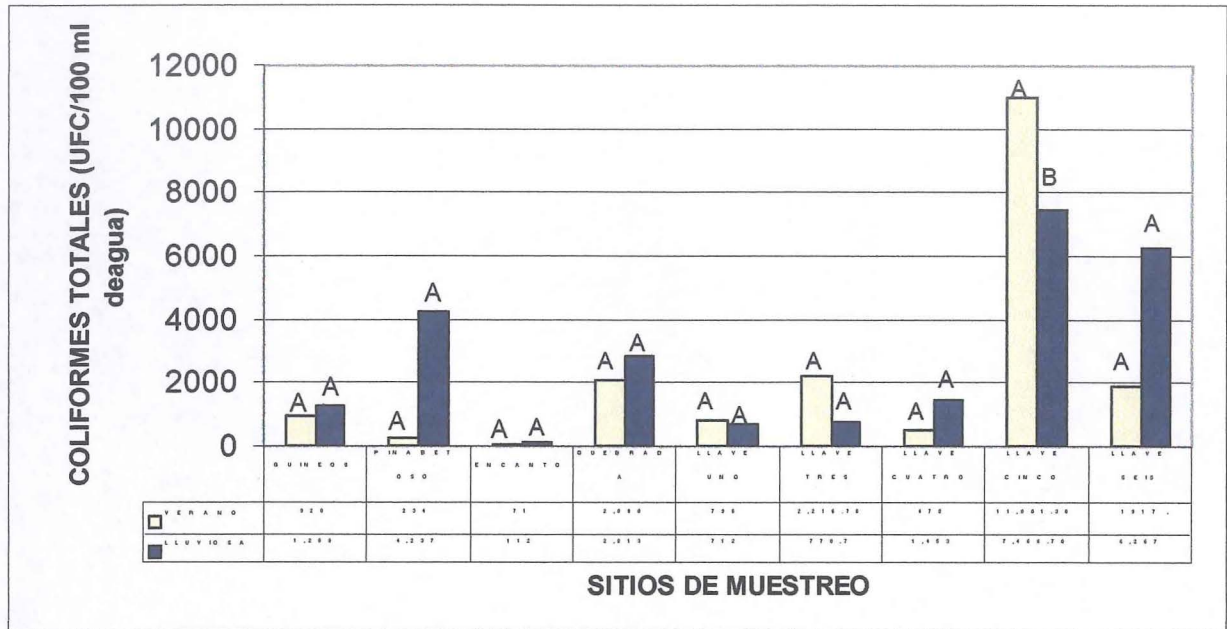
Cuadro 6. Resumen de las características geomorfológicas e hidrológicas de seis microcuencas de la cuenca del río Humuya, Honduras.

PARAMETRO	UNIDAD	MICROCUECA					
		<i>Río El Encanto</i>	<i>Río Frío</i>	<i>Río Salitroso</i>	<i>Río Colorado</i>	<i>Q. Achiotes</i>	<i>Q. El Muerto</i>
<b>Descripción física</b>							
Perímetro	km	13.26	20.30	16.93	24.78	12.07	22.76
Area	km <sup>2</sup>	9.23	15.58	10.69	36	8.82	12.98
Largo	km	4.48	7.30	6.60	7.47	4.59	8.74
Ancho	km	2.06	2.13	1.62	4.81	1.92	1.48
Forma	--	Redonda	Oblonga	Ovalada	Redonda	Redonda	Oblonga
<b>Descripción hidrológica</b>							
Orden de tributarios	--	3	2	1	3	1	2
Frecuencia de ríos	km <sup>2</sup>	0.97	0.19	0.09	0.27	0.11	0.38
Densidad de drenaje	km	1.06	0.74	0.65	0.72	0.52	1.03
Longitud del cauce principal	km	4.68	6.30	6.90	8.99	5.05	11.42
Pendiente	%	15.17	3.37	9.43	11.95	11.61	16.47

## 4.2 ANALISIS DEL MONITOREO DE AGUA DE LA MICROCUENCA EL ENCANTO, COMAYAGUA HONDURAS

### 4.2.1 Coliformes Totales (CT)

Los resultados de la llave dos no fueron incluidos en la comparación estadística, por falta de datos en la época seca.(Figura4)



A= Sitios con letra diferente, difieren estadísticamente entre épocas.

Figura 4 Comparación del nivel medio de coliformes totales en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.

Para la llave 5, en cuanto a los coliformes totales se encontró una diferencia significativa entre épocas de verano e invierno ( $P \leq 0.25$ ), siendo mayor en la época de verano y esto pudo deberse a fugas en el sistema de distribución; el modelo no encontró diferencias significativas entre los puntos de muestreo, la época, en interacción sitio y época y entre observaciones; reflejándose en un alto coeficiente de variación, de 132.16%, 262.49%, 112.68%, 96.89%, 216.54%, 193.68% y 68.4% para los Guineos, Pinabetoso, Encanto, Quebrada llave 3, llave 4 y llave 6 respectivamente, es por esta razón que se puede ver diferencias tan grandes y se puede deber al reducido número de muestras lo que no permite determinar con exactitud el error experimental. Mientras que los resultados de la llave muestran un coeficiente de variación de 11.92%, lo que refleja que se contó con un adecuado número de datos por época. Y que el experimento fue bien realizado en este sitio.

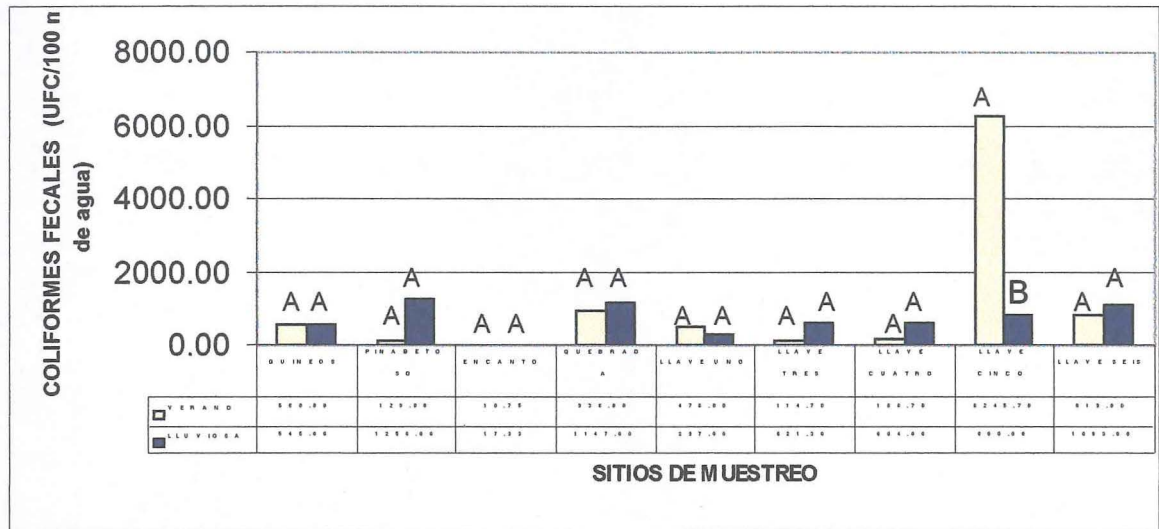
A pesar de que hubo diferencias en los niveles de CT entre épocas en cada sitio de muestreo, se puede observar una tendencia a aumentar en invierno en el sitio de los Guineos, Pinabetoso, Encanto y la quebrada. En la llave tres y llave cinco esta tendencia

no se dio, y se debe principalmente a fugas en el sistema de distribución, así como el desvío de una cuneta en la parte alta de la fuente en el mes de junio, según el taller participativo realizado en la comunidad.

Según el CEPIS (2001), el valor permisible para agua potable es de cero Unidades Formadora de Colonias y de 200 cuando el agua es usada para bañarse, en todos los puntos de muestreo los valores fueron superiores a estos (Figura 4).

#### 4.2.2 Coliformes Fecales (CF)

Los resultados de la llave dos no fueron tomados en cuenta para hacer la comparación estadística, por falta de datos en la época seca. Los meses que se evaluaron para este sitio fueron julio, agosto, septiembre, obteniéndose 4, 120 y 28 UFC respectivamente (Figura 5).



A= Sitios con letra diferente, difieren estadísticamente entre épocas.

Figura 5. Comparación del nivel medio de coliformes fecales en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.

El comportamiento de esta variable es similar al de la variable de CT; ( $P \leq 0.25$ ) y un coeficiente de variación de 125.57%, 240.22%, 161.46%, 131.12%, 237.59%, 226.68%, 27.39% y 116.78%, para todos los sitios respectivamente y se dio una diferencia significativa entre el promedio de coliformes fecales de cada época en la llave 5 con un bajo coeficiente de variación (27.39%) para este sitio.

El sitio que presentó más bajos niveles promedios de UFC en las dos épocas durante el experimento, fue el tanque de El Encanto con 10.75 para la época de verano y de 11.73 para invierno y el sitio que presentó los mas altos promedios fue la llave 5 con 6,245.75 UFC para verano y 800 para invierno, coincidiendo con los resultados obtenidos con el nivel de coliformes totales, esto se debe principalmente a fugas en el sistema de

distribución y la diferencia entre épocas en la llave 5 y llave uno se debio principalmente a la reubicación de una cuneta en la parte alta de la fuente en el mes de junio.

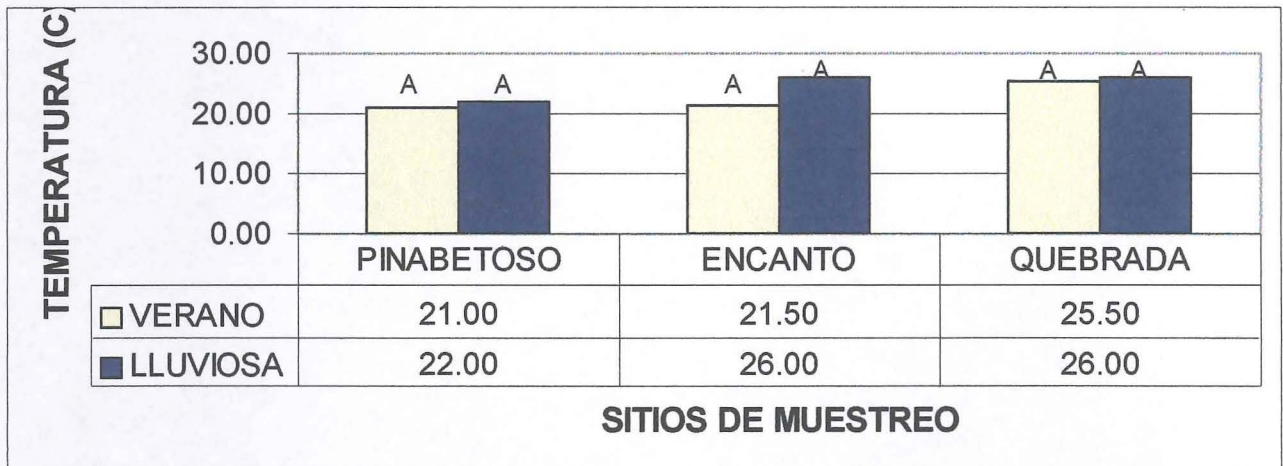
Según el CEPIS (2001), el valor permisible para agua potable es de cero Unidades Formadora de Colonias y de 200 cuando el agua es usada para bañarse, en todos los puntos de muestreo los valores fueron superiores a estos (Figura 5).

