

Bases para la formulación de un plan de manejo del  
agua, en la microcuenca El Gallo, Municipio San  
Antonio de Oriente, Honduras.

**Matilde Luna Mejía**

ZAMORANO  
Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente  
Diciembre, 2001

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

**Bases para la formulación de un plan de manejo  
del agua, en la microcuenca El Gallo, Municipio  
San Antonio de Oriente, Honduras.**

Proyecto especial presentado como requisito parcial  
para optar a título de Ingeniero Agrónomo  
en grado académico de Licenciatura

Presentado por

**Matilde Luna Mejía**

Honduras, Noviembre, 2001

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Matilde Luna Mejía

Zamorano, Honduras  
Noviembre, 2001

**Bases para la formulación de un plan de manejo del agua, en la microcuenca El Gallo, Municipio San Antonio de Oriente, Honduras.**

presentado por

Matilde Luna Mejía

Aprobada:

---

Marco Granadino, M. Sc.  
Asesor Principal

---

Peter Doyle, M. Sc.  
Coordinador de Carrera de  
Desarrollo Socioeconómico  
y Ambiente

---

Luis Caballero, M. Sc.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph. D.  
Decano

---

Pedro Quiel, M. Sc.  
Asesor

---

Keith L. Andrews, Ph. D.  
Director General.

---

George Pilz, Ph. D.  
Coordinador PIA

## **DEDICATORIA**

A Dios por la vida.

A Hilda Vera y Gilda Mejía (Q.E.P.D).

A mis padres.

A mis hermanas.

A María Eulogía, Eric, Sofí y Nilo.

A Raul y Jean Zarate.

A Sandra y Salvador.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida.

A mis padres y hermanas por sus esfuerzos y apoyo.

A Eulo y Eric por todo, que haría sin ustedes.

A Nilo y Sofita por ser mis hermanos.

A Jean y Raul, por la ayuda incondicional que me brindaron a lo largo de mis estudios universitarios.

A Javier, Gloria y su familia por haber estado conmigo justo cuando más los necesite. Javi gracias haberme enseñado a apreciar el valor de la vida, siempre te tendré en mi corazón.

A la familia Carranza, por abrirme sus corazones, enseñarme mucho sobre la bondad y por ser mis padres en Honduras, el agradecimiento que les tengo es demasiado grande.

A Margarita, Gabriela, Héctor, René y Mauricio por esa amistad incondicional y ser ante todo unas personas excelentes.

A Sonia, Verónica y Carito.

A Abdel, Oscar, Charlotte, Gabriela, Patty, Nina, Claudia mis amigos de siempre.

A la Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente.

A mis asesores por enseñarme a superarme.

A Marco Granadino y su esposa por apoyarme y ser tan bondadosos.

A Jorge Espejo y familia, por querer tanto a mi familia.

A todos mis familiares.

A todos que alguna vez me ayudaron.

## AGRADECIMENTOS A PATROCINADORES

A mi mami y papi por su colaboración.

Agradezco a la **Compañía E&E Ltda.**, por el financiamiento para poder realizar mis estudios.

Al Proyecto Zamorano - USAID, por el financiar parte de mis estudios en el Programa de Ingeniero Agrónomo.

A Raul y Jean Zarate, por su colaboración durante estos cuatro años en Zamorano.

A Rapaco por financiar parte de mis estudios en el Programa Agrónomo.

## RESUMEN

Luna Mejía, Matilde. 2001. Bases para la formulación de un plan de manejo del agua en la microcuenca El Gallo, Municipio San Antonio de Oriente, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 50 p.

El agua es una necesidad vital para el ser humano, es uno de los recursos naturales más valiosos que tenemos. La microcuenca El Gallo provee agua a cuatro comunidades: Jicarito, San Antonio de Occidente, Surinca y Joya Grande. El objetivo del proyecto especial fue un plan de manejo del agua en la microcuenca El Gallo. Durante ocho meses se evaluó la calidad del agua determinando: temperatura, oxígeno disuelto, turbidez, nitritos, nitratos, pH, coliformes totales, coliformes fecales y cloro, en nacimientos de agua, tanques, llaves y quebradas; durante la época de verano se muestreó cada tres semanas y en el invierno cada dos semanas. Las fuentes de contaminación se determinaron en un taller con la participación de los habitantes de la cuenca, con los parámetros de la calidad de agua e inspección visual. El plan de manejo del agua se realizó utilizando los resultados del taller, se trató de determinar las causas, problemas y dar posibles soluciones. Los coliformes totales, fecales y ortofosfatos son los principales problemas de contaminación de agua en la parte alta de la microcuenca. El promedio anual de coliformes totales es de 354 UFC/100 ml en la llave de Surinca, 325 y 306 UFC/100 ml en los nacimientos 1 y 2 de Surinca. Para coliformes fecales es de 279 UFC/100 ml en la llave de Surinca, 166 y 196 UFC/100 ml en los nacimientos 1 y 2 de Surinca. Para ortofosfatos es 0.68 mg/L en el nacimiento 2 de Surinca. En la época lluviosa las quebradas de la microcuenca presentan niveles altos de turbidez en comparación con el verano. El pH, dureza, temperatura, oxígeno disuelto, nitritos y nitratos no representan problemas en la calidad de agua. Los pobladores de la microcuenca El Gallo fueron capaces de entender el problema, identificar las fuentes de contaminación y poder producir los lineamientos para formular un plan de manejo del agua.

**Palabras claves:** Calidad del agua, fuentes de contaminación, parámetros.

---

Abelino Pitty Ph. D

## Nota de prensa

**COMUNIDAD SURINCA CONSUME AGUA CONTAMINADA**

En Honduras en el Municipio San Antonio de Oriente se encuentra la comunidad de Surinca. En éste lugar, el agua que consume la población presenta contaminación principalmente por la descarga directa de desechos sólidos (material fecal) proveniente de animales y humanos, esto se debe a la falta de protección y cercado de los nacimientos de agua. Los pobladores en Surinca utilizan esta fuente de agua como único recurso para realizar todas sus necesidades humanas, sin ningún tratamiento previo.

La contaminación del agua causa mal olor, enfermedades, animales muertos, cría de insectos, mala calidad del agua y esta agua contaminada puede producir efectos muy negativos provocando enfermedades humanas, miseria y hasta la muerte.

En la época de invierno, año 2001, en las llaves de donde se obtiene el agua de Surinca, se presentó una media promedio de 280 UFC fecales/100ml (Unidades Formadoras de Colonias), la norma estándar para el consumo de agua potable es cero. Estos altos niveles de contaminación son preocupantes debido a que los coliformes fecales provocan enfermedades gastrointestinales (diarrea, retortijones, náuseas, cefaleas u otros síntomas). Estos patógenos representan un riesgo para la salud en niños pequeños y personas con sistemas inmunológicos débiles.

Otras causas de degradación del recurso agua es el deposito de basura en las quebradas, lo cual no solamente contamina el agua superficial sino también los acuíferos de agua subterránea adyacentes. Las aguas subterráneas se contaminan también a causa del uso y liberación de detergentes (químicos sintéticos) y desechos orgánicos, contribuyendo a que la contaminación del agua sea mayor.

Con el fin de disminuir este problema, se realizó un taller participativo en la comunidad en el cual se explicó acerca de la importancia que tiene cuidar las fuentes de agua se les explicó que es uno de los recursos naturales más valiosos. Al final de taller se llegó a la formulación de un plan de manejo del agua donde se plantearon tres problemas: calidad y cantidad de agua, manejo del sistema de distribución de agua y manejo administrativo.

Los líderes de las juntas de agua, patronato e interesados fueron capaces de entender los problema, identificar las fuentes de contaminación y poder producir los lineamientos para poder elaborar un plan de manejo del recurso agua y de esta manera preservar de una manera eficaz los nacimientos de agua. libres de contaminación.

---

Lic. Sobeyda Alvarez

## TABLA DE CONTENIDO

Portada.....	i
Portadilla.....	ii
Autoría.....	iii
Página de firmas.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Agradecimiento a patrocinadores.....	vii
Resumen.....	viii
Nota de prensa.....	ix
Tabla de contenido.....	x
Indice de Cuadros.....	xii
Indice de Figuras.....	xiv
Indice de Anexos.....	xv
1 <b>INTRODUCCION</b> .....	1
1.1     ANTECEDENTES.....	1
1.2     DEFINICION DEL PROBLEMA.....	2
1.3     JUSTIFICACION DEL ESTUDIO.....	2
1.4     LIMITES DEL ESTUDIO.....	3
1.5     OBJETIVO GENERAL.....	3
1.6     OBJETIVO ESPECIFICO.....	3
2 <b>REVISION DE LITERATURA</b> .....	4
2.1     PROBLEMATICA DEL RECURSO AGUA.....	4
2.2     CICLO HIDROLOGICO.....	4
2.3     CUENCA HIDROGRAFICA.....	5
2.4     MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS.....	5
2.5     MANEJO INTEGRADO SOSTENIBLE DE CUENCAS HIDROGRAFICAS.....	5
2.6     PLANIFICACION DE RECURSOS HIDRICOS.....	6
2.7     PLAN DE MANEJO DE CUENCAS.....	6
2.8     FUENTES DE AGUA.....	6
2.8.1   Aguas subterráneas.....	6
2.8.2   Aguas superficiales.....	7
2.9     CALIDAD DE AGUA.....	7
2.10    CAUSAS DE LA CRISIS DEL AGUA.....	8
2.11    PARAMETROS DE LA CALIDAD DE AGUA.....	9
2.11.1  Análisis bacteriológico.....	9
2.11.2  Temperatura.....	9
2.11.3  pH.....	9
2.11.4  Dureza.....	10
2.11.5  Nitritos y nitratos.....	10
2.11.6  Oxígeno disuelto.....	10
2.11.7  Turbidez.....	11

2.11.8	Cloro.....	11
2.11.9	Ortofosfato o fosfato inorgánico.....	11
2.12	CAUDAL.....	12
2.13	FUENTES DE CONTAMINACION DEL AGUA.....	12
2.14	PROBLEMAS DE LA CONTAMINACION DEL AGUA.....	13
3	<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	14
3.1	LOCALIZACION DEL ESTUDIO.....	14
3.2	MONITOREO DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA DE LA MICROCUEENCA EL GALLO.....	14
3.2.1	Lugares de muestreo.....	14
3.2.2	Criterios para tomar el muestreo.....	14
3.2.3	Frecuencia de muestros.....	16
3.2.4	Parámetros a medir.....	16
3.2.5	Recolección de muestras.....	16
3.2.6	Análisis Estadístico.....	17
3.3	TALLER DE FUENTES DE CONTAMINACION, PROBLEMAS CAUSA, EFECTO Y POSIBLES ACTORES.....	17
3.3.1	Realización del taller.....	17
3.3.2	Metodología utilizada para desarrollo del taller.....	18
3.3.3	Elaboración de un plan de manejo del agua para la microcuenca El Gallo.....	18
4	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	20
4.1	PARAMETROS DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA.....	20
4.1.1	Temperatura.....	20
4.1.2	Oxígeno disuelto.....	21
4.1.3	pH.....	23
4.1.4	Análisis Bacteriológico.....	24
4.1.4.1	Unidades formadoras de colonias de coliformes totales.....	24
4.1.4.2	Unidades formadoras de colonias de coliformes fecales.....	25
4.1.5	Nitritos y nitratos.....	27
4.1.6	Turbidez.....	29
4.1.7	Ortofosfato o fosfato inorgánico.....	30
4.1.8	Dureza.....	31
4.1.9	Cloro.....	32
4.1.10	Caudal.....	33
4.2	FUENTES DE CONTAMINACIÓN.....	34
4.3	BASES PARA EL PLAN DE MANEJO DEL AGUA EN LA MICROCUEENCA EL GALLO.....	34
4.3.1	Actores.....	38
5	<b>CONCLUSIONES</b> .....	40
6	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	41
7	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	42
8	<b>ANEXOS</b> .....	46

## INDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Clasificación de la dureza del agua en base al contenido de $\text{CaCO}_3$ .....	10
Cuadro 2.	Estándares de agua potable evaluados en este proyecto.....	12
Cuadro 3.	Principales contaminantes del agua su procedencia y efectos.....	13
Cuadro 4.	Análisis de varianza para la variable temperatura de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	20
Cuadro 5.	Separación de medias para la variable temperatura ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).	21
Cuadro 6.	Análisis de varianza para la variable oxígeno disuelto de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	22
Cuadro 7.	Separación de medias para la variable oxígeno disuelto ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).	22
Cuadro 8.	Análisis de varianza para la variable pH. de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	23
Cuadro 9.	Separación de medias para la variable pH ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	24
Cuadro 10.	Análisis de varianza para la variable UFC totales de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	24
Cuadro 11.	Separación de medias para la variable UFC totales ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).	25
Cuadro 12.	Análisis de varianza para la variable UFC fecales de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	26
Cuadro 13.	Separación de medias para la variable UFC fecales ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).	26
Cuadro 14.	Análisis de varianza para la variable nitritos. de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	27
Cuadro 15.	Separación de medias para la variable nitritos ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	28
Cuadro 16.	Análisis de varianza para la variable nitratos de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	28
Cuadro 17.	Separación de medias para la variable nitratos ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	28
Cuadro 18.	Análisis de varianza para la variable turbidez. de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	29
Cuadro 19.	Separación de medias para la variable turbidez ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	30
Cuadro 20.	Análisis de varianza para la variable ortofosfato de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	30
Cuadro 21.	Separación de medias para la variable ortofosfato ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).	31
Cuadro 22.	Análisis de varianza para la variable dureza de las llaves de agua de la	

	microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001). .....	32
Cuadro 23.	Separación de medias para la variable dureza ( $p=0.05$ ) de las llaves de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	32
Cuadro 24.	Análisis de varianza para la variable caudal de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	33
Cuadro 25	Separación de medias para la variable caudal ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).....	33
Cuadro 26	Bases para la formulación de un plan de manejo del agua para la microcuenca El Gallo.....	36
Cuadro 27	Matriz de actores primarios y secundarios de la microcuenca El Gallo....	39

**INDICE DE FIGURAS**

	Página
Figura 1 Sitios de muestreos donde se realizó el análisis de la calidad y cantidad de agua en la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán, Honduras (2001).....	15

**INDICE DE ANEXOS**

	Página
Anexo 1. Parámetros de la calidad y cantidad de agua.....	46
Anexo 2. Resultados del taller participativo sobre posibles fuentes de contaminación en la microcuenca El Gallo (12 de julio, 2001).....	49
Anexo 3. Resultados del taller sobre problemas del agua en la microcuenca El Gallo, Jicarito 12 de julio, 2001.....	50

## **1. INTRODUCCION**

El Agua es el componente de mayor importancia en la tierra, el 97 % es agua salada y 3 % es agua dulce, pero de esta solo un 0.3 % es disponible para que la utilice el hombre en sus diversas actividades ya sea en obtención de agua potable, procesos industriales, generación de energía eléctrica, actividad minera, agricultura y ganadería.