#### 4.2.3 Temperatura

Con ( $P \leq 0.05$ ) no se encontraron diferencias significativas entre la época para cada sitio de muestreo, aunque la quebrada presentó los valores promedios mas alto. Sin embargo hay una ligera tendencia a aumentar la temperatura en el tanque de Pinabetoso, tanque de El Encanto y la quebrada respectivamente (Figura 6).

Según Daubenmire (1998), es variable la cantidad de calor que llega al suelo, debido al paso intermitente de las nubes, el paso de los rayos solares a través de la cubierta arbórea y fenómenos geológicos estacionales y anuales.

Los valores registrados de temperatura del agua en todos los sitios, no representan ningún peligro para la salud humana y se puede utilizar como un indicador de la salud del agua y de la actividad biotica del agua.



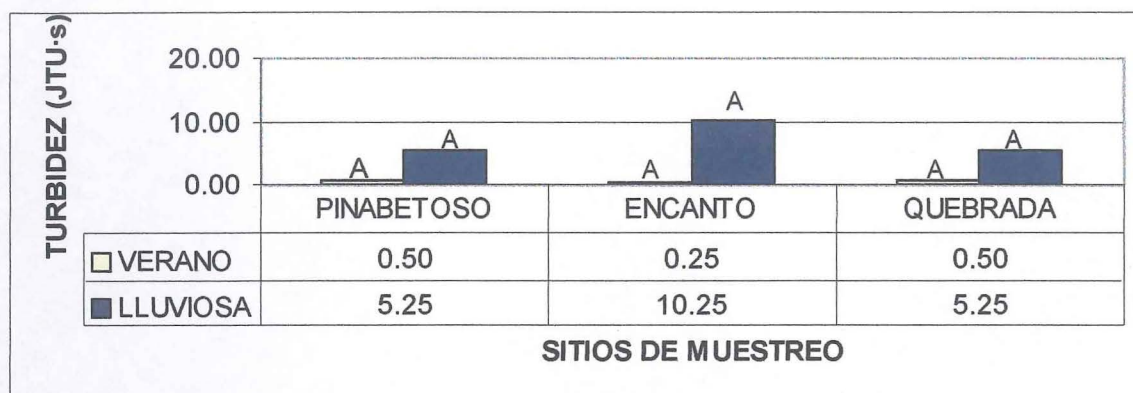
A= Sitios con letra diferente, difieren estadísticamente entre épocas.

Figura 6. Comparación de la temperatura media del agua en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.

#### 4.2.4 Turbidez

El valor promedio de turbidez expresado en Unidades de Turbidez Jackson (JTU's), durante la época de verano fue de 0.50, 0.25 y 0.50 para el tanque de Pinabetoso, el tanque de El Encanto y la quebrada respectivamente (Figura 7).

Según el manual de uso del kit, el valor máximo permisible para turbidez en el agua potable debe ser menor a 5 JTU's, sobrepasándose en todos los sitios de muestreo durante el invierno y principalmente durante el mes de agosto, que fue cuando se dieron los valores mas altos.



A= Sitios con letra diferente, difieren estadísticamente entre épocas.

Figura 7 Comparación del nivel medio de turbidez en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.

Con una probabilidad  $\leq 0.05$  se puede decir que no hubo diferencias significativas estadísticamente entre las dos épocas por sitio de muestreo, pero si se puede observar el aumento de la turbidez en la época de invierno y en gran parte se debió al alto grado de pendiente de la cuenca asociado a una poca cobertura vegetal para que actúe como amortiguador en el proceso de contaminación; en la actualidad se cuenta con un área cercada en cada tanque, donde la vegetación apenas esta creciendo.

El sitio que presento más alta turbidez Promedio fue el tanque de El Encanto y esto se debió a que en el mes de agosto presento un nivel de 10.5 JTU's.

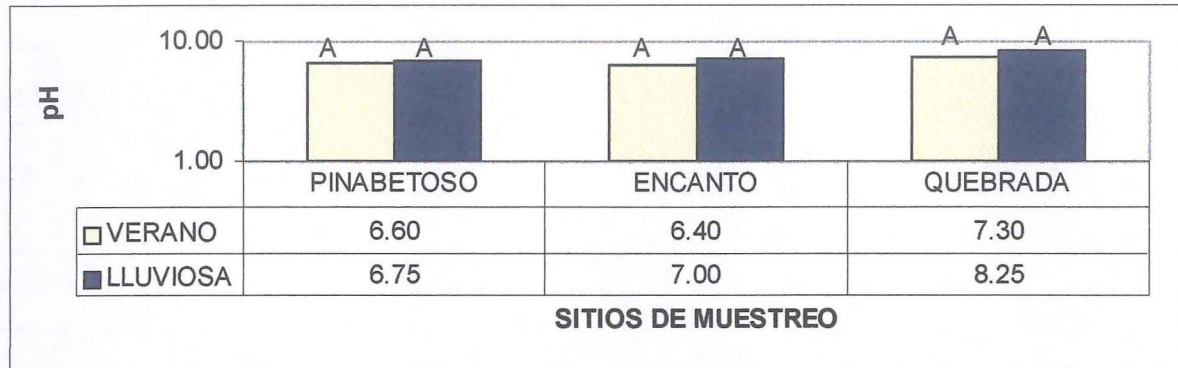
#### 4.2.5 Potencial de Hidrogeno (pH)

Con una probabilidad  $\leq 0.05$ , no se observaron diferencias significativas ente los promedios por época, presentando un bajo coeficiente de variación por sitio de 5.43%, 8.95 y 9.60 para el tanque de Pinabetoso, tanque de El Encanto y la quebrada respectivamente.

El pH promedio mayor en las dos épocas se obtuvo en la quebrada y en los otros dos sitios fue muy similar (Figura 8). Aunque no fue significativamente estadístico, se puede

observar una tendencia a aumentar el pH en la época de invierno y se puede deber a que la lluvia puede desplazar minerales y materia orgánica acumulados en verano y que contiene altas concentraciones de ácidos y que el pH se mide en unidades logarítmicas.

Los valores más bajos durante el verano se deben a que en verano existe un menor flujo de agua y una mayor combinación de compuestos y minerales acidificantes. Los valores de pH se encuentran dentro del rango permisible. Según el CEPIS (2001), para el agua potable es de 6.5 a 8.2.



A= Sitios con letra diferente, difieren estadísticamente entre épocas.

Figura 8. Comparación del pH promedio en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.

#### 4.2.6 Dureza

Con una probabilidad  $\leq 0.05$ , el ANDEVA no presentó diferencias significativas entre las dos épocas por sitio de muestreo, y se dio variación de este parámetro por sitio de muestreo de 15.13%, 36.36% y 15.34% para el tanque de Pinabetoso, tanque de El Encanto y la quebrada respectivamente; el mayor valor promedio de dureza se dio en la quebrada, durante la época de invierno y el mayor valor promedio para la época seca coincidió el tanque de Pinabetoso con la quebrada (Figura 9)

Existe una tendencia a que los valores sean mayores en verano que en invierno, a excepción del sitio de la quebrada antes de unirse con la quebrada Quirima, y es de entenderse ya que es punto de salida o boca de la microcuenca. Los mayores valores en verano se deben principalmente a la ausencia de lluvias en esta época, que limitan el flujo de nutrientes, materia orgánica y residuos de pesticidas que contienen altas concentraciones ácidas. Aumentando la tendencia del agua a tener altas concentraciones de iones de calcio, magnesio y carbonatos; que provocan un aumento en el pH y en la dureza del agua (American Water Works Association, 1968).

Los valores de dureza registrados no son considerados nocivos para la salud humana, sin embargo, podrían existir incrustaciones en el sistema donde el agua pasa por tubería de metal.

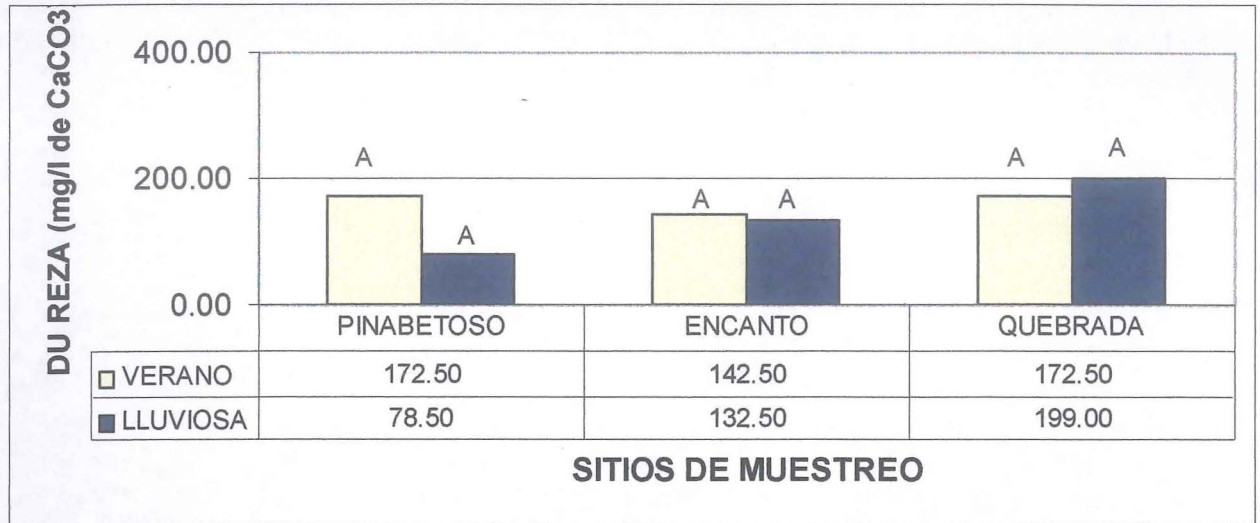
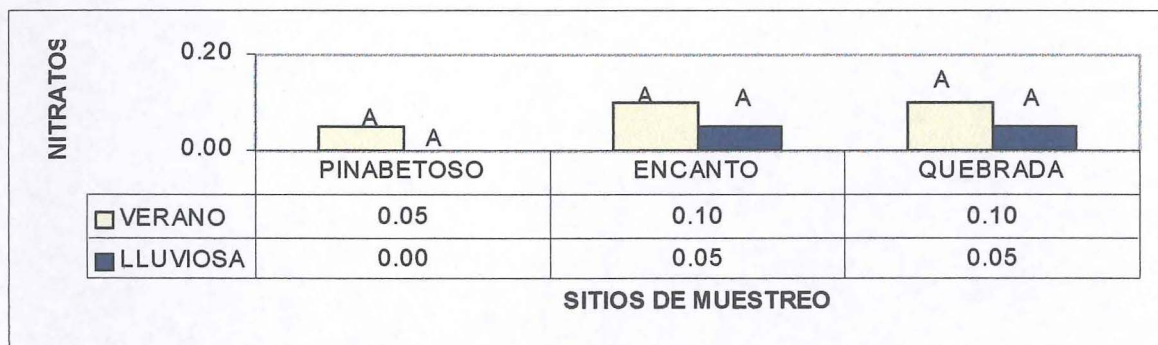


Figura 9 Comparación de la dureza promedio en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.

#### 4.2.7 Nitrato

Con una probabilidad  $\leq 0.05$ , el ANDEVA no presentó diferencias significativas entre las dos épocas por sitio de muestreo, presentando una variabilidad de 200% en el tanque de Pinabetoso y se debió principalmente al escaso numero de muestras en este sitio y que en los dos meses de invierno que se tomaron los datos el resultado fue de cero.

A pesar de que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre las dos épocas de cada sitio, se dio un mayor nivel de nitratos en la época de verano, se debe principalmente a la ausencia de lluvias en este periodo, que hacen que halla un menor flujo de agua ocasionando una alta se concentra mas los diferentes compuestos que se hallan en el agua (Figura 10).



A= Sitios con letra diferente, difieren estadísticamente entre épocas.

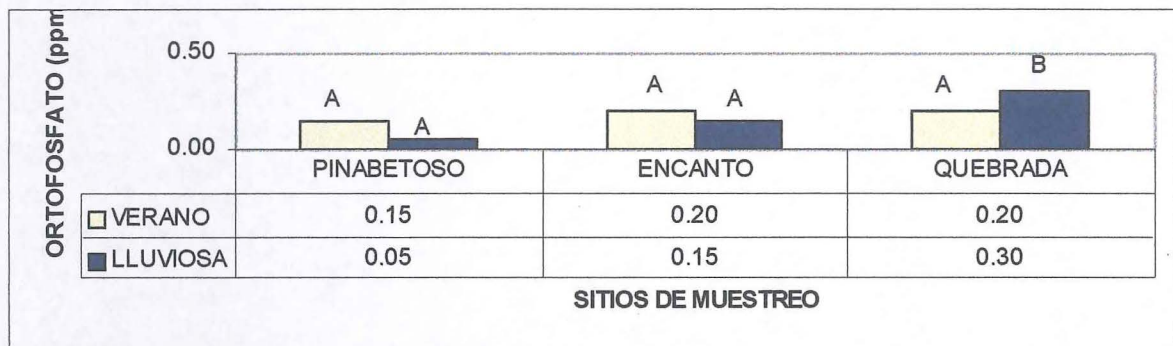
Figura 10. Comparación del contenido medio de nitratos en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.

Los niveles de nitratos encontrados en el agua no sobrepasan lo recomendado por el CEPIS para el agua destinada para consumo humano menos de 10 ppm.

#### 4.2.8 Ortofosfato

Con una probabilidad de  $P \leq 0.05$ , no se encontraron diferencias entre las dos épocas por sitio de muestreo, a excepción del sitio de la quebrada o boca de la microcuenca, donde vario el contenido medio de ortofosfatos, siendo mayor en invierno y se puede deber a que por ser el punto de salida de la microcuenca, asociado con las altas precipitaciones que causen esta diferencia (Figura 11)

Aunque el nivel aceptable de ortofosfatos es menor 0.1 ppm, podemos decir que los niveles medios que se presentaron no son nocivos para la salud.



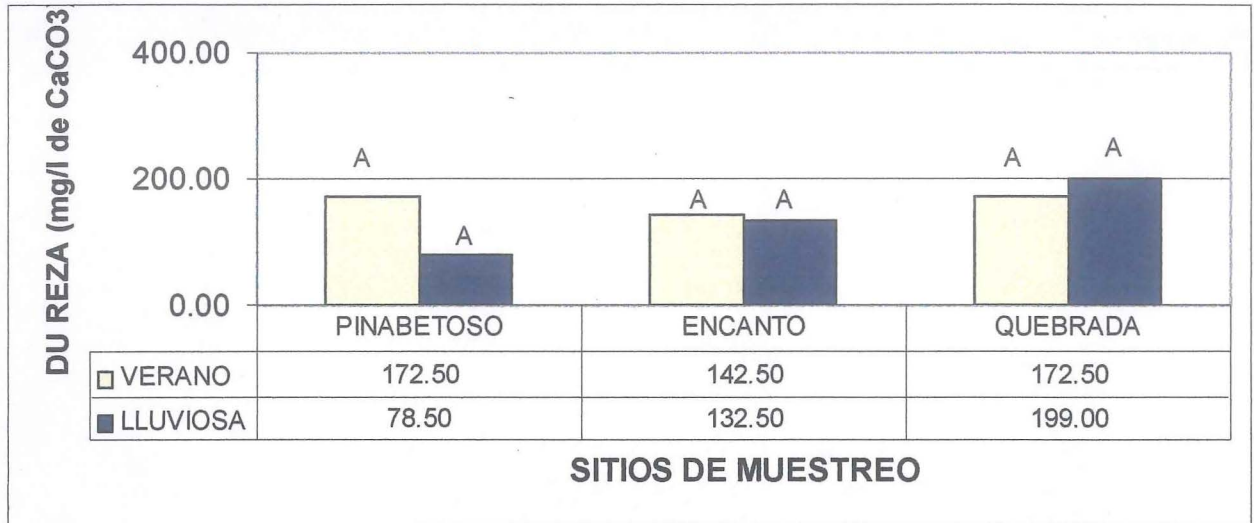
A= Sitios con letra diferente, difieren estadísticamente entre épocas.

Figura 11 Comparación del contenido medio de ortofosfatos en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.

#### 4.2.9 Oxígeno disuelto (ppm)

En el caso de este parámetro no se hizo el análisis estadístico por la escasez de datos, durante los meses de mayo, junio y julio, el nivel se mantuvo por encima de lo recomendado por el CEPIS, el cual debe ser mayor de 5 ppm en los sitios de el tanque de El Encanto, Guineos y la quebrada; mientras que para el mes de agosto los niveles de medios de oxígeno disuelto fueron demasiado bajos para el tanque de Pinabetoso, tanque de El encanto y la quebrada, para el tanque de los Guineos no se contó con el resultado de este sitio (Figura 12).

El comportamiento de esta variable se pudo deber a las altas precipitaciones durante el mes de agosto asociado con el alto nivel de pendiente y la falta de cobertura vegetal que hace que los niveles de escorrentía sean mayores, ocasionando una alta presencia de materia orgánica en el agua, lo que disminuye el oxígeno disponible en el agua.



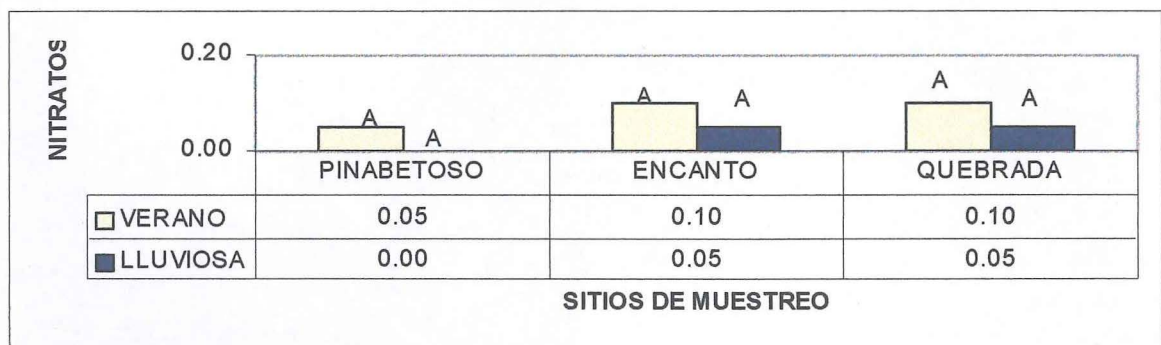
A= Sitios con letra diferente, difieren estadísticamente entre épocas.

Figura 9 Comparación de la dureza promedio en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.

#### 4.2.7 Nitrato

Con una probabilidad  $\leq 0.05$ , el ANDEVA no presentó diferencias significativas entre las dos épocas por sitio de muestreo, presentando una variabilidad de 200% en el tanque de Pinabetoso y se debió principalmente al escaso número de muestras en este sitio y que en los dos meses de invierno que se tomaron los datos el resultado fue de cero.

A pesar de que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre las dos épocas de cada sitio, se dio un mayor nivel de nitratos en la época de verano, se debe principalmente a la ausencia de lluvias en este periodo, que hacen que halla un menor flujo de agua ocasionando una alta se concentra mas los diferentes compuestos que se hallan en el agua (Figura 10).



A= Sitios con letra diferente, difieren estadísticamente entre épocas.

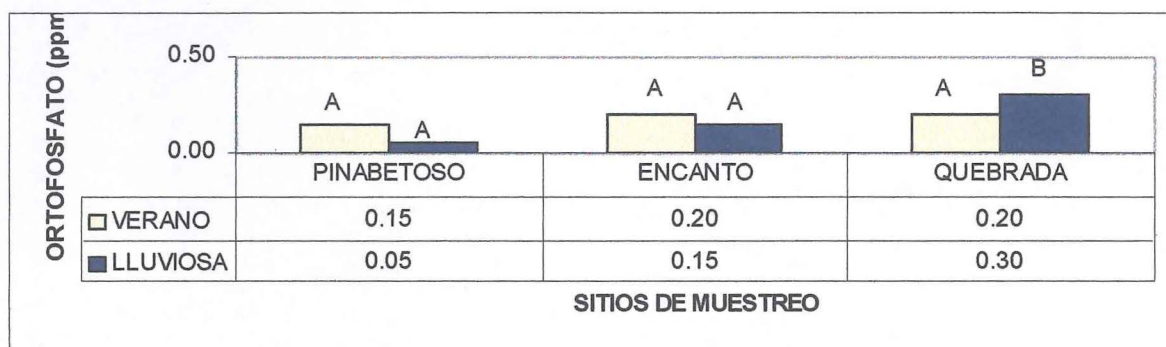
Figura 10. Comparación del contenido medio de nitratos en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.

Los niveles de nitratos encontrados en el agua no sobrepasan lo recomendado por el CEPIS para el agua destinada para consumo humano menos de 10 ppm.

#### 4.2.8 Ortofosfato

Con una probabilidad de  $P \leq 0.05$ , no se encontraron diferencias entre las dos épocas por sitio de muestreo, a excepción del sitio de la quebrada o boca de la microcuenca, donde vario el contenido medio de ortofosfatos, siendo mayor en invierno y se puede deber a que por ser el punto de salida de la microcuenca, asociado con las altas precipitaciones que causen esta diferencia (Figura 11)

Aunque el nivel aceptable de ortofosfatos es menor 0.1 ppm, podemos decir que los niveles medios que se presentaron no son nocivos para la salud.



A= Sitios con letra diferente, difieren estadísticamente entre épocas.

Figura 11 Comparación del contenido medio de ortofosfatos en cada época por sitio de muestreo de la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.

#### 4.2.9 Oxígeno disuelto (ppm)

En el caso de este parámetro no se hizo el análisis estadístico por la escasez de datos, durante los meses de mayo, junio y julio, el nivel se mantuvo por encima de lo recomendado por el CEPIS, el cual debe ser mayor de 5 ppm en los sitios de el tanque de El Encanto, Guineos y la quebrada; mientras que para el mes de agosto los niveles de medios de oxígeno disuelto fueron demasiado bajos para el tanque de Pinabetoso, tanque de El encanto y la quebrada, para el tanque de los Guineos no se contó con el resultado de este sitio (Figura 12).

El comportamiento de esta variable se pudo deber a las altas precipitaciones durante el mes de agosto asociado con el alto nivel de pendiente y la falta de cobertura vegetal que hace que los niveles de escorrentía sean mayores, ocasionando una alta presencia de materia orgánica en el agua, lo que disminuye el oxígeno disponible en el agua.