Según la UNESCO (2000), la disponibilidad de agua dulce es uno de los grandes desafíos que enfrenta hoy la humanidad. En tal sentido habría que decir incluso el mayor, porque los problemas asociados con ella afectan la vida de millones de personas. Durante los próximos cinco años los problemas inherentes a la falta de agua o a la contaminación de las masas de agua afectarán virtualmente al mundo entero.

Según la FAO (1997), en la mayoría de los países del mundo, los recursos hídricos son manejados de una forma muy disgregada, cada uno de los principales sectores que la usan planifica, desarrolla, y administra la parte del recurso que considere necesaria para su uso, aplicable cuando el recurso era abundante. Conforme aumentan las necesidades del usuario obliga a las partes a tomar un enfoque más integral.

La microcuenca El Gallo está ubicada en el Municipio San Antonio de Oriente, departamento Francisco Morazán, Honduras, provee agua a 4 comunidades: Jicarito, San Antonio de Occidente, Surinca y Joya Grande.

### **1.1 ANTECEDENTES**

Según Funes (2000), la Microcuenca El Gallo tiene aproximadamente un perímetro de 30 kilómetros, un largo de 8.3 kilómetros, un ancho de 2.93 kilómetros, el área es de 2440 ha. y la forma de la microcuenca es alargada.

Funes (2000), realizó la medición de los siguientes parámetros de calidad de agua: coliformes fecales, temperatura, oxígeno disuelto y turbidez, el criterio que tomó para elegir los sitios fue la ubicación de las comunidades con relación al cauce de la quebrada ya que estas representan un foco de contaminación, la primera muestra se localizó en la parte baja de San Antonio de Occidente, la segunda antes del Jicarito y la última después del Jicarito, aquí sólo se realizó una comparación de los sitios de muestreo observando si había o no un incremento de un sitio a otro de coliformes fecales, temperatura, oxígeno disuelto y turbidez.

### **1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA**

Según Funes (2000), los puntos de contaminación directa en la parte alta de la microcuenca se debe a que las personas lavan ropa en la quebrada, animales domésticos y

silvestres toman agua y defecan. Antes de la comunidad del Jicarito se encuentran zonas de cultivos sin ninguna práctica de conservación de suelos lo que provoca que en la época de invierno se arrastren alta cantidad de sedimentos, además de la presencia de botes de plaguicidas tirados directamente sobre la quebrada. Después de la comunidad de Jicarito se ven todo tipo de contaminación como desagües de aguas negras que caen en forma directa sobre la quebrada, botes plásticos y otros generando altos niveles de UFC (Unidades Formadores de Colonias) de fecales. Hace aproximadamente 10 años las personas tomaban el agua de la quebrada con seguridad, pero la presencia de asentamientos humano y ganado han contaminado el agua.

Por todos estos problemas de la calidad de agua que presenta la microcuenca El Gallo es de suma importancia concientizar y hacer reflexionar a la gente de dicha comunidad y en general, que el recurso agua es cada vez más limitado, que su precio aumentará así como su demanda y que si ellos mismos no se cercioran de la calidad del agua que consumen su salud se verá afectada.

### **1.3 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO**

En el caso de Honduras específicamente en el Municipio de San Antonio de Oriente la microcuenca El Gallo provee agua a 4 comunidades: Jicarito, San Antonio de Occidente, Surinca y Joya Grande, el agua de la microcuenca es contaminada por parte de los mismos pobladores que realizan diferentes actividades agrícolas y domésticas, ejemplos claros son: el uso exagerado de agroquímicos, deforestación, también se presenta degradación de suelos producto del paso del Huracán Mitch y el vertido de aguas residuales insuficientemente tratadas, todas estas actividades mencionadas causan que la calidad de agua se degrade y la cantidad de agua vaya disminuyendo.

La carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente de Zamorano, esta ejecutando el Proyecto de Rehabilitación y Manejo de la Cuenca Alta del Río Choluteca (2000-2001), el propósito de este proyecto es diseñar e implementar planes de rehabilitación y manejo de microcuencas en 9 municipios, uno de estos municipios es el de San Antonio de Oriente que incluye la Microcuenca El Gallo en la cual se quiere medir las condiciones actuales de las fuentes de aguas y crear una línea base de la calidad de agua. El proyecto de tesis será de ayuda para evaluar el cumplimiento de los propósitos de proyecto y aparte realizar un estudio más a fondo de los parámetros de monitoreo y calidad de agua, de las posibles fuentes de contaminación y elaborar un plan de acción para el manejo sostenible del agua de la microcuenca el Gallo.

### **1.4 LIMITES DEL ESTUDIO**

El estudio realizará una evaluación específica de la calidad y cantidad de agua, posibles fuentes de contaminación y desarrollará un plan de acción participativo para el manejo sostenible de agua para la microcuenca El Gallo, pero la metodología es replicable total o parcialmente en otras áreas. El trabajo no incluye la implementación de las prácticas la

cual queda sujeta a la capacidad de gestión de la comunidad y el apoyo que pueda brindar el Proyecto de Rehabilitación y Manejo de la Cuenca Alta del Río de Choluteca.

### **1.5 OBJETIVO GENERAL**

- Elaborar un plan de manejo del recurso agua en la microcuenca El Gallo.

### **1.6 OBJETIVO ESPECIFICO**

- Monitorear la calidad y cantidad de agua de la microcuenca El Gallo en dos épocas del año.
- Determinar las posibles fuentes de contaminación del agua en la microcuenca El Gallo.
- Realizar un plan de manejo del agua.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1 PROBLEMATICA DEL RECURSO AGUA**

Según la Organización Mundial de La Salud, 1.200 millones de personas no tienen acceso a agua limpia para la vida cotidiana y 1.800 millones viven sin saneamiento adecuado, causa de cólera en Centro y Sudamérica. Según la ONU, el 80 % de todas las enfermedades y más del 33 % de las muertes en el tercer mundo están vinculadas al consumo de agua contaminada. Un 10 % del tiempo de trabajo de cada persona se pierde por enfermedades relacionadas con el agua.

Según la FAO (1997), 20 países sufrían de escasez de agua. En 1996, ya eran 26 (230 millones de personas). El número de países con problemas de agua puede elevarse a 41 en el año 2020. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) calcula que de aquí al 2027, aproximadamente un tercio de los habitantes del mundo sufrirá escasez de agua seria. La razones para ello son evidentes: La mayor demanda sobre los recursos acuíferos existentes debido a la contaminación y necesidades creadas por la dinámica expansión industrial y agrícola.

### **2.2 CICLO HIDROLOGICO**

El ciclo hidrológico o ciclo de agua, colecta, purifica el abasto fijo de agua de la Tierra, el cual esta enlazado con los otros ciclos biogeoquímicos, por lo que el agua es un medio importante para el movimiento de los nutrientes dentro y fuera de los ecosistemas. Los humanos intervienen en el ciclo de agua de dos maneras principales:

- Retirando grandes cantidades de agua dulce de las corrientes.
- Talando vegetación en la tierra para abrir campos a la agricultura, minería, caminos, sitios para estacionamiento para vehículos, construcción y otras actividades (Miller,1992).
- En el ciclo hidrológico, el sol evapora el agua y los vientos transportan este vapor sobre la tierra o el mar, donde se condensa y se precipita como lluvia, cuando cae sobre la tierra la lluvia se evapora, fluye por ríos y quebradas, se infiltra en el suelo y fluye subterráneamente en su regreso al mar, o bien es absorbida por las raíces de las plantas, llega a las hojas donde se evapora y regresa a la atmósfera para continuar el ciclo (Lugo y García1996).

El proceso del ciclo hidrológico consiste en:

- Condensación que es la transformación del agua del estado gaseoso al líquido debido a cambios de presión y temperatura.
- Precipitación que es la caída del agua como efecto de la gravedad, principalmente en forma de lluvia, aunque también cae como nieve y granizo.
- Infiltración es la penetración del agua en el suelo.
- Evaporación constituye el proceso por el cual el agua pasa del estado líquido al gaseoso (Lugo y García 1996).

### **2.3 CUENCA HIDROGRAFICA**

La cuenca hidrográfica se define como una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común o que fluye toda al mismo río, lago, o mar. En esta área viven seres humanos, animales y plantas, todos ellos relacionados. Es una unidad fisiográfica conformada por la reunión de un sistema de cursos de ríos de agua definidos por el relieve. Los límites de la cuenca o divisoria de aguas se definen naturalmente y en forma práctica corresponden a las partes más altas del área que encierra un río (Rivera, 2001).

### **2.4 MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS**

Manejo de cuencas hidrográficas es la gestión integrada de un conjunto de actividades normativas, administrativas, operativas y de control, estrechamente vinculadas, que deben ser ejecutadas por el Estado y la sociedad en general, para garantizar el desarrollo sostenible y óptima calidad de vida de los habitantes en el espacio geográfico respectivo de cada cuenca hidrográfica, poniendo énfasis en la conservación, que promueve, como parte de ella, el uso sustentable de los recursos suelo, agua y cubierta vegetal (Carrera, 1996).

### **2.5 MANEJO INTEGRADO SOSTENIBLE DE CUENCAS HIDROGRAFICAS**

Si una cuenca y el sistema de aprovechamiento de los recursos hídricos que genera puede mantener su calidad, cantidad y regularidad del agua, es sostenible hidrológicamente, o sea desde el punto de vista de agua. Pero no es el único producto de las cuencas ya que también se producen alimentos, leña, madera, minerales y otros bienes. Para la sostenibilidad no podemos solamente enfocarnos en una cuestión aislada del aprovechamiento del agua, en consecuencia es importante dar cuenta al significado real de lo que es la agricultura sostenible (Caballero (a), 2000).

## **2.6 PLANIFICACION DE RECURSOS HIDRICOS**

La planificación de recursos hidrológicos, es el proceso de formular y aplicar un conjunto de operaciones y acciones de acuerdo con los problemas y a la situación actual en que se desenvuelve la cuenca para cumplir con los objetivos propuestos. La gestión de los recursos hídricos y cuenca hidrográficas es el proceso de dirección y supervisión de actividades tanto técnicas como administrativas orientadas a maximizar en forma equilibrada los beneficios sociales, económicos, ambientales que se pueden obtener con el aprovechamiento del agua y recursos conexos; así como a controlar fenómenos y efectos adversos asociados al uso de los recursos, con el fin de proteger al hombre y al ambiente que lo sustenta. La planificación nacional de cuencas hidrográficas debe contemplar un estudio de reconocimiento de las cuencas hidrográficas nacionales y su priorización con el objetivo central de evaluar los recursos y las condiciones para luego planificar la ordenación futura (Comisión para la gestión integral de agua en Bolivia, 2001).

## **2.7 PLAN DE MANEJO DE CUENCAS**

El plan de manejo es un instrumento directriz, ordenador e integrador para el desarrollo óptimo, racional y eficiente de los recursos de una cuenca, subcuenca o microcuenca en función de las necesidades del ser humano. Involucra esencialmente la forma de aprovechar, proteger y conservar los recursos de la cuenca mediante la producción sostenida y el equilibrio del medio ambiente (Caballero (b), 2000).

## **2.8 FUENTES DE AGUA**

El agua es un recurso muy importante, la mejor forma de garantizar un abastecimiento continuo de aguas limpias es impedir la contaminación y para esto se debe saber de donde proviene el agua ya sea subterránea o superficial.

### **2.8.1 Aguas subterráneas.**

Agua contenida en el subsuelo, procedente de la infiltración (precipitaciones y escorrentía) y en ocasiones de aguas juveniles magmáticas. El agua infiltrada circula por el subsuelo hasta llegar a una zona de acumulación limitada por capas impermeables, formando un manto cautivo o capa freática (Marcano, 2001).