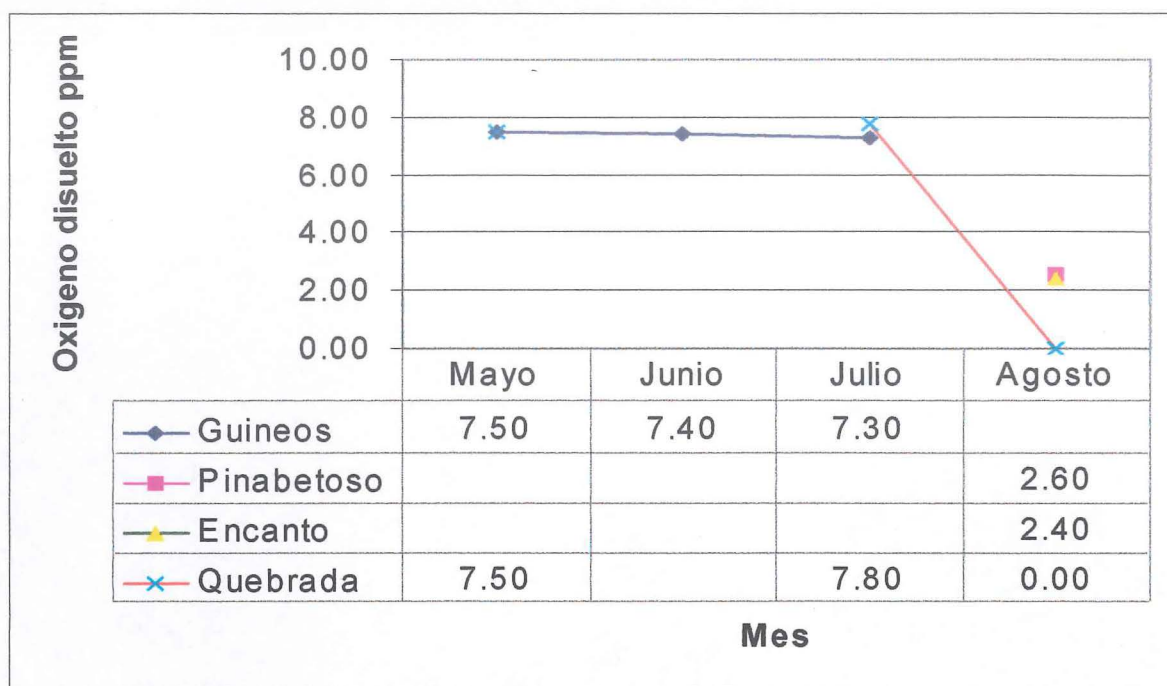


Figura 12 Niveles de oxígeno disuelto en cada sito por mes para la microcuenca El Encanto, Comayagua, Honduras.

### 4.3 ANALISIS DE PROBLEMAS DE LAS MICROCUENCA EL ENCANTO, COMAYAGUA HONDURAS.

#### 4.3.1 Priorización de problemas

Se tomó como punto de partida los principales problemas identificados en otros talleres, quedando con la libertad de adicionar mas; luego se sometieron a votación los 8 principales problemas. La herramienta que se uso para hacer la votación, fue que a cada participante se le dieron tres granos de café y con la libertad de colocar uno, dos o los tres granos en el problema que creían de mayor importancia (Cuadro 7).

Cuadro 7. Número de votos para los principales problemas de la microcuenca El Encanto, Honduras

PROBLEMA	VOTOS
Letrinas, no uso, en mal estado o no hay	19
Mal uso de abono orgánico	2
Vagancia de animales	7
Lavaderos de ropa	5
Cercos en mal estado	13
Mal diseño de caminos	7
Deforestación	0
Red de distribución en mal estado	0

### 4.3.2 Análisis de actores involucrados

**4.3.2.1 Lista de actores.** Para la identificación de los actores se partió de los resultados de talleres anteriores y esta es la lista:

**Patronatos:** Canalizan la mayoría de las ayudas a la comunidad. con la  **junta de agua** juega un papel importante ya que siempre trabajan en coordinación.

**Club de amas de casa:** Es mas un grupo de apoyo en las actividades que se realizan en la comunidad.

**Asociación de productores:** Ayuda o colabora e incentiva a que los productores se agremien para que tengan un mejor precio por sus productos.

**Grupos religiosos:** Se cuenta con la presencia de la Iglesia católica y evangélica en las comunidades y ambos grupos son altamente respetados.

**Comité de emergencia:** Actúa mas cuando se presentan emergencias sanitarias

**Productores individuales y beneficiarios del sistema de agua:** Son los mayores beneficiarios de los servicios de la cuenca y en la mayoría de las veces ayudan con la mano de obra.

**Sociedad de padres de familia:** Representan al sector educativo el cual es de vital importancia en cualquier proceso de cambio que se quiera hacer en estas comunidades, además es una organización con bastante peso.

**Municipalidad:** Tienen poca presencia en la comunidad

**Escuelas:** Son el pilar fundamental para enfocar el plan de educación del joven de hoy y así evitar castigar al hombre del mañana.

**USDA, Ayuda en Acción y ONG's:** Estos grupos tienen una presencia fuerte en la region y trabajan en el fomento de diferentes proyectos, cuentan con el apoyo de la comunidad

**COHDEFOR:** Es la encargada de velar por el recurso forestal, pero tiene poca presencia en la comunidad

**FUNBANHCAFE:** Ayuda con asistencia técnica y financiamiento para los caficultores

Lo grupos que se encuentran en el cuadrante de baja importancia y baja influencia es por que han perdido importancia ya que han dejado de tener funcionalidad y respeto dentro de las comunidades ( Cuadro 8).

En el cuadrante de alta importancia y baja influencia se encuentran tres organizaciones de un fuerte peso dentro de las comunidades pero que su radio de acción no se extiende mas allá de los límites de la comunidad, sin embargo es importante trabajar con ellas ya que pueden difundir cualquier información dentro de la comunidad y animar a la gente a unirse a los trabajos que sean necesarios dentro del proyecto.

En el cuadrante de baja importancia y alta influencia tenemos al comité de emergencias, ya que su efecto se hace mas notorio en el caso de presentarse, epidemias y emergencias sanitarias, son los encargados de ver los efectos del monitoreo de calidad de agua y el manejo o uso del suelo, como lo son los desplazamientos de tierra.

Cuadro 8. Matriz de importancia e influencia de los actores involucrados en el mejoramiento de la microcuenca El Encanto, Comayagua Honduras.

<b>Alta importancia</b>	<b>Alta importancia</b>
<b>Baja influencia</b>	<b>Alta influencia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Club de amas de casa</li> <li>* Beneficiarios del sistema</li> <li>* Sociedad de Padres de Familia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Patronatos</li> <li>* Junta de agua</li> <li>* USDA</li> <li>* Escuelas.</li> <li>* Municipalidad</li> <li>* ONG's</li> <li>* COHDEFOR</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Asociación de productores</li> <li>* Grupos religiosos</li> <li>* Productores individuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Comité de emergencia</li> </ul>
<b>Baja importancia</b>	<b>Baja importancia</b>
<b>Baja influencia</b>	<b>Alta influencia</b>

El cuadrante de alta importancia y alta influencia es con el cuadrante dónde se deben empezar las acciones ya que son aquellas organizaciones e instituciones que son muy aceptadas dentro de las comunidades y que además tienen la capacidad de apoyar muchas de las acciones que se plantean dentro del plan. Muchos de estos actores están de forma permanente en la zona y son los que deben ser responsables de las acciones que son mas a largo plazo, y aquellos actores que no son permanentes deben de colaborar en las acciones que se desarrollen mientras permanezcan en la zona, como es el caso de: Universidad de Cornell, USDA, Zamorano y ONGs.

**4.3.2.2 Próximos pasos:** Ya con los actores y problemas identificados y analizados, el siguiente paso fue concretar todo en una matriz útil para la comunidad y el proyecto, en la cual se localizaron los próximos pasos a seguir para la solución de los problemas y que actores serían los encargados de ejecutar ese próximo paso, además, se coloca el rango de capacidad del actor para desarrollar el paso y si es necesario de que reciba capacitación.

El rango de capacidad fue: Alto, medio y bajo.

Para el desarrollo de esta actividad se dividieron en 5 grupos donde cada grupo analizó un problema por separado y al final paso un representante de cada grupo a exponerlo (Cuadro 9).

De acuerdo con el cuadro nueve, la comunidad tiene un alto rango de capacidad para realizar las actividades, pero se hace necesario un entrenamiento o capacitación en la manera de cómo gestionar proyectos ante autoridades, ONG's y demás instituciones que les puedan brindar ayuda.

Cuadro 9. Matriz de próximos pasos a realizar en la microcuenca El Encanto, Comayagua Honduras.

PROBLEMA	PROXIMOS PASOS	ACTORES	RANGO DE CAPACIDAD	POR QUE	ENTRENAMIENTO
Letrinas (mal uso, mal estado o no hay.	Gestionar, Hacer un estudio. Reubicación de letrinas. Reparación. Solicitar ayuda interna y externa. Convocar a grupos de apoyo comunitario.	Patronatos. Junta de agua C. emergencia Municipalidad Plan internacional Ayuda en Acción Salud publica	Alto Alto Medio Alto  Alto  Alto alto	Por que tiene las herramientas y los medios para realizar las actividades.	Capacitar a grupos de la comunidad en la elaboración de proyectos de gestión.
Vagancia de animales	-Reparar cercas en los limites de la microcuenca. -Concientizar a los dueños de los animales -Ordenanzas Municipales -Sembrar barreras vivas en el perímetro de la microcuenca -Evitar o reubicar caminos que pasen por el área de reforestación	Junta de Agua Patronato Beneficiarios  Dueños de animales Dueños de propiedades colindantes al área de reforestación. Municipalidad	Alto Alto Alto  Alto  Alto Medio	Responsables del manejo del sistema Consumidores directo y son los afectados Son los dueños	Es mas de concientización para poder lograr el bienestar de la comunidad
Lavaderos de ropa	Identificarlos Reubicación Caso Extremo cancelar servicio de agua	Propietarios de los lavaderos mal ubicados Junta de agua	Alta	Por un lado unos son los que están contaminado y los otros son los encargados de hacer cumplir y sancionar	Concientizar a los propietarios

PROBLEMA	PROXIMOS PASOS	ACTORES	RANGO DE CAPACIDAD	POR QUE	ENTRENAMIENTO
Mal estado de cercos	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Reparar cercas</li> <li>-Gestionar con instituciones</li> <li>-Vigilantes del área</li> <li>-Concientizar a la gente en el manejo de las áreas protegidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Junta de Agua</li> <li>Patronato y comunidad en general</li> <li>Ayuda en acción</li> <li>Care Internacional</li> <li>USDA</li> <li>Municipalidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta</li> <li>Alta</li> <li>Alta</li> <li>Baja</li> <li>Alta</li> <li>Alta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejan el sistema de aguas</li> <li>Gestionan el proyecto</li> <li>Presencia activa en la comunidad</li> <li>Perdieron presencia en la comunidad</li> <li>Responde a las necesidades de la comunidad</li> <li>Como apoyo en las gestiones hechas por la comunidad</li> </ul>	Para redactar documentos para gestionar proyectos
Mal diseño de caminos	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Reubicar caminos</li> <li>-Colocar rótulos con mensajes de concientización</li> <li>-Reubicar las viviendas de la parte alta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Patronatos</li> <li>Juntas de agua</li> <li>Municipalidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta</li> <li>Baja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta credibilidad y se cuenta con el personal</li> <li>Le da poca importancia a este problema</li> </ul>	Si en como hacer los proyectos de gestión.

## 5. CONCLUSIONES

El Agua recolectada en los tanques donde se desarrollo el estudio no es apta para el consumo humano sin un tratamiento previo.

La contaminación alrededor de estos tanques y /o manantiales, probablemente este influenciada por las condiciones de mal manejo asociado con la degradación de los recursos naturales.