Las aguas subterráneas se encuentran debajo de muchos tipos de formas geológicas. Las áreas donde existen grandes cantidades de aguas subterráneas que pueden abastecer pozos o manantiales se llaman acuíferos, una palabra que significa "portador de agua". Los acuíferos acumulan el agua entre los espacios de arena, grava, y rocas. La reserva subterránea depende en gran medida de la porosidad del acuífero, o la cantidad de espacios que hay para sostener el agua. La capacidad del acuífero de transmitir agua, o su permeabilidad, se basa en parte en el tamaño de estos espacios y la manera en que están interconectados (EPA, 1990).

Las aguas subterráneas cumplen un rol importante, y en numerosos casos vital, para el suministro de agua potable de muchas áreas urbanas y rurales de la Región de América Latina y el Caribe (CEPIS, 2001).

### **2.8.2 Aguas superficiales**

La precipitación que no se infiltra en el suelo o que regresa a la atmósfera, por evaporación o transpiración, se conoce como agua superficial. Esta es el agua dulce que se encuentra sobre la superficie de la tierra en ríos, lagos, pantanos y rebalses o en depósitos artificiales. La cuencas hidrológicas o colectoras, también denominadas cuencas de captación, son aquellas áreas de tierra que captan y llevan agua de escurrimiento hasta las masas de agua superficial (Miller, 1994).

Se encuentran en los estanques naturales y en los arroyos y canales. En los lugares donde las corrientes mínimas de ríos y arroyos son suficientemente grandes en relación a las demandas de agua de los campos de cultivo, pueblos y ciudades colindantes, la explotación de las aguas superficiales se lleva a cabo extrayéndola en forma directa de la corriente (Barnes *et al*, 1990).

## **2.9 CALIDAD DE AGUA**

Según el Programa Piepal Apoyo Ford Foundation (2000), la palabra calidad, cuando la aplicamos al agua, no se refiere normalmente a un estado de pureza química, si no a las características con que es encontrada en la naturaleza. El agua pura solamente es encontrada en los laboratorios. Ella no contiene oxígeno disuelto, por lo tanto no es adecuada para los peces y otros animales acuáticos; no posee sustancias minerales en solución, lo que además impide la vida de plantas acuáticas, no se la puede usar para beber. Se debe distinguir patrón de calidad de patrón de potabilidad, el primero se refiere a todos los usos posibles de agua, mientras que el segundo se refiere solamente a la utilización para fines de ingestión humana.

Según White *et. al.* (1972), las exigencias en cuanto a la calidad de agua varían de acuerdo a la utilización que se le de a este recurso. Es así, como el agua para riego debe tener baja concentración de sales; el agua para consumo humano debe tener bajo contenido de microorganismos infecciosos y el agua para generar energía eléctrica debe tener baja carga de sedimentos.

Según FAO (1993) resume así las distintas medidas de acción que deberán adoptarse en la agricultura en lo que respecta a la calidad del agua:

- Establecimiento y operación de sistemas eficaces en función de los costos que permitan supervisar la calidad del agua destinada a usos agrícolas.
- Prevención de los efectos negativos de las actividades agrícolas sobre la calidad del agua utilizada en otras actividades sociales y económicas y sobre las tierras húmedas, entre otros medios mediante el aprovechamiento óptimo de los insumos

agrícolas y la reducción, en la medida de lo posible, del uso de insumos externos en actividades agrícolas.

- Establecimiento de criterios biológicos, físicos y químicos de calidad del agua para los usuarios agrícolas de los recursos hídricos y para los sistemas marinos y fluviales.
- Prevención de la escorrentía de los suelos y la sedimentación.
- Eliminación adecuada de las aguas residuales procedentes de asentamientos humanos y del abono producido por una ganadería intensiva.
- Reducción de los efectos negativos de los productos químicos agrícolas mediante la utilización de sistemas de manejo integrado de plagas.
- Educación de las comunidades en lo relativo a los efectos contaminantes del uso del fertilizantes y productos químicos sobre la calidad del agua y la higiene de los alimentos.

## **2.10 CAUSAS DE LA CRISIS DEL AGUA**

La crisis de agua es un término inquietante y de contenido incierto. “Escasez de agua”, en cambio, tiene un significado económico definido: hay escasez cuando el recurso está sujeto a competencia, y a veces incluso a conflicto, entre diversos usuarios. La escasez se hace presente porque el crecimiento demográfico y el desarrollo económico desembocan en una mayor demanda del recurso (que es limitado), que coinciden en ocasiones, con que la contaminación y los cambios ambientales reducen su calidad y oportuna disponibilidad. La agricultura de regadío es la primera en apropiarse del agua, mas del 60 % de la producción agrícola mundial corresponde a una agricultura que depende exclusivamente del régimen de lluvias y utiliza el agua precipitada antes que esta se concentre en zonas superficiales o subterráneas (FAO, 1997).

UNICEF (2001), dice que la crisis del agua se debe a:

- El uso descontrolado de la tecnología de los pozos de sondeo, que ha provocado un aumento fenomenal de la extracción de aguas subterráneas, especialmente para el riego y a menudo a un ritmo superior al de recarga.
- La falta de control por parte de las comunidades de sus propios recursos hídricos. El agua es una herramienta política que controlan y acaparan los ricos, quienes no pagan el precio justo de ese escaso recurso. A la escasez de ingresos, aptitudes y oportunidades que sufre mucha gente se suma así la "pobreza en agua".
- La contaminación desenfrenada de los recursos de agua potable.
- La falta de atención adecuada a la conservación y el reciclado del agua, así como a la recarga de las aguas subterráneas y a la importancia de que los ecosistemas tengan carácter sostenible.

## 2.11 PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA

### 2.11.1 Análisis bacteriológico

**Coliforme Total:** Los coliformes totales son bacilos gram negativo no esporulado, que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares u otros agentes tensoactivos con similares propiedades de inhibición de crecimiento, no tienen citocromo oxidasa y fermentan la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído 35 a 37° C, en un periodo de 24 a 48 horas (Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable, 1995).

**Coliforme fecal:** Microorganismos que tienen las mismas propiedades de los coliformes totales pero a temperaturas de 44 o 44.5°C. También se les designa como Coliformes termorresistentes o termotolerantes (Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable, 1995).

Unidades formadoras de colonias (UFC) fecales, no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml, en total se aceptan 3 UFC en una muestra de 100 ml.

### 2.11.2 Temperatura

El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción (OPS, 1995).

Los cambios bruscos en la temperatura suelen ser causados por vertidos industriales, agrícolas o urbanos. Una temperatura elevada, como la que puede haber en verano, agrava los problemas de falta de oxigenación y disminuye la densidad del agua (Dpto. de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, 2000).

### 2.11.3 pH

El término pH (Índice de Ion Hidrógeno) es usado universalmente para determinar si una solución es ácida o básica, es la forma de medir la concentración de iones de hidrógeno en la solución. Los valores inferiores a 7 y próximos a cero indican aumento de acidez, los que son mayores de 7 y próximos a 14 indican aumento de la basicidad, mientras que cuando el valor es 7 indica neutralidad (Programa Piepal-Apoio Ford Foundation, 2000).

Según CEPIS (2001), el pH debe ser preferiblemente <8,0 para que la desinfección con cloro sea eficaz para el agua potable. pH bajo causa corrosión, pH alto causa sabor y sensación jabonosa.

### 2.11.4 Dureza

Una de las características de agua limpia es su capacidad de formar espuma con el jabón. Esta característica se encuentra afectada cuando el agua tiene una concentración elevada de cationes divalentes, especialmente calcio y magnesio (Poch, 1999).

**Cuadro 1. Clasificación de la dureza del agua en base al contenido de  $\text{CaCO}_3$ \***

Clasificación de la dureza del agua	Ppm (partes por millón) en Carbonato de calcio
Blanda	0-60
Moderada	61-120
Dura	121-180
Muy dura	Más de 180

\* **Fuente: Asociación Americana de Ingenieros (Rodríguez y Nicasio, 2001).**

Gran dureza: incrustaciones, formación de espuma (CEPIS, 2001).

Baja dureza: posible corrosión (CEPIS, 2001).

### 2.11.5 Nitritos y nitratos

Según Cauvin y Diddier (1986), aguas potables deben tener bajas concentraciones de nitritos y nitratos, ya que si se encuentran en altas dosis dan origen a ciertas enfermedades infantiles y pueden ser originados por contaminación de origen fecal.

El Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (1989), dice que los lactantes que asimilan grandes dosis de nitratos están expuestos a la formación de nitrosaminas (carcinógenas) y a sufrir metahemoglobinemia (cianosis). El primer paso es la transformación a nitrito, debido a la escasa acidez estomacal del lactante; luego el nitrito ingresa al torrente sanguíneo, donde oxida la hemoglobina, transformándola en metahemoglobina, la cual inhibe el transporte de oxígeno. Un 60-80% de metahemoglobina tiene efecto letal, porque produce asfixia interna.

Los nitritos son muy tóxicos y nocivos para los peces (una concentración de 0,5 mg/l puede causarles problemas). Su concentración ha aumentado en la naturaleza hasta cantidades nocivas debido al uso de fertilizantes en la agricultura y de carburantes fósiles. Los nitratos son esenciales para el crecimiento de las plantas, sin embargo para el consumo humano se establecen 50 mg/l como la cantidad máxima recomendada en el agua del grifo. El exceso de estos nutrientes desencadena procesos de eutroficación (Dpto. de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, 2000).

### 2.11.6 Oxígeno disuelto

Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia

orgánica, septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida (LaVilla, 1996).

### **2.11.7 Turbidez**

La turbidez en el agua puede ser causada por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, con un ámbito de tamaños desde el coloidal hasta partículas macroscópicas, dependiendo del grado de turbulencia.

Bolaños et al. (2001) dicen que la turbidez es de importante consideración en las aguas para abastecimiento público por tres razones:

- Estética: Cualquier turbiedad o turbidez en el agua para beber, produce en el consumidor un rechazo inmediato y pocos deseos de ingerirla y utilizarla en sus alimentos.
- Filtrabilidad: La filtración del agua se vuelve más difícil y aumenta su costo al aumentar la turbiedad o turbidez.
- Desinfección: Un valor alto de la turbidez, es una indicación de la probable presencia de materia orgánica y microorganismos que van a aumentar la cantidad de cloro u ozono que se utilizan para la desinfección de las aguas para abastecimiento de agua potable.

Según CEPIS (2001), para que la desinfección final sea eficaz, la medida de la turbiedad debe ser  $\geq 1$  UNT, hasta  $\leq 5$  UNT (unidad nefelométrica de turbiedad).

### **2.11.8 Cloro**

Para que la desinfección sea eficaz, debe haber una concentración residual de cloro libre  $\geq 0,5$  mg/litro después de 30 minutos de contacto, por lo menos, a un pH  $< 8,0$  (CEPIS, 2001).

### **2.11.9 Ortofosfato o fosfato inorgánico**

El fósforo es un elemento que no existe en estado gaseoso, circula entre la tierra y los sedimentos hacia el océano y de nuevo hacia la tierra. Al escurrir el agua sobre rocas que contienen fósforo, éstas se erosionan y el agua se lleva fosfato inorgánico ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) a la tierra donde es absorbida por las raíces de las plantas como fosfato inorgánico (Universidad de Chile, 2001).

El uso de detergentes, los cuales contienen grandes cantidades de fósforo, ha aumentado el contenido de fosfato en las aguas residuales domésticas y al problema de incremento del mismo en las fuentes receptoras (Romero, 1999).

## 2.12 CAUDAL

Caudal es el flujo por unidad de tiempo generalmente expresado en litros o m<sup>3</sup> por segundo. Multiplicando el flujo por unidad de tiempo: día, mes o año hablamos de volúmenes de escurrimiento que en forma de promedios mensuales o anuales. En una cuenca o red fluvial definimos los cursos de agua básicamente en términos de caudales durante el año y en volúmenes de escurrimiento anual. Un dato importante también es el caudal pico, o sea de la máxima crecida y caudal base o mínimo. Estos datos son básicos para saber cuanto de agua se tiene y entonces de cuanto se dispone para usar en las diferentes aplicaciones; nos da importantes datos para una planificación hidrológica (Verweij, 1998).

**Cuadro 2. Estándares de agua potable evaluados en este proyecto**

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Coliforme Total	Colonias	0	3
Coliforme Fecal	Colonias	0	0
Temperatura	°C	18 a 25	<30
Cloro Total	miligramos/litro (mg/l)	0.5	1
Nitritos	mg/l	1	3
Nitratos	mg/l	25	50
Dureza	mg/CaCO <sub>3</sub>	100	
Turbidez	UNT	1	5
Ph		4.5 a 9	6 a 9
Ortofosfatos	mg/l	0.1	0.5

**Fuente:** CEPIS (2001) y Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable (1995).

## 2.13 FUENTES DE CONTAMINACION DEL AGUA

El agua es considerada como contaminada cuando sus características naturales están alteradas de tal modo que la hace total o parcialmente inadecuada para el uso al que es destinada (Consejo Nacional del Ambiente, 2001). A continuación se describen las dos formas o fuentes de contaminación:

**Fuentes localizadas:** significa todo medio de transporte perceptible, delimitado y discreto, está asociada a las actividades en que el agua residual va a parar directamente a las masas de agua receptoras, por ejemplo, mediante cañerías de descarga, en las que se pueden fácilmente cuantificar y controlar, toda tubería, acequia, canal, túnel, conducto, pozo, fisura discreta, contenedor, material rodante, actividades concentradas de alimentación animal, o buque u otro medio flotante, desde el cual se descarguen o puedan descargar

contaminantes. En este término no se incluyen las descargas agrícolas de agua de lluvia ni el caudal de retorno de la agricultura de regadío (Ongley, 1997).