Los análisis de turbidez del agua demuestran que esta influenciada por la época de lluvia, producto del aumento del flujo superficial de agua.

El alto grado de pendiente y las inadecuadas practicas de manejo en suelos de ladera, podrían estar influenciando el alto grado de turbidez del agua.

Los análisis en las diferentes salidas o boca de la microcuenca, muestran un aporte alto de contaminantes para las comunidades aguas abajo.

La presencia de coliformes totales y fecales en las llaves domiciliarias de la microcuenca El Encanto y en los tanques de distribución, demuestran el mal manejo del agua en los tanques y las posibles fallas que pueda presentar el sistema de distribución, que permiten el contacto con aguas contaminadas.

El poco conocimiento acerca de la gestión de proyectos de desarrollo por parte de las comunidades de la microcuenca El Encanto, limitan el desarrollo de los planes de manejo de cuencas.

## 6. RECOMENDACIONES

Elaborar e implementar un plan de monitoreo de aguas con las instituciones educativas encargadas del uso del equipo de muestreo La Motte®.

Fortalecer los cercos ubicados alrededor de los tanques y fuentes de aguas y reubicar los caminos que cruzan por estas zonas.

Capacitar a las juntas de agua en la elaboración de proyectos para gestionar recursos ante ONG's e instituciones estatales.

Hacer un estudio para determinar la disponibilidad de pago por el servicio del agua, para generar fondos que ayuden en el manejo y mantenimiento de las fuentes de agua.

Capacitar a las amas de casa en el manejo del agua en el hogar y los efectos que podría tener esta en las salud de la familia.

Capacitar a las juntas de agua de cada microcuenca para hacer un eficaz procesos de coloración en base al caudal recibido.

Realizar un estudio que analice mas a fondo el componente social, para fortalecer este estudio de monitoreo de la calidad del agua.

Impulsar la cooperación y ayuda interinstitucional, para que sea mas factible y eficiente la restauración y protección de la cuenca

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ALONSO G. 2000. Caracterización de la Extensión y la Asistencia Técnica. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. 150p.
- ARMAS, V.H. 2001. Crisis del agua-crisis de la vida. (en línea). Ecuador, consultado 7 ago. 2001. Disponible en [www.utc.edu.ec/Alma Mater/Revista 6/CRISIS DEL AGUA.html](http://www.utc.edu.ec/Alma_Mater/Revista_6/CRISIS_DEL_AGUA.html)
- AWWA American Water Works Association, US. 1968. Agua su calidad y tratamiento. Trad. JM Verrey. México DF. Editorial Hispano-América. 564 p.
- AWWA American Water Works Association, US. 1992. Standard methods: for the examination of water and waste water. 18 ed. Washington, DC. 1100p.
- BARBOUR, E. 1975. Multi Objective Water Resource Planning. Second World Congress on Water Resource Planning. International Water Resources Association, Diciembre 17, 1975. New Delhi, India. 35p
- CAUVIN, F.; DIDIER, G. 1986. La contaminación del agua. Universidad de Monterrey. México, D.F. 231p.
- CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente). 2001. Calidad del agua: Guías OMS para la calidad del agua de bebida Accesado 7-8-2001. Disponible en [www.cepis-oms.htm](http://www.cepis-oms.htm)
- CONAF (Corporación Nacional Forestal, CL). 2001. Recursos Forestales (en línea). Chile. Consultado 5 de mayo del 2001. Disponible en [http://www.conaf.cl/html/recursos/ord\\_cuencas1.html#up](http://www.conaf.cl/html/recursos/ord_cuencas1.html#up)
- CONAM (Consejo Nacional del Ambiente, PE). 1999. Contaminación del ambiente. Lima, Perú. CONAM. 80p.
- CUI Asociación Civil sin fines de lucro Centro Uruguay Independiente, UY. 2001. La cultura de las ERRES (en línea). Montevideo, UY. Consultado 8 de mayo del 2001. Disponible en <http://www.erres.org.uy/agua.htm>
- DAUBENMIRE, R.F. 1998. Ecología vegetal. Universidad Estatal de Washington. Editorial Limusa, 446p.

- DICCIONARIO DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 1991. Madrid. Editorial Espasa.
- DOYLE, P.; LEE.M. 1999. La importancia de la identificación y participación de los interesados II Curso Internacional de Manejo Integrado y Sostenible de Cuencas Hidrográficas (30 agosto-3 de septiembre, 1999). Zamorano Honduras. 20p.
- ENEE (Empresa Nacional de Energía Eléctrica, HN). 2001 Promedio de precipitación mensual (1993-2001) del municipio de Ojos de Agua)
- EPA Enviromental Protection Agency. US. 1985. Guidance for State Water Monitoring and Wasteload Allocation Programs, EPA 440/ 4-85-031, Washington, DC.
- ESNACIFOR- AID. 2000( Escuela Nacional de Ciencias Forestales, HN; Ayuda Internacional para el desarrollo, US). Proyecto de Desarrollo Forestal. Curso Conceptos Generales del Manejo de Cuencas. Honduras. 64p.
- FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT. 2000. Agua para alimentar el mundo (en línea). Consultado 6 Jul. 2001. Disponible en <http://www.fao.org/NOTICIAS/2000/000306-s.htm>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1977. Calidad de agua para la agricultura. FAO. 85p.
- FERNADEZ, R. 1998. Contaminación del agua. Paraguay. 150p.
- FAUSTINO, J. 1996. Experiencias del proyecto de rehabilitación del río las cañas, informe técnico del proyecto RENAR/ Manejo de cuencas, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 145p.
- FORBES, F. J. Y R. C. HODGES. 1971. New approaches to comprehensive planning in Canada. Water Resources Bulletin. Vol. 7, N° 5.
- GALVES, E. 1994. Reflexiones Teorico- Metodologicas sobre la metodología participativa, Seminario-Taller de Estrategias de investigación participativa, Zamorano, Honduras. p. 34-38
- GEILFUS, F. (1998), 80 Herramientas para el Desarrollo Participativo, Diagnóstico, Planificación, Monitoreo, Evaluación. GTZ/IICA – Holanda/LADERAS C.A. San Salvador, El Salvador. 208 p.
- GUERRERO, G.; VILLALOBOS; G. 1998. Consejos de cuencas (en línea). México. D.C. Comisión Nacional del Agua. Consultado 4 abr. 2001. Disponible en <http://www.cna.gob.mx/portal/switch.asp?param=5000>

- GÜITRON, A. 1998. Visión Mundial del agua (en línea). México D.C., Consultado 7 ago. 2001. Disponible en <http://imta.mx/otros/boletin/julio2k/visionag.html>
- GUNTHER, F. 1996. La calidad del agua potable en América Latina. Agua y salud en América Latina y El Caribe: enfermedades infecciosas transmitidas por el agua. Ed. Organización Panamericana para la Salud. US. p. 51-61
- ITDG, Oficina Regional para Anearía Latina. 2001. Escuela Kamayocs: capacitación (en línea). Consultado 8 mayo 2001. Disponible en <http://www.itdg.org.pe/programa/riego/Capacita.htm>.
- LEE, M. 1995, Manejo integrado de cuencas hidrográficas. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 165p
- KARLIN, U; NUSSBAUMER, T. y TOMASINI, D. 1998. Conocimientos y Tecnologías tradicionales en el marco de la convención de lucha contra la desertificación. Argentina. CETAR (Centro de Estudios sobre Tecnologías Apropriadas de la Argentina). 35p.
- MONCADA, J. 1999. Monitoreo, colección y manejo de muestras de agua. Zamorano, Honduras. 8p.
- MILLER, T. 1994. Ecología y medioambiente. México D.C., Grupo editorial Ibero America, 250p.
- MINISTERIO DE COMUNICACIONES, OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTE, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1990. Hojas cartográficas de los departamentos de Comayagua, Cortés y Yoro. Escala: 1:50,000. Color. (Hojas. Montañuelas, La libertad, El Rosario, Vallecillo. Serie. 2660 I; 2660 II; 2659 I; 2759 IV).
- NACIONES UNIDAS. 1970. Integrated River Basin Development, Estados Unidos. New York. 56p.
- NACIONES UNIDAS. 1972. Water Resources Project Planning. Economic Commission for Asia and the Far East. Water Resources. Estados Unidos. New York. Series No. 41.
- OEA (ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS, US) 1978. Calidad Ambiental y Desarrollo de Cuencas Hidrográficas: un Modelo para Planificación y Análisis Integrados. Estados Unidos. Washington, D.C, OEA. 150p.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud, US). 1998. Agua de calidad en la escuela. Washington, 78p.

- QUIRÓS, O. Y BOLAÑOS, O. 1996. Metodología para la Extensión Agropecuaria y Forestal. UNED, San José, Costa Rica. 80p.
- RAMAKRISHMA, B. 1997. Estrategias de Extensión para el Manejo integrado de Cuencas Hidrográficas: Conceptos y experiencias. IICA. San José, C.R. 315p.
- SILVA, M.A. 1998. Hidrología básica. Santa Fe de Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia, 280p.
- UNIVERSIDAD DE COCHABAMBA, BO. 1998. Dialogo intercultural en la generación y transferencia de conocimientos y tecnologías. Boletín agro ecología y saber campesino no. 14.
- USDA Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, US. 2001. Planes de rehabilitación de sitios críticos y planes de monitoreo de aguas. Tegucigalpa , Honduras. 51p.
- U.S. WATER RESOURCES COUNCIL. 1973. Water and Related Land Resources. Establishment of Principles and Standards for Planning. Federal Register. Monday, September 10, 1973. Vol. 38. No. 174. Part III.
- ZAMORANO. 1993. El por que de la participación. In Memoria del seminario-taller acerca de la investigación participativa, Honduras. 58p.
- ZORA, J. 1998. Apuntes de hidrogeología. Chile. Departamento de Minas Universidad de Acatama. 45p.

## 8. ANEXOS

**ANEXO 1,- Resultados de los parametros de calidad de agua analizados en  
la microcuenca de rio Salitroso, municipio de La Libertad**

Los meses de marzo a junio no se monitoreo usando el kit y par el mes de septiembre  
no se conto con el resultado de los muestreos hechos con el kit.

MES	SITIO	C.TOTALES (UFC/100ml)	C.FECALES (UFC/100ml)	OXIGENO DISUELTO (ppm)	TEMPERATURA (°C)	TURBIDEZ (JTU)	pH	DUREZA (ppm)	NITRATO (ppm)	ORTOFOSFATO (ppm)
MARZO										
ABRIL	Los laureles (nacimineto)	124	96							
	La libertad, represa	680	52							
	Antes Entronque Rio frio	2,730,000	830,000							
MAYO	Los laureles (nacimineto)	700	333							
	La libertad, represa	6,900	2,700							
	Antes Entronque Rio frio	3,800,00	486,667							
JUNIO	En este mes no se realizo muestreo									
JULIO	Los laureles (nacimineto)	120	20	6.8	17	0	7	>200	0	0.1
	La libertad, represa			6.2	18	0	8	181	0	0
	Antes Entronque Rio frio	1,264,000	284,000	5.7	23.5	25	7.5	198	0	0.4
AGOSTO	Los laureles (nacimineto)	1,200	800							
	La libertad, represa	2,000	400							
	Antes Entronque Rio frio	10.4*10^6	36*10^5							
SEPTIEMBRE	Los laureles (nacimineto)	468	104							
	La libertad, represa	1,600	120							
	Antes Entronque Rio frio	2,016*10^3	1,432*10^3							



ANEXO3.- Resultados de los parámetros de calidad de agua analizados en  
El municipio de San Jerónimo microcuenca Las Dantas (Dantas y Delicias) y  
la microcuenca El Muerto (Jacintillo, 5 Comunidades y punto base).