**Fuentes no localizadas:** es resultado de un amplio grupo de actividades humanas en las que los contaminantes no tienen un punto claro de ingreso en los cursos de agua que los reciben. Es mucho más difícil de identificar, medir y controlar (Ongley, 1997).

## 2.14 PROBLEMAS DE LA CONTAMINACION DEL AGUA

Los problemas de contaminación de agua presentan diversos grados de gravedad, según la densidad de la población, el tipo y el nivel de desarrollo industrial y agrícola y el número y la eficacia de los sistemas utilizados para el tratamiento de desechos. Resulta difícil cuantificar la magnitud de la contaminación a escala mundial, dada la escasez de datos disponibles en muchos países (Bjorklund, et al. 1998).

**Cuadro 3. Principales contaminantes del agua su procedencia y efectos.**

Contaminante	Procedencia	Efectos
Metales pesados	Fundamentalmente industrial	Son Bioacumulables Afectan al sistema neuromuscular y pueden ser letales
Compuestos organohalogenados	Productos fitosanitarios Usos industriales	Muy tóxicos Bioacumulables Producen mutaciones genéticas
Materia orgánica	Explotaciones Agropecuarias <b>Domestica</b> Industrial	Procesos de eutroficación
Nutrientes	Detergentes domésticos e industriales Fertilizantes agrícolas	Procesos de eutroficación
Compuestos orgánicos (petróleo, fenoles,...)	Fugas y limpieza industrial Refinerías Aceites desechados	Impiden el paso de luz y alteran la fotosíntesis
Contaminación térmica	Refrigeración en la industria Centrales térmicas y nucleares.	El aumento de la temperatura disminuye la solubilidad del oxígeno y puede hacer variar la fauna y la flora local
Contaminación bacteriológica	Redes de saneamiento	Epidemia de cólera, tífus, etc.

Fuente :Dpto. de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente Viceconsejería de Medio Ambiente de Euskadi, 2000.

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 LOCALIZACION DEL ESTUDIO**

La microcuenca El Gallo esta localizada en Honduras, Centro América, en la región Centro-Oriental del departamento Francisco Morazán, a 30 Km de Tegucigalpa. Esta microcuenca abastece de agua a cuatro comunidades que son Jicarito, Joya Grande, Surinca y San Antonio de Occidente. La microcuenca tiene un área de 2440 hectáreas y 29.85 Km de perímetro.

#### **3.2 MONITOREO DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA EL GALLO.**

##### **3.2.1 Lugares de muestreo**

La determinación de los sitios de muestreo se realizó a través de un reconocimiento de la zona.

Los sitios de muestreo que se determinaron son provenientes de la parte alta y baja de la microcuenca, en la parte alta se muestrearon: dos manantiales de agua en Surinca, la quebrada Arriba, la llave de una casa en Surinca; la quebrada Agua Amarilla, dos nacimientos de agua (Jicarito), y en la parte baja el tanque de Jicarito, el agua de una llave de casa en Jicarito y la quebrada El Gallo (Ver mapa, página siguiente muestra los puntos de muestreo, Funes, 2000).

##### **3.2.2 Criterios para tomar el muestreo**

Los lugares de muestreos fueron elegidos según los problemas que se pudieron observar:

- Manantiales de Surinca: La gente de Surinca utiliza estos manantiales para poder abastecerse de agua, pero ellos a la vez contaminan sus fuentes debido a que lavan su ropa y botan basura.
- Quebrada Arriba, el agua de esta quebrada es utilizada para regar cultivos y lavar ropa, pero lastimosamente la gente lleva su ganado a beber agua y estos defecan, lo cual contamina el agua.

## Microcuenca El Gallo Puntos de Muestreo

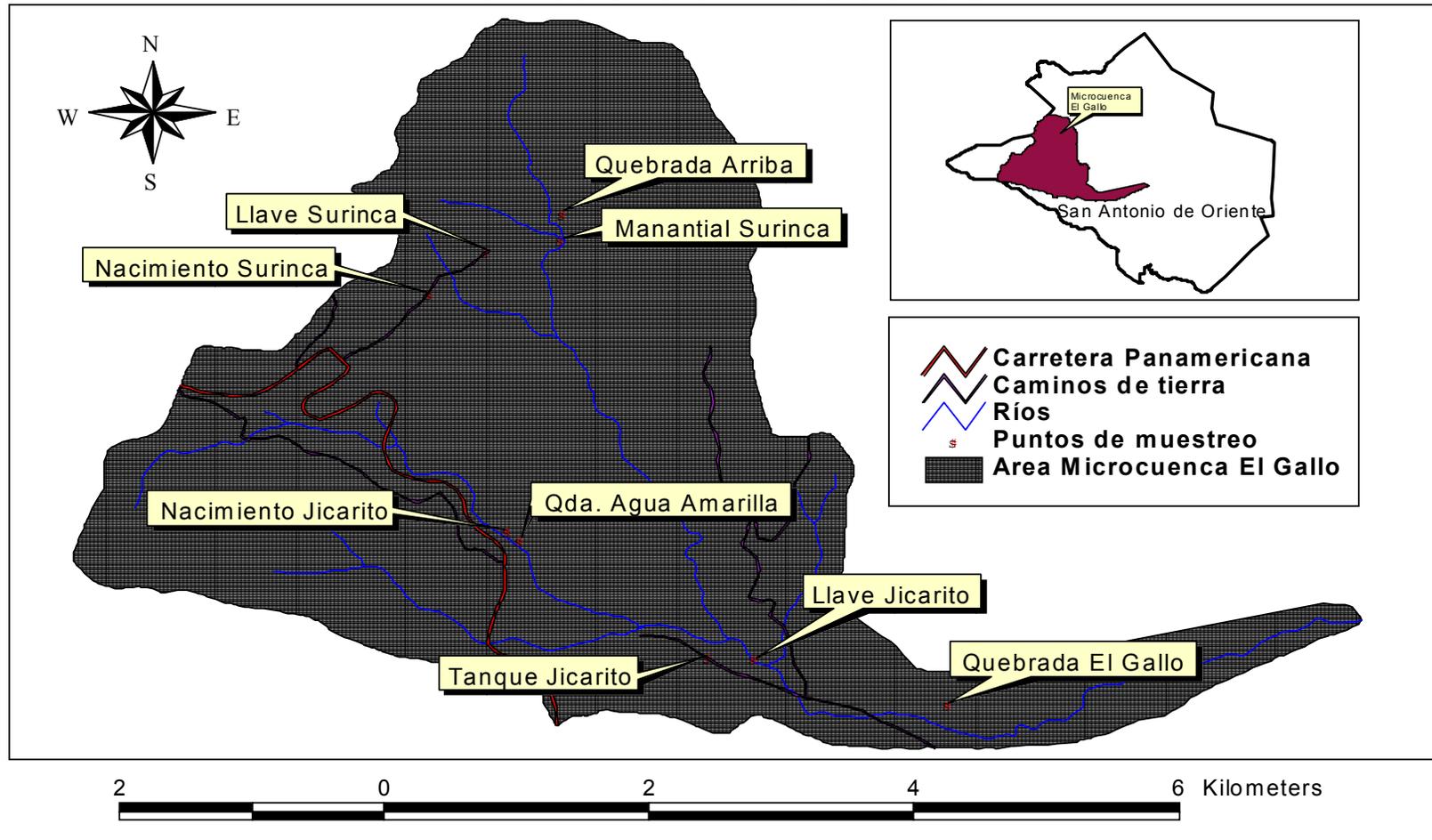


Figura 1. Sitios de muestreos donde se realizó el análisis de la calidad y cantidad de agua de la microcuenca El Gallo, Dpto. Francisco Morazán, Honduras (2001).

- Los nacimientos de Jicarito abastecen de agua potable a la comunidad y quebrada Agua Amarilla, se exponen a deforestación esto es debido a que la gente no sabe que ahí tienen su principal fuente de agua.
- Tanque y llave de Jicarito para ver si la cloración que se lleva a cabo semanalmente esta bien realizada.
- La quebrada El Gallo, es utilizada como un deposito de basura por la gente de Jicarito, se observo que hay contaminación de heces animales como humanos.

### **3.2.3 Frecuencia de muestreos**

La recolección de las muestras se llevó a cabo una vez por mes, de febrero a mayo y dos veces al mes de junio a septiembre del 2001; durante los primeros muestreos se tomaban dos pruebas para tener mas seguridad en los análisis y cersiorarse de que los parámetros medidos sean los correctos.

### **3.2.4 Parámetros a medir**

Los parámetros medidos fueron:

Temperatura medida en los diez puntos de muestreo directamente en cada sitio con un termómetro.

Oxígeno disuelto, pH, unidades de colonias formadoras (UCF) de coliformes totales y fecales, en los diez puntos de muestreo, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de la Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente de Zamorano.

En CESCO (Centro de Estudios y Control de Contaminantes) en Tegucigalpa; se realizaron los siguientes análisis:

A partir del 30 de marzo del 2001 se realizaron los análisis para determinar la presencia de: nitritos y nitratos en la quebrada El Gallo, Agua Amarilla, Quebrada Arriba, en el manantial de agua de Surinca y en el nacimiento dos de Jicarito.

Solo en la época de invierno se realizo el análisis para determinar la presencia de ortofosfatos en los todos los puntos de muestreos menos en las dos llaves.

Turbidez fue medida en todos los puntos de muestreos menos el las llaves y tanque de Jicarito.

Cloro únicamente en la llave de agua de Jicarito.

### **3.2.5 Recolección de muestras**

En la recolección de las muestras se utilizaron bolsitas con la capacidad de 100 ml de agua, las cuales fueron previamente esterilizadas y una vez usadas fueron descartadas, se

utilizaron guantes desechables para recolectar las muestras y así evitar contaminación. Realizado el muestreo las bolsitas de agua fueron colocadas en una hielera para preservarlas hasta llevarlas al laboratorio para desacelerar procesos de crecimiento de organismos y mantener representatividad en la muestra. Para tener mayor confiabilidad se medían los parámetros ese mismo día tanto en el campo como en el laboratorio.

### **3.2.6 Análisis Estadístico**

En el estudio se aplicó análisis estadístico con ayuda del programa *Statistical Analysis System* (SAS) ®. en donde se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), un análisis de varianza (ANDEVA), una prueba Student-Newman-Keuls (SNK). El objetivo de este análisis estadístico fue realizar una comparación entre los puntos de muestreo y época y la interacción sitio época, para cada variables de calidad y cantidad de agua. En cada sitio de muestreo se hizo una comparación de los resultados de cada época o mes con el valor máximo permisible en el agua potable.

Este análisis estadístico nos permitirá ver si el modelo nos registra diferencias significativas entre cada punto de muestreo, entre cada época, interacción sitio y época, y entre observaciones.

## **3.3 TALLER DE FUENTES DE CONTAMINACION, PROBLEMAS, CAUSA, EFECTO Y POSIBLES ACTORES**

Las posibles fuentes de contaminación de la microcuenca El Gallo se determinaron a través de los parámetros evaluados en el monitoreo de la calidad y cantidad de agua, inspección visual y también se realizó un taller con la participación de las personas que habitan en la cuenca.

### **3.3.1 Realización del taller**

El objetivo del taller fue determinar las fuentes de contaminación y plantear alternativas de solución de las causas de contaminación de agua, enfocándose en soluciones viables para realizar un plan de manejo de aguas que toque tres aspectos que son la mejora en la captación de agua, capacidad manejo administrativo y manejo físico

Para poder realizar el taller se identificó a las autoridades municipales y juntas de agua para informarles el objetivo del taller a realizar, se les explicó sobre la importancia que tiene saber cuales son las causas de contaminación de agua y de la importancia que tiene que la comunidad participe en el desarrollo del taller así ellos mismos se darán cuenta cuales son las causas de contaminación del agua.

Se realizó el taller en el Colegio San Antonio de Oriente, Jicarito el 12 de julio del 2001 y se invitó a 40 personas y participaron 50 personas.

### 3.3.2 Metodología utilizada para desarrollo del taller

1. Presentación del objetivo del taller.
2. Charla sobre la importancia de agua.
3. Mapeo participativo  
Aquí se utilizaron mapas cartográficos y fotos aéreas, y se los ubicó parcialmente a los participantes dentro de las fotografías.
4. Formación de grupos  
Se hicieron 5 grupos de 10 a 12 personas, para que nos indiquen en donde ellos consideran focos de contaminación.

El trabajo grupal consistió en responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las fuentes de contaminación del agua?
  - ¿Cuáles son las causas de dicha contaminación?
  - ¿Qué soluciones dan para evitar contaminación de aguas?
  - ¿Qué actores identifican que pueden dar ayuda (financiera) en el manejo de los recursos naturales que están vinculados con lo referente a agua?
5. Presentación de resultados
  6. Plenaria  
Se eligió un representante para que expusiera sus resultados.
    - Los materiales que se usaron fueron cartulinas, papelografos, lápices, marcadores diapositivas, mapas cartográficos, fotografías aéreas. Se identificó a las autoridades municipales y juntas de agua para informarles el objetivo del taller a realizar.