MES	SITIO	C.TOTALES		FECALES (UFC/100ml)	OXIGENO (ppm)	DISUELTO (°C)	TEMPERATURA (JTU)	TURBIDEZ (JTU)	pH	DUREZA (ppm)	NITRATO (ppm)	ORTOFOSFAT (ppm)	ORGANOFOSFORADOS (ug/l)	ORGANO CLORADOS (ug/l)			
		(UFC/100ml)	(UFC/100ml)											Beta BHC	Gamma	Heptaclo	ppDDT
MARZO	Jacintillo/presa	40	0	3.5	21	0	6.5	28	0	0							
	Aqua 5 comuni	124	40	4.8	23	10	6.5	12	0	0							
	Punto base	160	40	4	22	5	6.5	34	0	0							
	Danta represa	20	4	6	21	5	7	35	0	0							
	Delicias	28	4	5.8	21	15	7	42	0	0							
ABRIL	Jacintillo/presa	120	44	4.5	19	5	6.5	26	1	0							
	Aqua 5 comuni	48	40	5.4	19	15	6.5	18	0	0							
	Punto base	140	40	4.3	20	5	7	36	0	0							
	Danta represa	68	0	6.6	22	5	7.5	35	0	0							
	Delicias	120	0	5.6	22	5	6.5	47	0	0							
MAYO	Jacintillo/presa	1,000	33	5	19	10	6.5	38	0	0							
	Aqua 5 comuni	667	167	6	20	10	7	18	0	0	ND		0.006	0.0009	0.004	0.003	
	Punto base	567	20	4.5	19	15	6.5	40	0	0							
	Danta represa	133	0	6	18	15	7	25	0	0							
	Delicias	100	7	5	21	25	6.5	42	0	0							
El analisis de organoclorados y organo fosforados solo se tomo en el sitio de agua para 5 comunidades																	
ND: No se detecto																	
Valores normales de organoclorados (ug/l)																	
Beta BHC 2.00																	
Gamma BHC 2.00																	
Heptaclo 0.03																	
ppDDT 2.00																	
JUNIO	Jacintillo/presa	67	0				NS										
	Aqua 5 comuni	233	100	6.2	22	15	7	40	0	0							
	Punto base	667	67	5.5	22	5	7	30	0	0							
	Danta represa	0	0	6	22	5	7	20	0	0							
	Delicias	33	3	4	22	15	6.5	44	0	0							
En este mes no se utilizo el kit y no se conto con el analisis de agroquimicos																	
JULIO	Jacintillo/presa	36	0	5	19	15	6.5	42	0	0							
	Aqua 5 comuni	160	8	6.2	21	40	7.5	22	0	0	ND		ND	ND	ND	ND	
	Punto base	140	32	5.5	18	15	7	35	0	0							
	Danta represa arados			6	22	5	7	20	0	0							
	Delicias			4	22	15	6.5	44	0	0							
AGOSTO	Jacintillo/presa	120	40	5	18	10	6.5	32	1	0							
	Aqua 5 comuni	240	8	6.2	18	35	7	16	0	0	ND		0.003				
	Punto base	100	80	4.3	17	10	6.5	42	0	0							
	Danta represa arados			6.7	24.5	5	8	45	0	0							
	Delicias			6.9	24.2	5	8	47	0	0							
SEPTIEMBRE	Jacintillo/presa	80	4	5	19	10	6.5	38	0	0							
	Aqua 5 comuni	160	4	5.4	19	15	6.5	18	0	0							
	Punto base	96	8	4.5	19	15	6.5	40	0	0							
	Danta represa	4	0	6	18	15	7	25	0	0							
	Delicias	24	0	5	21	25	6.5	42	0	0							

ANEXO 4.- Resultados de los parámetros de calidad de agua analizado en los 13 sitios  
De la microcuenca El Encanto y Los Achiotos, municipio de Ojos de Agua

En la quebrada los Achiotos en sus tres puntos solo se muestreo para coliformes

MES	SITIO	C.TOTALES (UFC/100ml)	C.FECALES (UFC/100ml)	OXIGENO DISUELT (ppm)	TEMPERATURA (°C)	TURBIDEZ (JTU)	pH	DUREZA (ppm)	NITRATO (f.p.m)	ORTOFOSFATO (ppm)
MARZO	Los Guineos (tanque)	200	200							
	Pinabetoso (tanque)	68	0							
	Encanto (tanque)	32	0							
	Quebrada	4,520	280							
	Llave 1									
	Llave 2									
	Llave 3									
	Llave 4									
	Llave 5									
	Llave 6									
	Achiotos San rafael	1,152	88							
	Achiotos Agua blanca	4	0							
	Achiotos, Corralitos									
ABRIL	Los Guineos (tanque)	800	400							
	Pinabetoso (tanque)	8	4							
	Encanto (tanque)	52	0							
	Quebrada	400	120							
	Llave 1									
	Llave 2									
	Llave 3	10	0							
	Llave 4	300	0							
	Llave 5	670	70							
	Llave 6	400	70							
	Achiotos San rafael	2,320	792							
	Achiotos Agua blanca	56	52							
	Achiotos, Corralitos	12	12							
En el mes de abril las muestras de las llaves 1 y 2 se contaminaron y no se utilizo el kit										
MAYO	Los Guineos (tanque)			7.5	17	0	6.3	160	0	0.1
	Pinabetoso (tanque)	527	180	no hay condiciones	21	0.5	6.5	170	0.1	0.2
	Encanto (tanque)	133	33	no hay condiciones	22	0	6.5	14	0.1	0.2
	Quebrada	3,333	3,333	7.5	30	0.5	8.3	200	0.1	0.2
	Llave 1									
	Llave 2									
	Llave 3	500	300							
	Llave 4	800	267							
	Llave 5	5,667	2,000							
	Llave 6	3,433	1,567							
	Achiotos San rafael									
	Achiotos Agua blanca									
	Achiotos, Corralitos									
La muestras de los Achiotos se contaminaron.										
JUNIO	Los Guineos (tanque)	1,760	1,080	7.4	18	0.5	6.2	165	0.2	0.1
	Pinabetoso (tanque)	333	333	no hay condiciones	21	0.5	6.7	175	0	0.1
	Encanto (tanque)	67	10	no hay condiciones	21	0.5	6.3	14.5	0.1	0.2
	Quebrada	16,000	6,400	7	20	0.5	8.1	180	0.1	0.2
	Llave 1	796	476							
	Llave 2									
	Llave 3	140	134							
	Llave 4	333	233							
	Llave 5	26,667	16,667							
	Llave 6									
	Achiotos San rafael	3	0							
	Achiotos Agua blanca	117	13							
	Achiotos, Corralitos	2,300	1,000							

MES	SITIO	C.TOTALES (UFC/100ml)	C.FECALES (UFC/100ml)	OXIGENO DISUELTO (ppm)	TEMPERATURA (°C)	TURBIDEZ (JTU)	pH	DUREZA (ppm)	NITRATO (ppm)	ORTOFOSFATO (ppm)
JULIO	Los Guineos (tanque)	80	12	7.3	19	0	6.4	200	0	0
	Pinabetoso (tanque)	80	8	no hay conciones	20	0.5	7	95	0	0.1
	Encanto (tanque)	56	0	no hay conciones	26	0.5	6.5	180	0.1	0.1
	Quebrada	1,640	1,200	7.8	28	0.5	8.5	198	0.1	0.3
	Llave 1	96	4							
	Llave 2	12	4							
	Llave 3	200	24							
	Llave 4	400	12							
	Llave 5	5,600	800							
	Llave 6	6,000	1,680							
	Achiotos San rafael	1,600	40							
	Achiotos Agua blanca	424	292							
	Achiotos, Corralitos	560	116							

Los datos que no se muestran es por contaminación de la muestra al momento de llevarla al laboratorio.  
En las llaves solo se tomo la informacion referenta a coliformes totales

AGOSTO	Los Guineos (tanque)	3,600	1,600							
	Pinabetoso (tanque)	12,400	3,600	2.6	24	10	6.5	62	0	0
	Encanto (tanque)	240	40	2.4	26	20	7.5	85	0	0.2
	Quebrada	4,000	1,200	0	24	10	8	200	0	
	Llave 1	1,880	840							
	Llave 2	2,560	120							
	Llave 3	1,880	1,680							
	Llave 4	3,600	1,640							
	Llave 5	4,800	800							
	Llave 6	8,000	1,200							
	Achiotos San rafael	80	12							
	Achiotos Agua blanca	880	800							
	Achiotos, Corralitos	440	200							
	SEPTIEMBRE	Los Guineos (tanque)	188	24						
Pinabetoso (tanque)		232	160							
Encanto (tanque)		40	12							
Quebrada		2,800	1,040							
Llave 1		160	40							
Llave 2		240	28							
Llave 3		232	160							
Llave 4		360	160							
Llave 5		12,000	800							
Llave 6		4,800	400							
Achiotos San rafael	1,040	304								
Achiotos Agua blanca	400	400								
Achiotos, Corralitos	392	60								

**ANEXO 5 Comportamiento de los diferentes parámetros del agua en cuatro microcuencas de cuatro municipios de departamento de Comayagua, Honduras 2001**

**RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA ANALIZADOS EN: LA MICROCUENCA DE RIO SALITROSO, MUNICIPIO DE LA LIBERTAD**

**Sitios de muestreo:** Fueron tres: nacimiento Laureles, represa la Libertad y antes Entronque con río Frío.

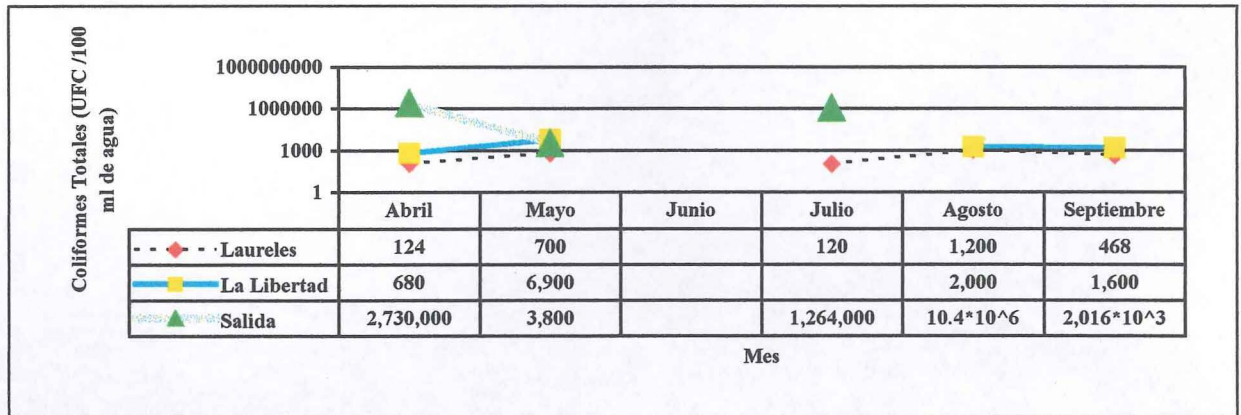
**TIPO DE ANALISIS.**

**Coliformes:** Abril a septiembre; en los meses de marzo y junio no se realizo el monitoreo

**Línea base:** Son los parámetros determinados con el equipo de muestreo Solo se tiene los datos del mes de julio.

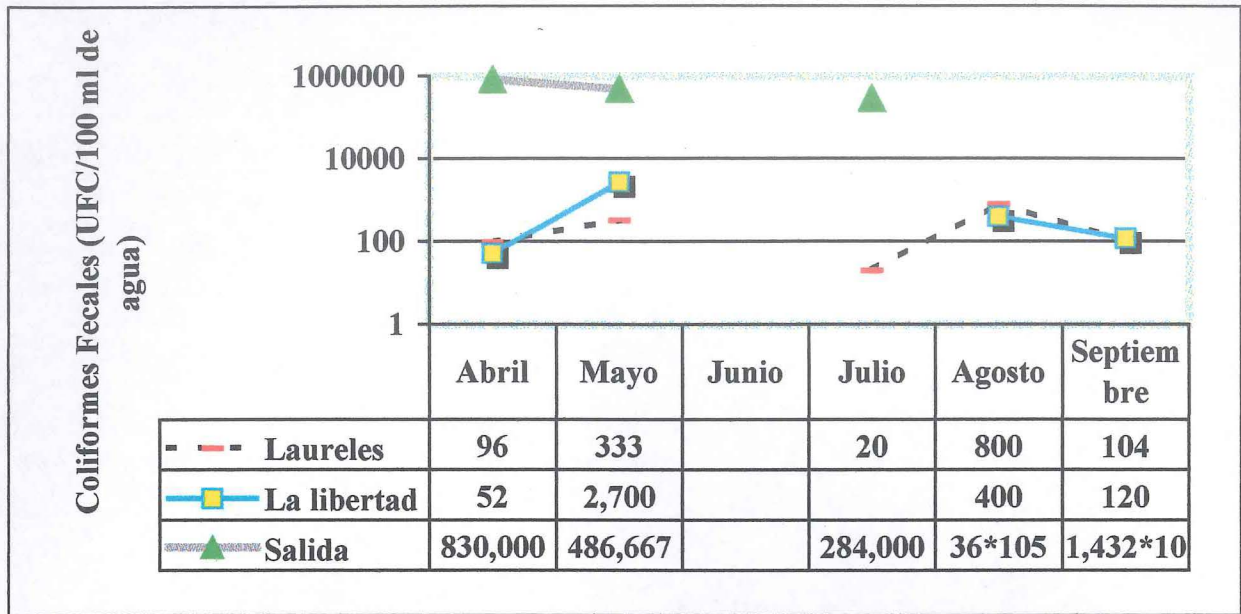
**Coliformes totales**

En el mes de junio no se realizo el muestreo para coliformes



Nivel de coliformes totales en la microcuenca de río Salitroso Municipio de la Libertad, Honduras 2001

Coliformes Fecales

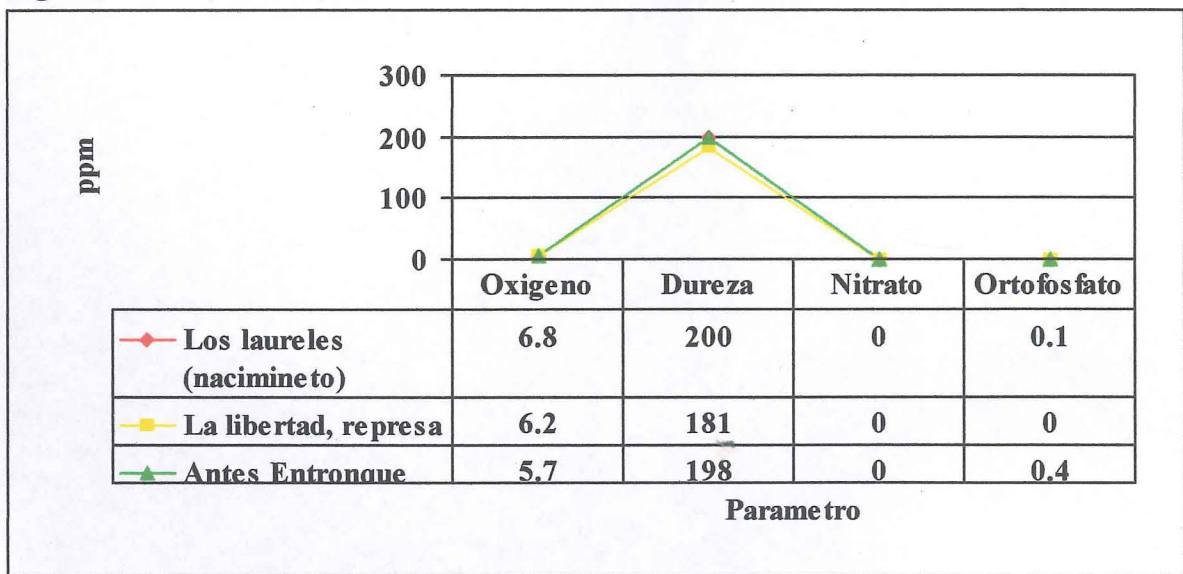


Nivel de coliformes fecales en la microcuenca de río Salitroso municipio de la Libertad, Honduras 2001

Línea base

Para el análisis de estos parámetros, sólo se contó con los resultados del mes de julio.

Oxígeno, dureza, nitrato, ortofosfato



Niveles de oxígeno, dureza, nitrato y ortofosfato durante el mes de agosto en tres sitios de la microcuenca del río Salitroso municipio de La Libertad, Honduras 2001

### Temperatura, Turbidez, pH

SITIO	TEMPERATURA (°C)	TURBIDEZ (JTU's)	pH
Laureles	17	0	7
Libertad	18	0	8
Salida	23.5	25	7.5

Niveles de la temperatura, turbidez y pH en tres sitios de la microcuenca del río Salitroso

### RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA ANALIZADOS EN: LA MICROCUENCA DE RIO COLORADO, MUNICIPIO DE LAS LAJAS

**Sitios de muestreo:** Joya de Mulas, Lajas-Suyapa, Tanque de la Trinidad y tanque de la Dalia

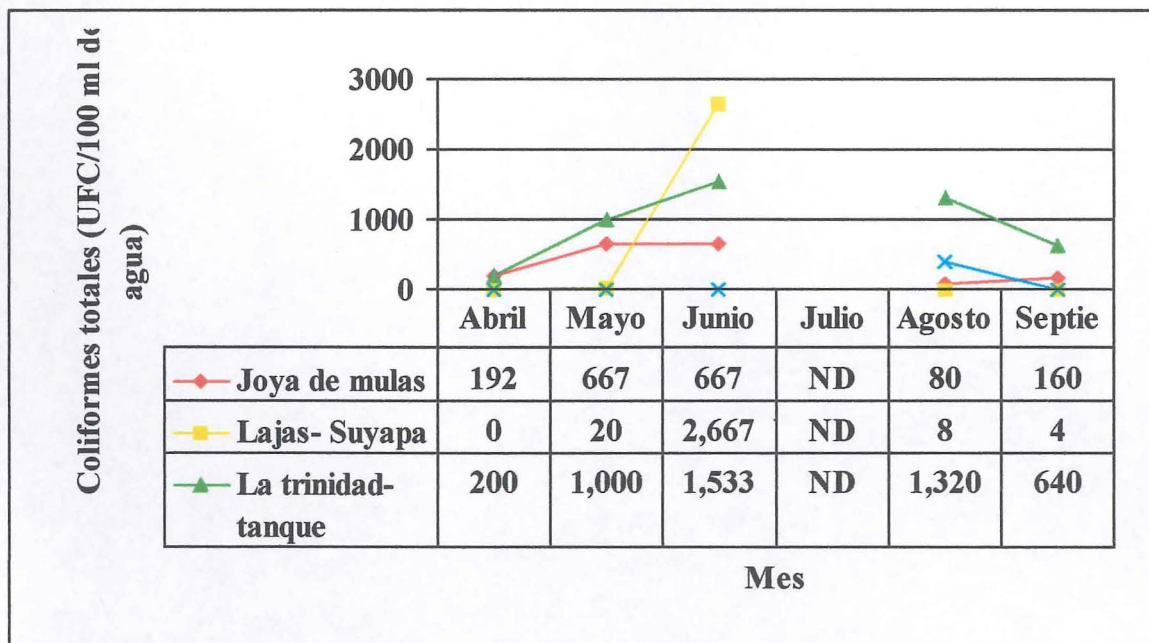
#### TIPO DE ANALISIS.

**Coliformes:** En los cuatro sitios de Abril a septiembre,

**Línea de base:** Sólo se cuenta con el mes de agosto

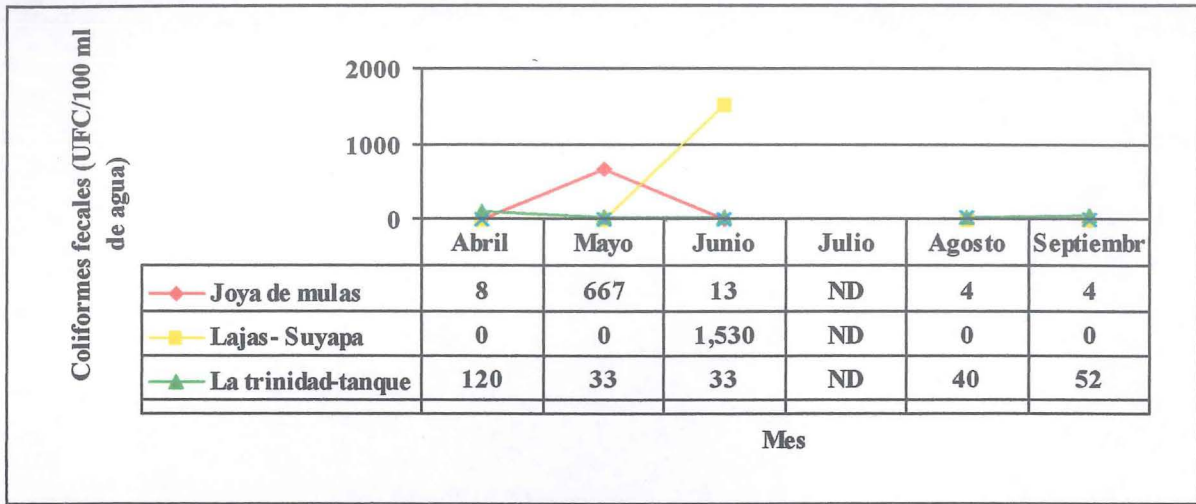
**Agroquímicos:** Sólo en el tanque de Lajas Suyapa, los meses de mayo, julio y septiembre

#### Coliformes Totales



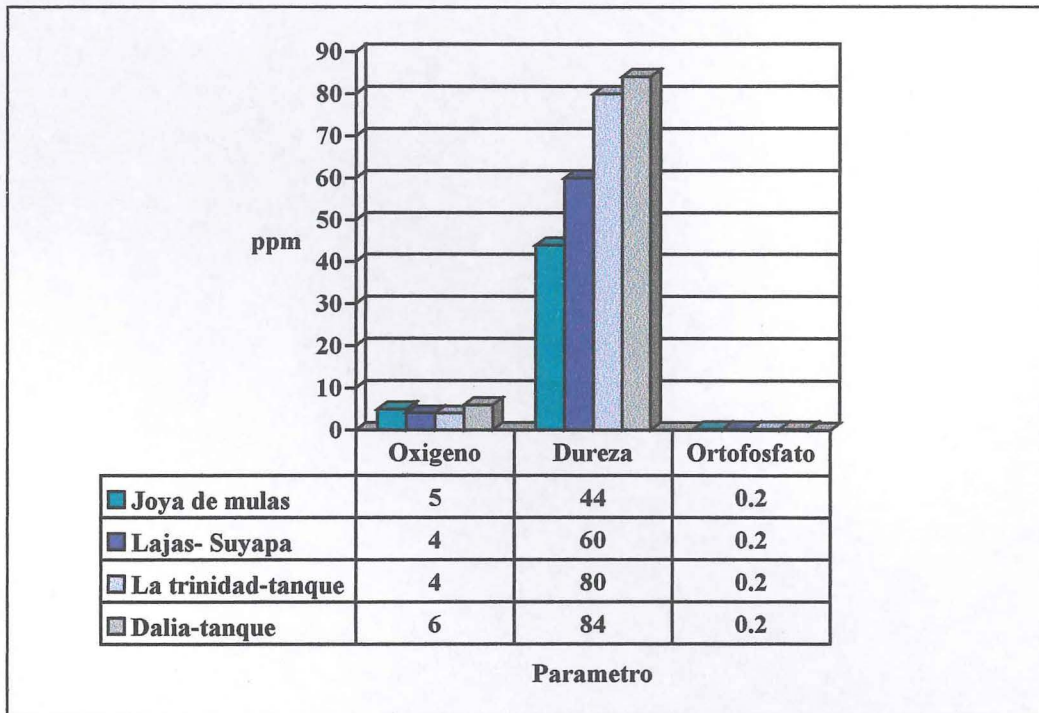
Nivel de coliformes totales para la microcuenca del río Colorado, Honduras 2001

**Coliformes fecales**



Nivel de coliformes fecales para la microcuenca del río Colorado, Honduras 2001.