### 3.3.3 Elaboración de un plan de manejo del agua de la microcuenca El Gallo

Con los datos obtenidos en el monitoreo de agua de la calidad y cantidad de agua, y el taller que se realizó un esquema un plan de manejo del recurso agua de la microcuenca El Gallo en donde se tocara los siguientes puntos:

- Problema
- Causa
- Efecto
- Solución
- Actores

Aquí se enfocó más en las soluciones que se pueden aconsejar a la gente que vive en la comunidad, se esquematizó un plan de manejo del recurso agua que sea lo más integrado posible, es decir, que se vea los problemas desde la causa y dar una solución a dichos

problemas. Se dejó por escrito posibles actores que pueden ayudar o financiar a que se realice el plan de manejo y así de esta manera que la gente de la microcuenca El Gallo pueda manejar de la mejor manera el agua de la microcuenca, el aplicar o no ya dependerá del Proyecto de Rehabilitación y Manejo de la Cuenca Alta del Río Choluteca, de otras organizaciones o de algún otro estudiante que quiera hacer un seguimiento y llevar a cabo el plan de manejo de la microcuenca El Gallo.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 PARAMETROS DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA

#### 4.1.1 Temperatura

La temperatura puede afectar todos los aspectos del tratamiento y suministro de agua potable (OPS, 1987).

El análisis de varianza para la variable temperatura mostró diferencia significativa entre sitios con una  $P=0.0011$ , la época no influyó en este modelo, pero sin embargo cuando hay una interacción sitio y época influye en la variable temperatura con una  $P=0.0662$ , lo que quiere decir, que con un 93% de significancia las temperaturas variaron de acuerdo al sitio y época en que se estaba realizando el análisis de agua (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable temperatura de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

Source	DF	Type III SS	F Value	Pr > F
SITIOS	9	82.64000000	3.53	0.0011
EPOCA	0	0.00000000	.	.
REPET	8	14.80000000	0.71	0.6805
SITIOS*EPOCA	9	44.36000000	1.90	0.0662
AJUSTE DEL MODELO				0.0071
R-SQUARE				0.439252
C.V.				7.342676

En general el comportamiento de la variable temperatura del agua fue bastante similar en la mayoría de los puntos de muestreo sin hallarse diferencias significativas entre ocho de los diez puntos en los que se tomaron las muestras. Sin embargo, con 95% de confianza ( $p=0.05$ ) podemos afirmar que la temperatura promedio de la quebrada El Gallo fue significativamente mayor a la del Manantial 1 de Surinca, sin embargo la temperatura del Manantial 1 de Surinca fue igual a las otras temperaturas (Cuadro 5).

Los valores promedios de temperaturas registrados oscilan entre 20.8 a 23.3° C (Cuadro 5), lo que demuestra que la microcuenca no sufre cambios bruscos en sus temperaturas, ya que cambios bruscos en las temperaturas, como suele haber en el verano, agravan los

problemas de la falta de oxidación y disminuye la densidad de agua (Dpto. de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente de Euskadi, 2000). También, la turbidez y el color están relacionadas indirectamente con la temperatura, puesto que la eficiencia de la coagulación depende en gran medida de la temperatura (OPS, 1987).

**Cuadro 5. Separación de medias para la variable temperatura ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

SNK Grouping	Media (°C)	SITIOS
A	23.3000	Quebrada El Gallo
B A	22.9000	Tanque Jicarito
B A	22.9000	Llave Jicarito
B A	22.9000	Quebrada Agua Amarilla
B A	21.9000	Llave Surinca
B A	21.7000	Manantial 2 Surinca
B A	21.1000	Nacimiento Jicarito 2
B A	21.1000	Nacimiento Jicarito 1
B A	21.0000	Quebrada Arriba
B	20.8000	Manantial 1 Surinca.

La variable temperatura está estrechamente relacionada con el resto de las variables medidas en este ensayo, porque es un parámetro que afecta la disolución de iones y otros compuestos en el agua. Así por ejemplo, a mayor temperatura tenga el agua menor será la concentración de oxígeno disuelto presente en ella ( OPS, 1987).

#### 4.1.2 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto no afecta directamente la salud humana, pero es una sustancia indispensable para la supervivencia de los animales y de muchos otros seres vivos tanto acuáticos como terrestres (Programa Piepal, 2000).

El análisis de varianza mostró que los sitios influyen en la toma de datos de oxígeno disuelto con una  $P=0.0001$ , debido a que cada sitio tiene diferentes características, también influye el número de repeticiones que se realizó con una  $P=0.001$ , la época no influyó en los resultados de oxígeno disuelto, sin embargo cuando hay una interacción sitio y época hay diferencia significativa con una  $P=0.0005$ ; los datos presentan una variabilidad baja (7.61) lo que sugiere que la forma en la que se obtuvieron los datos fue realizada de acuerdo a las normas para la toma de datos establecidas en el capítulo de materiales y métodos (Cuadro 6).

Los promedios de oxígeno disuelto mostraron que la Llave Surinca y el Manantial 2 de Surinca presentaron el menor valor de oxígeno disuelto, en comparación con los otros ocho puntos de muestreos (Cuadro 7). Esto se explica a que a mas altura la concentración de oxígeno disuelto disminuye.

**Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable oxígeno disuelto de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

Source	DF	Type III SS	F Value	Pr > F
SITIOS	9	29.17006194	7.78	0.0001
EPOCA	0	0.00000000		
REPET	9	29.04078565	7.75	0.0001
SITIOS*EPOCA	9	14.74973302	3.94	0.0005
AJUSTE DEL MODELO				0.0001
R-SQUARE				0.728613
C.V.				7.610335

El tanque de Jicarito mostró un promedio de 9.2 mg/litro y la llave de Jicarito presento un promedio de 8.8 mg/litro de oxígeno disuelto, sin embargo la llave de Surinca muestra un valor de una media de 7.3 mg/litro oxígeno disuelto (Cuadro 7), esto se debe a que probablemente tanto el tanque como la llave de Jicarito se encuentran en la parte baja lo que favorece a que las concentraciones de oxígeno disuelto sean altas. La disminución de oxígeno disuelto para la llave de Surinca esta asociada con problemas de condiciones anaeróbicas, se recomienda que el agua en un sistema de distribución contenga siempre el oxígeno disuelto adecuado. Sin embargo es difícil recomendar un valor guía, puesto que otros componentes en el agua influyen en un nivel aceptable (OPS,1987).

Debe notarse que los datos pueden haber sido afectados por la manera en como se tomaron estos, ya que la mejor forma de realizar las mediciones de oxígeno disuelto es en el mismo lugar. Lo anterior no fue posible ya que el laboratorio de aguas de la Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente no cuenta con un oxigenometro portátil, lo cual represento una limitante y no permitió la recolección de datos exactos. **Cuadro 7.**

**Cuadro 7. Separación de medias para la variable oxígeno disuelto ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

SNK Grouping	Medias (mg/l)	SITIOS
A	9.2020	Tanque Jicarito
A	8.8830	Manantial 1 Surinca
A	8.8270	Llave Jicarito
A	8.6470	Quebrada Arriba
A	8.6444	Nacimiento Jicarito
A	8.6030	Quebrada. Agua Amarilla
A	8.5400	Nacimiento Jicarito 2
A	8.3082	Quebrada. El Gallo
B	7.4990	Manantial 2 Surinca
B	7.3271	Llave Surinca

### 4.1.3 pH

El **pH** expresa la concentración de ácidos que hay en la solución, con valores que oscilan desde 1 a 14. Un pH de 7 se considera neutro, un pH menor de 4 es muy ácido, y uno mayor de 10 muy alcalino (Dpto. de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente de Euskadi, 2000).

El pH fue calculado como concentración de protones para poder realizar cálculos estadísticos y obtener medias. Esto se debe a que la escala de pH de 1 a 14 es una escala logarítmica y no podía promediarse ni sumarse aritméticamente.

El análisis de varianza para la variable pH mostró que hay diferencia significativa entre cada sitio de muestreo con una  $P=0.0001$ , la época no influye en la recolección de datos, sin embargo la interacción sitio y época influyen en la toma de datos con una  $P=0.0001$  (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable pH de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

Source	DF	Type III SS	F Value	Pr > F
SITIOS	9	73.90551648	39.76	0.0001
EPOCA	0	0.00000000	.	.
REPET	9	28.19804133	15.17	0.0001
SITIOS*EPOCA	9	2.67204012	1.44	0.1861
AJUSTE DEL MODELO				0.0001
R-SQUARE				0.874503
C.V.				8.018914

El pH promedio de las medias se encuentra en un rango de 4.63 a 6.50, de los cuales los mas bajos fueron los nacimientos, llave y tanque de Jicarito, la quebrada El Gallo tiene un pH promedio de 5.58, y los valores mas altos fueron de las quebrada Agua Amarilla, quebrada Arriba, llave, nacimiento y manantial de Surinca (Cuadro 9).

El pH óptimo para que la mayor parte de plantas se desarrollen está en el rango de 5,4 y 6,8 (7 = neutro), o sea que casi todas prefieren un medio ácido (Guri, 2001), este patrón fue presentado por las quebradas, el nacimiento y manantial de Surinca. Las llaves y el tanque de Jicarito presentaron pH que se encuentran en el rango permisible de agua potable.

**Cuadro 9. Separación de medias para la variable pH ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

SNK Grouping	Medias	SITIOS
A	6.2188	Llave de Surinca
A	6.2153	Manantial 1 Surinca
A	6.1491	Manantial 2 Surinca
A	6.0652	Quebrada. Agua Amarilla
A	5.9900	Quebrada Arriba
B	4.9300	Quebrada El Gallo
C	4.4413	Llave Jicarito
C	4.3418	Tanque Jicarito.
C	4.3401	Nac. Jicarito2
C	4.3267	Nac. Jicarito 1

#### 4.1.4 Análisis Bacteriológico

##### 4.1.4.1 Unidades formadoras de colonias de coliformes totales

El análisis bacteriológico de UFC totales nos indican si el agua esta contaminada por bacterias coliformes de heces fecales, heces humanas, vegetación y suelo.

La variable UFC totales en el análisis de varianza mostró que hay diferencia significativa entre cada sitio de muestre con una  $P=0.0003$ , la época por si solo no es significativa, sin embargo cuando hay una interacción sitio y época los datos influyen con una  $P=0.0864$ , es decir que con un 91 % de seguridad los datos de la variable UFC totales son afectados por el sitio y época en que se realizo el muestreo de aguas (Cuadro 10). Lo anterior se debe a que los valores de UFC totales tomados durante el periodo de muestreo tanto en época de verano como invierno mostraron un patrón muy notorio (Anexo 1)

**Cuadro 10. Análisis de varianza de la variable UFC totales de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

Source	DF	Type III SS	F Value	Pr > F
SITIOS	9	4339403.00750188	4.38	0.0003
EPOCA	0	0.00000000		
REPET	9	2213352.42549580	2.23	0.0338
SITIOS*EPOCA	9	1802435.88288159	1.82	0.0864
AJUSTE DEL MODELO				0.0001
R-SQUARE				0.771807
C.V.				98.04845

La quebrada Arriba presentó la mayor cantidad de UFC totales, seguida por la quebrada Agua Amarilla y quebrada El Gallo (Cuadro 11), esto se debe a que la gente usa las quebradas para depositar sus desechos orgánicos y basura, lavar su ropa, los animales

pasan por la quebradas y depositan sus heces. Así mismo puede haber contaminación por parte de la vegetación, frutos de árboles los cuales se pudren y atraen microorganismos.

En la época de invierno la lluvia arrastra sedimentos lo cual agrava el problema de contaminación de UFC totales. Los coliformes totales se presentan naturalmente en el medio ambiente y no constituyen una amenaza para la salud. Su análisis se usa para indicar si pudiera haber presentes otras bacterias posiblemente nocivas a la salud. Toda muestra que presente coliformes totales debería ser analizada para determinar la presencia de coliformes fecales, los cuales provienen del contacto con heces fecales humanas o de animales (EPA, 2000).

**Cuadro 11. Separación de medias para la variable UFC totales ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

SNK Grouping	Media	SITIOS
A	1339.5	Quebrada Arriba
B	1001.3	Quebrada. Agua Amarilla
B	897.3	Quebrada El Gallo
C	354.7	Llave Surinca
C	325.9	Nacimiento 1 Surinca
C	306.0	Manantial 2 Surinca
C	7.0	Nacimiento 2 Jicarito
C	4.6	Tanque Jicarito
C	3.9	Nacimiento 1 Jicarito
C	1.2	Llave Jicarito

#### 4.1.4.2 Unidades formadoras de colonias de coliformes fecales

El análisis bacteriológico de UFC fecales indica únicamente contaminación fecal, por parte de heces fecales de animales y humanos, en donde el más común es encontrar el *Escherichia coli* ya que su origen es específicamente fecal, pues esta siempre en grandes cantidades en las heces de los animales, humanos y de los pájaros (OPS, 1987).

Los sitios influyeron significativamente en la medición de la variable UFC fecales con una  $P=0.0001$ , mostrando una variabilidad bastante alta (Cuadro 12). Esto se debe a que si observamos el anexo 1, los datos se presentan con valores desde 0 a 1725 UFC fecales por lo cual el coeficiente de variabilidad nos 112 %.

La quebrada Agua Amarilla, El Gallo y Arriba, fueron las que salieron más contaminadas por UFC fecales (Cuadro 13), esto se explica debido a que la gente de la microcuenca El Gallo usan las quebradas para depositar sus desechos orgánicos. Los animales también atribuyen a que esta variable sea mayor, especialmente el ganado que descarga sus desechos orgánicos en las quebradas lo que agrava aún más el problema de contaminación fecal en el agua.

**Cuadro12. Análisis de varianza de la variable UFC fecales de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

Source	DF	Type III SS	F Value	Pr > F
SITIOS	9	6573911.63703704	6.78	0.0001
REPET	5	1592096.08703704	2.96	0.0222
AJUSTE DEL MODELO				0.0001
R-SQUARE				0.632995
C.V.				111.6809

La llave de Surinca presenta un promedio de UFC fecales de 280 (Cuadro 13). Esta agua es tomada de un pozo expuesto a contaminación por animales y humanos, los usuarios del agua en Surinca la utilizan para todas sus necesidades humanas sin ningún tratamiento previo. Los coliformes fecales son una amenaza a la salud ya que provocan enfermedades gastrointestinales (diarrea, náuseas, cefaleas u otros síntomas). Estos patógenos podrían representar un riesgo de salud en bebés, niños pequeños y personas con sistemas inmunológicos gravemente comprometidos (EPA, 2000).

Los análisis del agua de los dos manantiales de Surinca dan como resultado la presencia de 197 UFC fecales en el manantial 1 de Surinca y 66 UFC fecales en el manantial 2 de Surinca (Cuadro 13). Estos altos niveles de coliformes fecales se presentan debido a la falta de protección y cercado de los manantiales para evitar así el paso de animales y humanos.

**Cuadro 13. Separación de medias para la variable UFC fecales ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua en la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

SNK Grouping	Media	SITIOS
A	789.7	Quebrada. Agua Amarilla
A	789.2	Quebrada. El Gallo
A	730.3	Quebrada. Arriba
B A	279.7	Llave Surinca
B	196.8	Manantial Surinca
B	66.2	Nacimiento de Surinca
B	0.2	Nac. 1 Jicarito
B	0.0	Nac. 2 Jicarito
B	0.0	Tanque Jicarito
B	0.0	Llave Jicarito

Las muestras de los nacimientos de Jicarito, la llave de Jicarito y el tanque de Jicarito cumplieron las normas microbiológicas, lo que indica un nivel aceptable de la calidad del

agua potable 0 UFC fecales (Cuadro 13), lo cual demuestra que el agua de estos nacimientos se encuentra en excelentes condiciones y no representa problemas en su consumo del agua. Esta fuente es de suma importancia debido a que provee agua a la comunidad de Jicarito.

Respecto a los coliformes totales y fecales, la calidad del agua distribuida es óptima para la comunidad el Jicarito por que ellos tienen un sistema de cloración efectivo. Mientras tanto para la comunidad de Surinca el agua no recibe ningún tratamiento presentando las llave de Surinca 167 UFC fecales (Cuadro 13), lo cual sobrepasa los norma estándar de calidad de agua.

#### 4.1.5 Nitritos y nitratos

El nitrato y el nitrito se consideran en forma conjunta debido a que la conversión de una forma a otra se produce en el ambiente, las concentraciones en el agua se expresan en mg/litro (OPS,1987)

Los promedios de nitritos y nitratos salieron, menores a los sugeridos por CEPIS (2001), que es 3 mg/litro para nitritos, y 50 mg/litro para nitratos (Cuadro 15 y 17), por tal razón no se enfatiza mucho en estos datos.

El análisis de varianza para la variable nitritos mostró una variabilidad bastante alta en los datos (102 %), esto se debe a que en la interacción sitio y época salió no significativa con una  $P=0.57$  (Cuadro 14), esa variabilidad de datos también se puede observar en el anexo 1, donde los resultados de nitritos se presentan desde 0 hasta 0.3 mg/litro.

**Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable nitritos de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

Source	DF	Type III SS	F Value	Pr > F
SITIOS	4	0.01522224	1.20	0.3562
EPOCA	0	0.00000000		
REPET	5	0.00917623	0.58	0.7152
SITIOS*EPOCA	4	0.00959702	0.76	0.5708
AJUSTE DEL MODELO				0.2454
R-SQUARE				0.613548
C.V.				102.3029

No se encontró diferencia significativa entre los promedios de nitritos, los valores encontrados van de 0.02 a 0.09 mg/litro (Cuadro 15), los cuales no presentan ningún problema debido a que la norma para el consumo de agua potable es 3 mg/litro para nitritos (CEPIS, 2001).

**Cuadro 15. Separación de medias para la variable nitritos ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

SNK Grouping	Media (mg/L)	SITIOS
A	0.09167	Quebrada. Arriba
A	0.07167	Nacimiento 2 Surinca
A	0.04250	Quebrada. Agua Amarilla
A	0.04167	Quebrada. El Gallo
A	0.02333	Nacimiento 2 Jicarito

El análisis de varianza para la variable nitratos mostró que los sitios, época e interacción sitio y época influyeron poco en la toma de datos (Cuadro 16), también si se observa el anexo 1, podemos notar que los resultados de nitratos van desde 0 a 15.84, que hacen que la variabilidad de datos de nitratos sea de 53 %.

**Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable nitratos de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

Source	DF	Type III SS	F Value	Pr > F
SITIOS	5	16.37590588	0.68	0.6427
EPOCA	1	2.68968829	0.56	0.4631
REPET	6	206.64024040	7.17	0.0003
SITIOS*EPOCA	5	26.18388016	1.09	0.3963
AJUSTE DEL MODELO				0.0031
R-SQUARE				0.767621
C.V.				52.52572

Los promedios de nitratos van de 3.3 mg/litro en la quebrada Agua Amarilla a 5.17 mg/litro en el nacimiento Surinca (Cuadro 17), estos datos no representa problema en la salud humana debido a la norma técnica es 50 mg/litro para nitratos (CEPIS, 2001).

**Cuadro 17. Separación de medias para la variable nitratos ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

SNK Grouping	Medias	SITIOS
A	5.171	Nacimiento 1 Surinca
A	4.966	Nacimiento 2 Jicarito
A	4.695	Quebrada Arriba
A	3.584	Quebrada el Gallo
A	3.346	Nacimiento 2 Surinca
A	3.302	Quebrada. Agua Amarilla

#### 4.1.6 Turbidez

La turbidez en el agua se debe a la presencia de materias en suspensión, tales como arcilla, sedimentos, partículas orgánicas coloidales, plancton y otros organismos microscópicos (OPS,1987).

La turbidez es una medida del enturbiamiento del agua. Se utiliza para indicar la calidad del agua y la eficacia de la filtración, por ejemplo, para determinar si hay presentes organismos que provocan enfermedades (EPA, 2001).

Para la variable turbidez se mostró que interacción sitio y época salió significativa con una probabilidad de 0.0001 y un coeficiente de variación bastante alto (Cuadro 18). Esto se explica ya que la variable turbidez en la época de verano es bastante baja, ya que en esta estación no llueve mucho por lo cual el agua no arrastra partículas de suelo. Sin embargo, a partir del inicio de la estación lluviosa los procesos de escorrentía y erosión hacen que suba la turbidez drásticamente, especialmente en las quebradas, esto se observa en el anexo 1.

La quebrada Arriba fue la que presentó mayores niveles de turbidez, seguida por la quebrada El Gallo, quebrada agua Amarilla y manantial Surinca (Cuadro 19). Una alta turbidez suele asociarse a altos niveles de microorganismos causantes de enfermedades, como por ejemplo, virus, parásitos y algunas bacterias. Estos organismos pueden provocar síntomas tales como náuseas, diarrea y dolores de cabeza asociadas (EPA, 2000).

**Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable turbidez de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

Source	DF	Type III SS	F Value	Pr > F
SITIOS	6	102263.81201714	11.89	0.0001
EPOCA	0	0.00000000		
REPET	8	20324.04458286	1.77	0.1068
SITIOS*EPOCA	6	92374.03601714	10.74	0.0001
AJUSTE DEL MODELO				0.0001
R-SQUARE				0.827592
C.V.				94.91020

Si se observa los datos de medias de UFC totales y fecales de las 3 quebradas que se muestrearon y el manantial de Surinca (Cuadro 11 y 13) y si se lo compara con los datos de la turbidez (Cuadro 19), se puede notar que la presencia de turbidez tiene un efecto significativo en la calidad microbiológica del agua ya que el crecimiento microbiano se facilita debido a que los nutrientes son adsorbidos sobre las superficies y de ese modo, las bacterias adheridas son capaces de crecer eficazmente (OPS, 1987).

**Cuadro 19. Separación de medias para la variable turbidez de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

SNK Grouping	Media	SITIOS
A	130.77	Quebrada Arriba
B	80.11	Quebrada. el Gallo
C	45.58	Quebrada. Agua Amarilla
C	18.46	Nacimiento 2 Surinca
C	7.79	Nacimiento 1 Surinca
C	0.39	Nacimiento 1 Jicarito
C	0.19	Nacimiento 2 Jicarito

#### 4.1.7 Ortofosfato o fosfato inorgánico

El fosfato en el agua causa eutroficación proceso dinámico que puede ser continuo y dependiendo de su grado de contaminación, pueden ir desde oligotróficas (aguas con bajos niveles de materia orgánica, buenos niveles de oxígeno disuelto y poca contaminación bacterial), hasta aguas hipertróficas (aguas oscuras extremadamente ricas en nutrientes, con bajísimos niveles de oxígeno y alta actividad microbial, que expiden fuertes olores). Estas últimas aguas están tan contaminadas y degradadas que prácticamente no permiten el desarrollo de la vida acuática, y ni siquiera muchas malezas pueden sobrevivir (Dpto. de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente de Euskadi, 2000). En la análisis de varianza para la variable ortofosfato muestra que las diferencias entre sitios son significativos con una  $P=0.00198$ , con un coeficiente de variación bastante alto (Cuadro 20), el cual se explica si se observa el anexo 1 donde los resultados del análisis de ortofosfato oscilan entre 0.1 a 3.3 mg/litro.

**Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable ortofosfato de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

Source	DF	Type III SS	F Value	Pr > F
SITIOS	7	4.99697143	2.74	0.0198
REPET	6	11.21635000	7.18	0.0001
AJUSTE DEL MODELO				0.0001
R-SQUARE				0.603468
C.V.				122.9139

La valor mas alto de ortofosfato se obtuvo en la quebrada Arriba, seguida por el manantial Surinca, quebrada El Gallo, nacimiento Surinca, quebrada Agua Arriba y tanque Jicarito, mientras que los nacimientos de Jicarito presentaron valores bajos (Cuadro 21).

**Cuadro 21. Separación de medias para la variable ortofosfato ( $p=0.05$ ) de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

SNK Grouping	Medias	SITIOS
A	1.0543	Quebrada Arriba
B A	0.6800	Manantial. Surinca
B A	0.4400	Quebrada. el Gallo
B A	0.3457	Nacimiento Surinca
B A	0.2786	Quebrada. Agua Amarilla
B A	0.2414	Tanque Jicarito
B	0.1329	Nac. Jicarito 1
B	0.0971	Nac. Jicarito 2

El valor máximo permisible de ortofosfatos en el agua para el abastecimiento de poblaciones destinadas a la producción de agua potable es 0.5 mg/litro de (Norma Técnica Nacional para la calidad de agua potable, 1995), sin embargo la quebrada Arriba y el manantial Surinca presentan en algunos muestreos valores que sobrepasan este valor (Anexo 1), esto se debe a que la gente de la parte alta de la microcuenca El Gallo utiliza la quebrada y manantial para lavar su ropa; el principal aditivo de los detergentes es un compuesto llamado tripolifosfato de sodio, al que se le denomina en forma genérica como fosfato. El problema de los fosfatos, es que actúa como elemento nutritivo para algas y plantas acuáticas, lo que a su vez provoca la degradación de las aguas naturales, acelerando el proceso de eutricación, a tan sólo cuestión de unas décadas (Universidad Autónoma de Nuevo León, 2001).

#### 4.1.8 Dureza

La dureza del agua no es un componente específico, sino una mezcla compleja y variable de cationes y aniones, se debe principalmente a la presencia de calcio y magnesio, expresada como mg de carbonato de calcio en un litro (OPS, 1987).

En el análisis de varianza para la variable dureza no se encontraron diferencias significativas entre sitios, épocas y la interacción sitio y época salió (Cuadro 22). Esto también se explica en el anexo 1, ya que los datos son muy parecidos desde 8 a 20 mg CaCO<sub>3</sub>/litro.

Las fuentes de agua pueden tener una dureza menor de 50mg/litro (OPS, 1987), valores más altos son indeseable en algunos procesos, tales como el lavado doméstico e industrial, provocando que se consuma más jabón, al producirse sales insolubles, lo que demuestra que las llaves del Jicarito y Surinca no presentan problemas con lo que respecta a la variable dureza porque no sobrepasan normas de calidad de agua. No hay evidencia de efectos adversos para la salud que sean específicamente atribuibles a altos niveles de calcio o magnesio en el agua potable (OPS, 1987).

#### **Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable dureza de las llaves de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

Source	DF	Type III SS	F Value	Pr > F
SITIOS	1	0.01666667	0.00	0.9714
EPOCA	0	0.00000000	.	
REPET	6	71.73333333	1.00	0.5000
SITIOS*EPOCA	1	2.01666667	0.17	0.6956
AJUSTE DEL MODELO				0.6692
R-SQUARE				0.527293
C.V.				26.34423

La llave de agua del Jicarito y la llave de agua de Surinca salieron con una media parecida en la variable dureza. La poca variabilidad de datos en la llave del Jicarito, se debe a que el rango de datos es de 12 a 14 mgCaCO<sub>3</sub>/L y en la llave de Surinca de 8 y 20 mgCaCO<sub>3</sub>/L (Anexo 1).