**Línea base.**



Nivel oxígeno disuelto, dureza y nitratos de la microcuenca del río Colorado, Honduras durante el mes de Agosto del 2001

En cuanto a los nitratos no se detectaron en este mes.

Niveles de Turbidez, temperatura y pH para la microcuenca del río Colorado durante el mes de agosto del 2001

Sitio	Temperatura (°C)	Turbidez (JTU`s)	pH
Joya de mulas	20	0	6.3
Lajas-Suyapa	24	0	7.3
La Trinidad	20	25	7.0
La Dalia	20	0	6.0

**Agroquímicos:** Órgano fosforados no se detectaron niveles y de los órgano clorados no se detectaron en el mes de julio.

De los organoclorados los que se encontraron fueron: gamma, beta BHC, Heptacloro y ppDDT en niveles que no afectan la salud humana.

**RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA ANALIZADOS EN LAS MICROCUENCAS QUE BRADA EL MUERTO Y LAS DANTAS DEL MUNICIPIO DE SAN JERONIMO.**

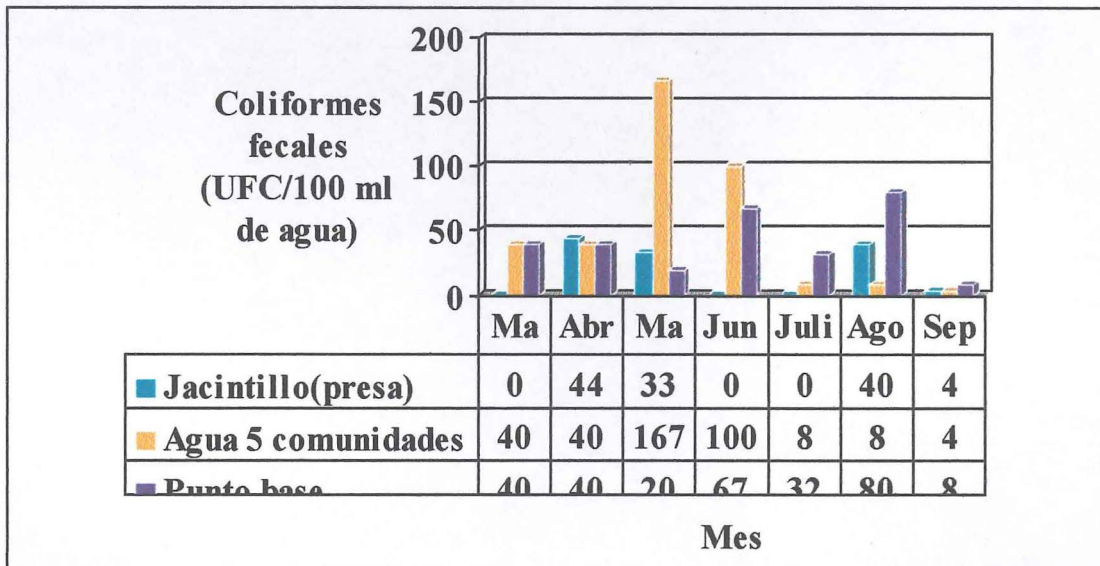
**Sitios de muestreo:** Toma de agua Jacintillo, toma de agua para cinco comunidades, Punto base ( cuenca arriba), Tanque de las delicias, Tanque de las Aradas

**TIPOS DE ANALISIS**

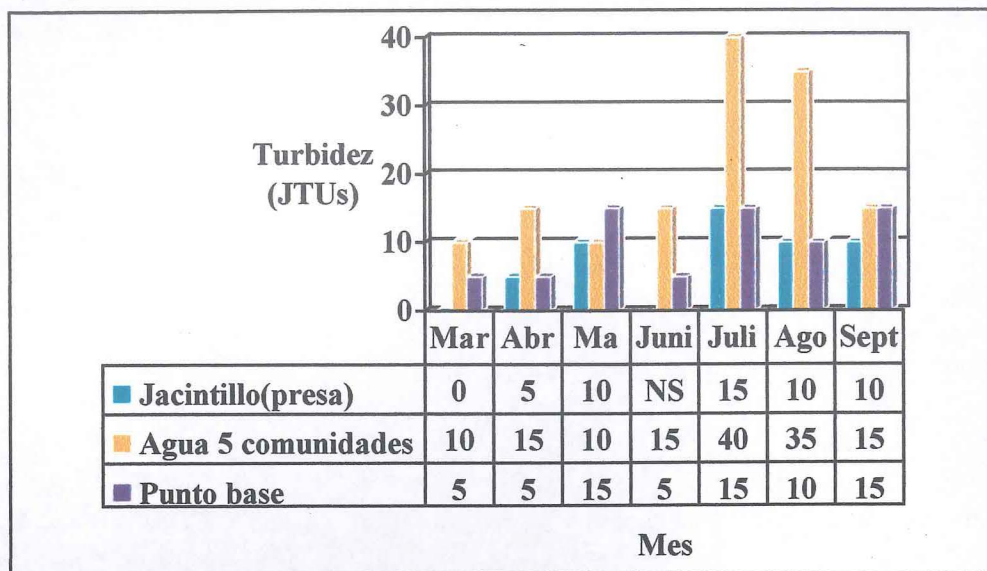
**Coliformes y línea base:** En todos los sitios de marzo a septiembre

**Agroquímicos:** En la toma de agua para cinco comunidades.

Nivel de coliformes totales para la microcuenca de el río El Muerto, municipio de San Jerónimo

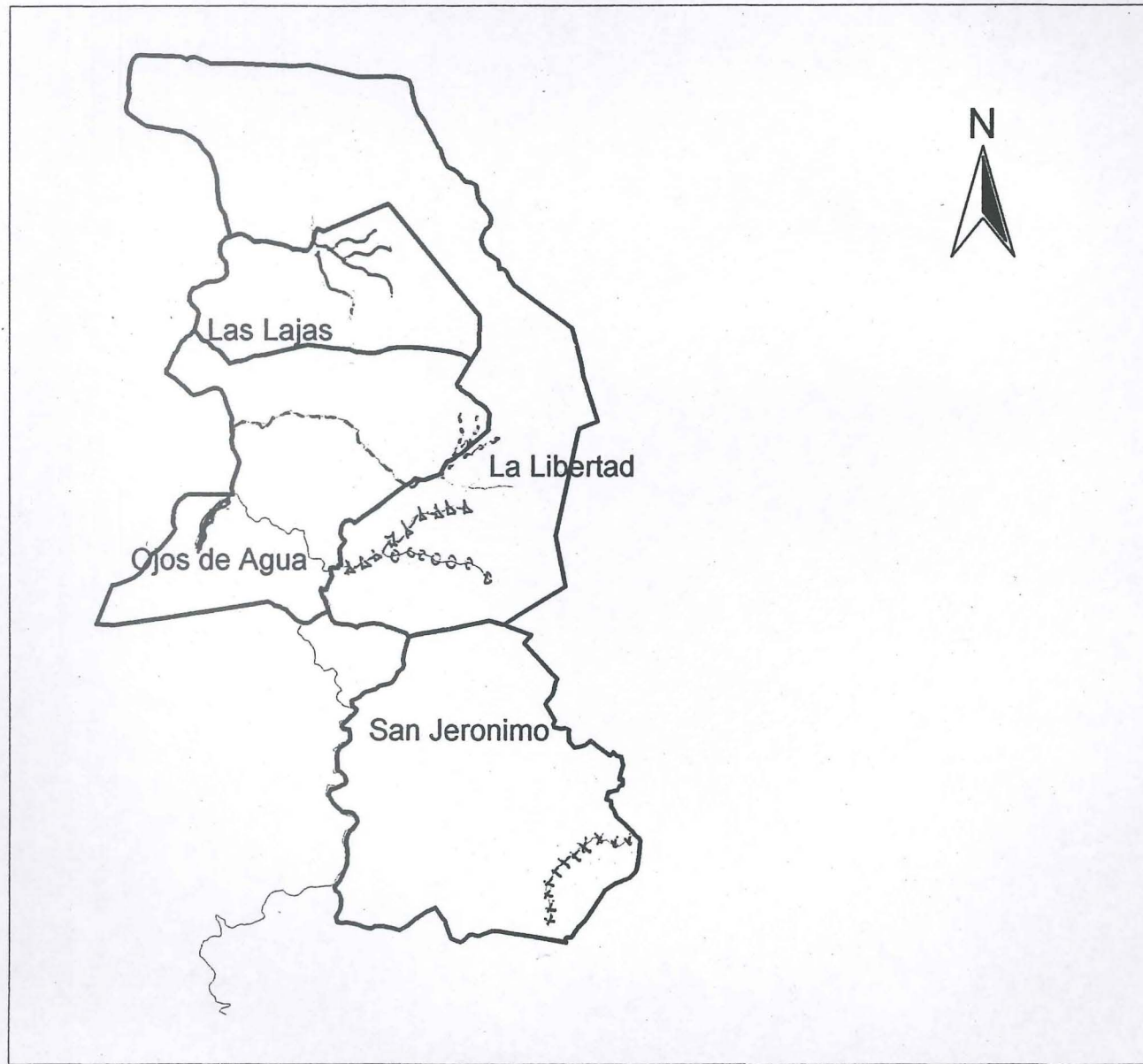


Nivel de coliformes fecales para la microcuenca de río El Muerto, municipio de San Jerónimo, Honduras 2001






















Comportamiento de la cantidad de sólidos disueltos o suspendidos en el agua, en la microcuenca El Muerto, San Jerónimo, 2001

# UBICACION DE LAS MICROCUENCAS



## Microcuencas.shp

-  Q. El Zapotal
-  Q. El Bejucal
-  Q. El Magel
-  Q. El Muerto
-  Q. La Tigra
-  Q. Las Dantas
-  Q. Las Picaduras
-  Q. Los Achiotes
-  Q. de Emiliano
-  Q. de Quirina
-  Q. de las Dantas
-  Q. de los Guineos
-  Rio Colorado
-  Rio El Encanto
-  Rio Frio
-  Rio Humuya
-  Rio Quirima
-  Rio Salitroso
-  Municipios.shp