**Cuadro 23. Separación de medias para la variable dureza (p=0.05) de las llaves de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

SNK Grouping	Medias (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	SITIOS
A	13.250	Llave Jicarito
A	13.000	Llave Surinca

#### 4.1.9 Cloro

El cloro se usa para desinfectar, eliminar organismos patógenos o dañinos del agua. Todos los microorganismos patógenos sucumben al cloro en concentraciones de 0.3 a 2 partes de cloro en un millón de partes de agua.

El cloro fue medido únicamente en la llave del Jicarito para ver si no sobrepasaba la norma de calidad de agua que es 0.5 mg de cloro/litro. Los resultados de cloro en todos los muestres salieron 0.1 mg/ litro.

Esta baja concentración se puede deber a que en el muestreo de aguas no se tomo en cuenta el día en que cloran el tanque de Jicarito. Lo que también atribuye que en algunos muestres en las llaves y tanque se encuentren UFC totales.

#### 4.1.10. Caudal

Las mediciones de caudal son las más importantes a nivel de cuencas y a nivel ambiental, ya que nos permite determinar la cantidad de agua que pasa por un punto específico en un tiempo específico y ayuda a predecir peligros que se están generando por el uso de tierra.

El análisis de varianza para la variable caudal mostró que los sitios afectan la toma de datos con una  $P=0.1267$ , que la interacción sitio y época influyen en la toma de datos con una  $P= 0.33$  (Cuadro 24).

**Cuadro 24. Análisis de varianza para la variable caudal de las fuentes de agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

Source	DF	Type III SS	F Value	Pr > F
SITIOS	4	1324.13140917	2.01	0.1267
EPOCA	1	275.47050008	1.67	0.2088
REPET	7	1579.34318833	1.37	0.2648
SITIOS*EPOCA	4	811.61336631	1.23	0.3250
AJUSTE DEL MODELO				0.0023
R-SQUARE				0.719316
C.V.				40.63097

El caudal de la microcuenca El Gallo, presenta en un rango de agua de 25.04 a 39.82 galones/ minutos (Cuadro 25).

**Cuadro 25. Separación de medias para la variable caudal ( $p=0.05$ ) de las fuentes agua de la microcuenca El Gallo, Francisco Morazán (2001).**

SNK Grouping	Medias	SITIOS
A	39.819	Quebrada Agua Amarilla
A	36.111	Tanque Jicarito
A	31.155	Nacimiento Jicarito 1
A	25.823	Quebrada El Gallo
A	25.035	Quebrada Arriba

No se puede decir si la cantidad de agua es buena o mala en la microcuenca debido a que no hay datos de años anteriores para poder hacer una comparación. Funes (2000), dice que la frecuencia de agua es 0.123 la cual es una cifra baja, la cual nos indica que para que se produzcan escorrentías y lleguen al río tarda mucho.

## 4.2 FUENTES DE CONTAMINACION

Las fuentes de contaminación fueron determinadas en un taller participativo que se realizó en la comunidad de Jicarito el 12 de julio del 2001 (Anexo 2).

La contaminación de la microcuenca El Gallo es ocasionada por una serie de factores entre los que podemos citar:

En la parte alta de la microcuenca El Gallo las principales causas de degradación del recurso agua es la descarga directa de desechos sólidos (material fecal) por parte de los animales y humanos, el depósito de basura en las quebradas, lo cual no contamina solamente el agua superficial sino también los acuíferos de agua subterránea adyacentes. La contaminación de aguas subterráneas es también causa de la lixiviación del uso y liberación de detergentes (químicos sintéticos) y desechos orgánicos, atribuyendo a que la contaminación del agua aumente.

En la parte baja el problema que presenta el recurso agua es el manejo de las porquerizas, las cuales descargan, sin ningún control, sus aguas negras; la acumulación y depósito de basura en las quebradas; falta de letrinas, contribuyen a que el agua presente altos niveles de contaminación. Otros factores que influyen en la contaminación del agua son: el tránsito de ganado, deforestación, quema de bosques, desperdicios de construcciones y desagües. En la microcuenca El Gallo se producen y eliminan grandes cantidades de desechos sólidos, que son posibles fuentes de contaminación grave de las aguas subterráneas, especialmente donde abundan los vertederos incontrolados (en contraste con los vertimientos sanitarios) y donde los desechos se eliminan en sitios inadecuados escogidos por su proximidad a la fuente de aguas. La lluvia puede arrastrar productos químicos procedentes de esas fuentes (UNICEF, 2001).

La contaminación del agua causa mal olor, enfermedades, animales muertos, cría de insectos, mala calidad del agua (Anexo 1) y el agua contaminada puede producir efectos muy negativos, ya que provoca enfermedades humanas miserias y hasta la muerte (FAO, 1997). Los principales efectos que se determinaron en el taller (Anexo 1) fueron que la gente presenta enfermedades como ser hepatitis, cólera, paludismo, parasitismo, problemas estomacales, de la piel y de respiración. Hay más contaminación por proliferación de insectos, pérdida de agua y agua contaminada.

#### **4.3 BASES PARA EL PLAN DE MANEJO DEL AGUA EN LA MICROCUENCA EL GALLO**

El plan de manejo para el recurso agua debe considerar tres aspectos que son: mejora en la captación de agua, manejo físico y manejo administrativo/político.

También es de suma importancia tomar a los actores que influyen en la comunidad ya que ellos son los que viven ahí o son entes que están interesados en dar ayuda a la microcuenca para que mejoren sus condiciones de vida.

Cabe recalcar que en el plan de manejo que se plantea para el recurso agua de la microcuenca El Gallo no se pudo quedar en quien lo va hacer (se tiene idea de los principales actores), ni la fecha programada, ni presupuesto. Esto debido a las limitaciones de tiempo y que es algo difícil de reunir a los pobladores de la microcuenca.



**CUADRO 26.** Bases para la formulación de un plan de manejo del agua para la microcuenca El Gallo

<b>Principales problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Actores</b>
<b>Calidad y cantidad de agua</b>	<p>Mejorar la captación y suministro de agua de la microcuenca.</p> <p>Proteger las fuentes del agua para prevenir la contaminación.</p>	<p><b>Soluciones a Corto Plazo</b>  Cercar y rotular fuentes de agua para evitar el paso de animales y personas.  Deshacerse de la basura de la manera apropiada, se puede ver la manera de dividir la basura en lo que es orgánico, reciclaje, metal.  Elaborar planes de reforestación y protección forestal para la protección de fuentes de agua.  Realizar campañas de limpieza en la comunidad.  Realizar practicas de agricultura sostenible para mejorar las características de suelo.</p> <p><b>Soluciones a Mediano Plazo</b>  Concientización a la gente de la importancia del agua.  Ordenamiento territorial, nos ayuda a definir la tierra según el patrón de distribución espacio- temporal de los recursos hídricos en la microcuenca, la disponibilidad y la accesibilidad de los recursos, la demanda y la oferta de agua, los usos múltiples, la localización y el tipo de actividades productivas, la distribución demográfica de la población, la situación ambiental actual y las tendencias de tierra.</p>	<p><b>UMA</b></p> <p><b>Junta de agua</b></p> <p><b>Comité ambiental Local</b></p> <p><b>COHDEFOR</b></p> <p><b>Padres de Familia</b></p> <p><b>Patronato</b></p> <p><b>Grupo de Jóvenes ambientalistas</b></p>
<b>Manejo del sistema De distribución de agua (Físico)</b>	<p>Mejorar la obras físicas necesarias para la conducción y distribución de agua potable que abastece a la microcuenca.</p> <p>Construcción de un tanque de agua para la comunidad de Surinca.</p>	<p><b>Soluciones a corto plazo</b>  Construcción de un relleno sanitario.  Construcción de filtros, muros, de represas, diques para prevenir arrastre de sedimentos por el agua.  Con la ayuda de UMA, junta de agua y personas interesadas, ver una manera de buscar fondos para poder construir un tanque de agua, tener alcantarilla conseguir los materiales adecuados para poder contar con tuberías para distribuir el agua de la mejor manera posible, esto especialmente en la parte alta de la microcuenca El Gallo</p> <p><b>Soluciones a Mediano Plazo</b>  Realizar un plan que abarque sistemas públicos de agua donde se deben instalar nuevos equipos, mejorar o reemplazar infraestructuras o hacer mejoras en la manera de operar los sistemas de agua</p>	<p><b>ZAMORANO</b></p> <p><b>Productores independientes</b></p> <p><b>FHIS</b></p>

<p style="text-align: center;"><b>Manejo administrativo</b></p>	<p>Fortalecer capacidad administrativa a los encargados de las juntas de agua y la gente que más participa en la microcuenca.</p> <p>Mejoras en el nivel de participación de la gente.</p> <p>Mejorar la calidad de vida de las personas que viven en la microcuenca.</p>	<p><b>Soluciones a Corto Plazo</b>  Junta de agua se asegure que los sistemas de distribución funcionen de manera apropiada.  Realizar monitoreo de la calidad y cantidad de agua por lo menos una vez al mes.  Realizar tratamientos de agua de manera que se cumpla con las normas establecidas.  Que UMA se cerciore el funcionamiento de las Juntas de Agua.  Organizar un comité de vigilancia para que vele para que se lleve a cabo el monitoreo de la calidad y cantidad de agua.  Proporcionar información al público sobre la calidad del agua, esto es especialmente importante en áreas donde las casas y los negocios cercanos tienen sistemas sépticos.</p> <p style="text-align: right;">Soluciones a Mediano Plazo</p> <p>Definir políticas que la microcuenca considera más relevantes, incluyendo también la aplicación apropiada en cada uso.  Mejores tecnologías de planificación, asignación y manejo, y la asimilación de una nueva cultura del agua.  Operar los sistemas de agua con operadores cualificados.  Que existan mecanismos claros de participación, así como información transparente: un informe anual o bianual del estado de las aguas es una necesidad crítica e impostergable.  La asignación de usos de las aguas deberían hacerse a través de procesos participativos y democráticos, con la amplia representación de los entes locales, a fin de conciliar los intereses por parte de la comunidad, considerando las demandas actuales y los requerimientos futuros.  Concientizar a la gente de la importancia del uso racional de agua.  En los colegios y escuelas explicarles sobre la importancia del agua, una forma sencilla sería repartiendo folletos didácticos, donde les enseña y concientiza sobre la protección del recurso agua.</p>	<p><b>Junta de agua</b></p> <p><b>Patronato</b></p> <p><b>UMA</b></p> <p><b>Grupo de Jóvenes ambientalistas</b></p> <p><b>Comité ambiental local</b></p>
---	---	---	--

### 4.3.1 Actores

El papel de los actores es muy importante debido a que ellos son los que toman las decisiones para que desarrolle su comunidad o la comunidad que están interesados a ayudar.

¿Quiénes son los actores?

Son personas, grupos o instituciones que tengan un interés o influencia, positiva o negativa, en un proyecto o programa.

Se incluyen:

- los beneficiarios primarios.
- los intermediarios.
- los afectados y los que afectan.
- los perdedores y ganadores.
- las tomadoras de decisiones (directos e indirectos).
- los excluidos.

A continuación se explica el papel de los actores que están relacionados en el plan de manejo del recurso agua.

**COHDEFOR** (Cooperación Hondureña de Desarrollo Forestal) ayuda en planes de manejo y se encarga de proteger recursos naturales. Sus actividades más importantes son la protección forestal, declaración de zonas de recarga hídrica.

**FHIS** (Fondo Hondureño de Inversión Social) da apoyo a la municipalidad, financian proyectos de construcción de infraestructura y ayudan en programas de salud.

**ZAMORANO** ayuda a la protección de la microcuenca El Gallo, debido a que apoyo ya sea con proyectos o con estudiantes. Actualmente la microcuenca esta siendo ayudada por el Proyecto de Rehabilitación y Manejo de la Cuenca Alta del Río Cholutca.

**UMA** (Unidad Municipal Ambiental) vela por la protección del ambiente, se preocupa por la regulación de las fuentes de agua, conjuntamente con la ayuda de la municipalidad, organiza a las comunidades en pro de la protección del ambiente. Su función es regulación ambiental.

**Comité Ambiental Local** su función proteger el ambiente y concientizar a la comunidad de la importancia de proteger el ambiente, la función que tiene es la protección de los recursos naturales.

**Grupo de Jóvenes Ambientalistas**

Son jóvenes que les interesa aspectos ecológicos, que tienen entre 15 a 21 años, ellos con la ayuda de Jorge Araque encargado de la Junta de Agua de Jicarito promueven la protección de los recursos naturales, concientizando a los demás jóvenes de su comunidad.

**Sociedad de padres de Familias**

Juegan el papel más importante ya que son los principales en concientizar a sus hijos. Lastimosamente en la microcuenca El Gallo los padres de familia no se involucran en las actividades de la microcuenca y no le interesa la protección de la misma.

**Productores independientes**

Son pequeños agricultores a los cuales solo les interesa la protección de sus recursos, mejorar sus productividad sin importar el ambiente.

**Patronato**

Esta conformado por padres de familia y gente que tiene interés en que su comunidad tenga mejor calidad de vida, se encarga de promover proyectos comunitarios y ambientales y son de gran importancia para planes de manejo.

**Junta de agua**

Juega un papel muy importante, debido a que su enfoque primordial es la protección del recurso agua y su función es administración del recurso agua.

**Cuadro 27. Matriz de actores primarios y secundarios de la microcuenca El Gallo**

<b>Actores de afuera</b>	<b>Actores dentro de la cuenca</b>
Actores Externos: COHDEFOR FHIS ZAMORANO	Actores primarios: Junta de agua UMA Comité Ambiental
	Actores secundarios: Patronato Sociedad de padres de familia Productores Independientes Grupo de Jóvenes Ambientalistas

## 5. CONCLUSIONES

Los parámetros de calidad de agua demuestran que las variables UFC totales y fecales en las quebradas y en la llave Surinca sobrepasan los estándares de calidad del agua establecida por la OPS (1995), lo que demuestra que la comunidad de Surinca tiene como principal problema la calidad de agua.

En parte alta de la microcuenca, especialmente la quebrada Arriba se muestra altos niveles de ortofosfatos, producida por el lavado de ropa realizado por las señoras de la comunidad de Surinca, lo que causa eutrofización en los ríos degradando las aguas naturales.

La turbidez del agua está influenciada directamente por el sitio y época en que se tomó el muestreo de agua, ya que en invierno los niveles de turbidez son más altos, debido a que empieza la época lluviosa que causa que se arrastren partículas de suelo y se aceleren los procesos de escorrentía y erosión.

La temperatura, pH, oxígeno disuelto, dureza, cloro, nitritos y nitratos, no representan problemas en la calidad de agua debido a que no sobrepasan los estándares establecidos por la OPS (1995).

Las principales fuentes de contaminación del agua en la parte alta de la microcuenca se debe principalmente a la descarga de desechos sólidos (material fecal) proveniente de humanos y animales, gente lava su ropa en quebradas y nacimientos de agua y en menor grado a la agricultura. Mientras que en la parte baja de la microcuenca la contaminación se debe a las porquerizas sin ninguna medida de precaución para sus aguas negras, desecho de basura y agricultura.

Las fuerzas vivas como la Junta de Agua, sociedad de padres de familia, municipalidad, patronato y líderes fueron capaces de entender el problema, identificar las fuentes de contaminación y poder producir las bases para formular un plan de manejo del recurso agua y de esta manera preservar de una manera eficaz los manantiales de agua.

## 6. RECOMENDACIONES

La junta de agua, UMA, municipalidad y la comunidad en general deben buscar mecanismos de control sobre la vagancia de animales que hay en la parte alta de la microcuenca, una de sus estrategias de acción debe ser cercar las fuentes de agua, para mantener y evitar el paso de animales o humanos y así de esta manera evitar la degradación del agua y cuidar la calidad del agua.

La comunidad de Surinca debe de tomar medidas de control a corto plazo para el mejoramiento en la captación de agua, manejo físico y administrativo ya que el lugar de los manantiales de agua no tiene ninguna medida de precaución para poder cuidar sus zonas de recarga de agua.

Las personas que se benefician de agua en Surinca, junto con el apoyo de la municipalidad, junta de agua y UMA deben tratar de conseguir los medios necesarios para financiarse un tanque recolector de agua para poder dar un tratamiento y uso adecuado al agua que están tomando, que es vital para la salud humana.

Junta de agua y UMA deben realizar mensualmente monitoreo y seguimiento en los manantiales de agua de Surinca, en las llaves y tanque de Jicarito, para que de esta manera controlen los parámetros de la calidad y cantidad de agua.

Es importante que la Junta de Agua vigile constantemente los niveles de cloro del agua en los tanques de Jicarito los cuales no deben sobrepasar 0.5 mg/litro, y cerciorarse que se realice una vez cada dos semanas, ya que si se pasan del tiempo se presentan patógenos que pueden ser dañinos para la salud humana.

Se debe dar más apoyo al grupo de jóvenes ambientalistas para que no pierdan el interés y estén siempre al tanto de que el recurso agua se debe cuidar y así de esta manera ellos puedan incentivar a más jóvenes a que aprendan sobre recuso agua.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

BARNES, K. K; EDMINSTER, T. W; FREVERT, R. K; SHWAB, G. O. 1990. Ingeniería de conservación de suelos y aguas. Ed. Limusa. México, DF. 570p.

BJORKLUND, G; NAJLIS, P; SZOLLOSI, A. (1998) Naturaleza y recursos: Evaluación de los recursos mundiales de agua dulce. Vol.34, No. 1.

BOLAÑOS, A.; GARZA, E.; PEREZ, M. 2001. Tutorial de análisis de agua. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE TAMAULIPAS. Educación asistida por computadora. Disponible en: <http://members.tripod.com/Arturobola/turbi.htm>

CABALLERO, L. 2000. (a). Material de clases: Plan de manejo de cuencas. Módulo 1. Unidad: VII. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras.

CABALLERO, L. 2000. (b). Introducción al tema del manejo integrado sostenible de las cuencas hidrográficas. Modulo II. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras.

CARRERA DE LA TORRE, L. 1996 FAO Red en Manejo de Cuencas Hidrográficas: El Manejo de las Cuencas Hidrográficas en el Ecuador Boletín No.1, octubre 1996 <http://www.rlc.fao.org/redes/redlach/bol8.htm>

CAUVIN, F.; DIDIER, G. 1986. La contaminación del agua. Universidad de Monterrey. México, D.F. 231 p.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). 2001 Contaminación del agua: Prevención y control de contaminación de las aguas subterráneas. Accesado 9-6-2001. Disponible en [www.cepis-ops.htm](http://www.cepis-ops.htm)

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). 2001. Calidad del agua: Guías OMS para la calidad del agua de bebida Accesado 23- 7- 2001. Disponible en [www.cepis-oms.htm](http://www.cepis-oms.htm)

Comisión para la gestión integral de agua en Bolivia. 2001. Gestión cuencas: Planificación de Recursos Hídricos. Disponible en: <http://www.aguabolivia.org/situacionaguaX/SituacionX/GESTIONCUENCAS.htm>

CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE. 2000. Contaminación del agua. Lima – Perú. <http://www.conam.gob.pe/educamb/contagua.htm>

Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente  
Viceconsejería de Medio Ambiente de Euskadi. 2000. Calidad del agua: La  
contaminación del agua. [http://www.euskadi.net/aztertu/aztfr5\\_c.htm](http://www.euskadi.net/aztertu/aztfr5_c.htm)

EPA (U.S Environmental Protection Agency). 1990. (a) Guía para la protección de las  
aguas subterráneas. <http://www.epa.gov/safewater/protect/citguisp.html#1>

EPA (U.S Environmental Protection Agency). 2000. (b). Estándares del Reglamento  
Nacional Primario de Agua Potable.

<http://www.epa.gov/safewater/agua/estandares.html>

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). 2001. La crisis emergente  
del agua potable en la India. <http://www.unicef.org/spanish/wwd98/papers/unicef.htm>

FAO ( Organizaciones de las Naciones Unidas para la Alimentación y agricultura).  
1997. Agua y agricultura. <http://www.fao.org/waincent/faoinfo/agricult/agl.htm>

FUNES, J. E. 2000. Caracterización Biofísica de la Microcuenca El Gallo, Zamorano,  
Francisco Morazán, Honduras. Tesis Ing. Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola  
Panamericana-Zamorano. 73 p.

GURI, J. 2001. El pH del substrato y la calidad del agua. Disponible en:

<http://www.docum.com/jardin/ph2.htm>

LUGO A. E; GARCIA, A. 1996. El ciclo hidrológico. Servicio Forestal Federal,  
Instituto de Dasonomía Tropical. Fundación Puertorriqueña de Conservación Puerto  
Rico Vol. 10 Núm. (1-30) <http://www.tld.net/users/fconserv/ciclohidro.htm>

LAVILLA. J. J. 1996. Todo sobre el medio ambiente. Barcelona. Editorial Praxis,  
S.A. Barcelona 154 p

MILLER, G. T. 1992. Ecología y Medio Ambiente. Ed. Iberoamérica S.A. de C.V.  
México. 867 p.

MARCANO J. E. 2001 Educación ambiental: Glosario Ambiental. Disponible en:

[http://jmarcano.vr9.com/glosario/glosario\\_a.html](http://jmarcano.vr9.com/glosario/glosario_a.html)

Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ). 1989 Tomo  
III: Catálogo de Estándares Ambientales. Disponible en

<http://media.payson.tulane.edu:8083/html/env/envsp/Vol337.htm>

Norma Técnica Nacional para la calidad del agua potable. (1995) Decreto No. 084 del  
31 de Julio de 1995. Vigencia 4 de Octubre de 1995. Tegucigalpa, Honduras. 38 p.

ONGLEY E. D. 1997. Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. (Estudio FAO Riego y Drenaje-55) GEMS/Water Collaborating Centre Canada Centre for Inland Waters Burlington-Canada. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/W2598S/W2598S00.htm>

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE SALUD (OPS). 1995. Normas de calidad de agua. 23 p.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE SALUD (OPS). 1987. Guías para la calidad de agua potable. Vol. 2. Pub. Cient. 506. 425 p.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SALUD (OMS). Disponible en: [http://www.quanta.net.py/userweb/apocalipsis/Vida\\_Diaria/Agua/body\\_agua.html](http://www.quanta.net.py/userweb/apocalipsis/Vida_Diaria/Agua/body_agua.html)

POCH, M. 1999. Las calidades del agua. Ed. Rubes. España. 159 p.

[Programa Piepal](#)-Apoyo Ford Foundation. 2000. Guía Kit para análisis de agua. Universidade de São Paulo-CDCC-São Carlos/Instituto de Estudos Avançados Universidad de Córdoba – Facultad de Matemática, Astronomía e Física. Accedido 8 junio 2001. Disponible en <http://educar.sc.usp.br/cordoba.html>

RIVERA. N. 2001. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográfica y su importancia. Disponible en: <http://www.edyd.edu/humedalescostarica/manejodecuencas.html>

RODRIGUEZ F.; NICASIO M. 2001. Calidad de agua y agroquímicos. Clasificación de la dureza del agua. Accedido 15 abril 2001. Disponible es <http://www.agronort.com/informacion/calidagua.html>

ROMERO, J. A. 2000. Calidad del agua. 2da. Ed. Ed. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. México. 273 p.

SAGARDOY, J.A. 1993. Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities. Actas de la Consulta de Expertos de la FAO, Santiago, Chile, 20-23 de octubre de 1992. Water Report 1. FAO. Roma. 19-26 p.

UNESCO. 2000. Agua para el siglo XXI: Las presiones del agua. Accedido 6 marzo 2001. Disponible en <http://unesco.org>

UNIVERSIDA AUTONOMA DE NUEVO LEON. 2001. Jabones y detergentes: Impacto Ambiental. [http://jabonesydetergentes.tripod.com/Impacto\\_Ambiental.html](http://jabonesydetergentes.tripod.com/Impacto_Ambiental.html)

UNIVERSIDAD DE CHILE. 2001. Ciclo del Fósforo. [www.biosferaviva.cl/fosforo/fosforo.htm](http://www.biosferaviva.cl/fosforo/fosforo.htm)

VERWEIJ M. 1998. A propósito del caudal ecológico. <http://www.aguabolivia.org/>

WHITE, F; BRADLEY, J. D; WHITE, U.A. 1972. Drawer of water: use in Esat Africa. The University of Chicago, United States of America. 547 p.

## ANEXO 1

### Parámetros de la calidad y cantidad de agua

#### Temperatura

	Verano					Invierno				
	03/03/01	30/03/01	03/05/01	31/05/01	20/06/01	05/07/01	19/07/01	07/08/01	29/08/01	14/09/01
Tanque El Jicarito	30	23	21.3	21	24	20	23	22	22	23
El Jicarito llave	24	20	22.2	21	23	24	25	24	23	23
Qda. El Gallo	20	25	26.1	22	26	25	20	22	25	22
Nac. Jicarito 1	20.9	20	20.8	21	22	21	20	21	22	22
Nac. Jicarito 2	20.7	22	21.1	21	21	21	20	22	21	21
Qda. Agua Amarilla	26.2	27	26.8	21	22	21	22	21	21	21
Manantial Surinca	21	20	21.9	21	21	20	19.5	20	22	21
Qda. Arriba	18.9	22	21.4	23	20	20	20	22	21	22
Nac. Surinca	21.1	20	22.5	21	22	21	22	22	24	21
Llave de Surinca	21	22	22.2	23	22	21	20	23	22	23

#### Oxígeno Disuelto (mg/L)

	Verano					Invierno				
	03/03/01	30/03/01	03/05/01	31/05/01	20/06/01	05/07/01	19/07/01	07/08/01	29/08/01	14/09/01
Tanque El Jicarito	8.67	9.80	11.30	9.56	9.86	8.78	8.6	8.57	8.57	8.31
El Jicarito llave 1	9.28	9.54	8.57	9.34	8.69	8.29	8.78	8.69	8.52	8.57
Qda. El Gallo	9.16	9.25	9.31	9.22	7.95	8.67	8.64	8.43	8.63	8.13
Nac. Jicarito 1	8.28	9.43	8.77	8.54	8.22	8.28	8.78	8.65	8.45	8.12
Nac. Jicarito 2	6.87	9.68	8.90	8.13	8.15	8.96	8.96	8.8	8.68	8.27
Qda. Agua Amarilla	7.35	9.34	8.18	8.40	8.62	9.77	9.08	8.76	8.58	7.95
Manantial Surinca 1	8.77	9.83	8.84	9.00	8.08	8.35	9.81	9.15	8.39	8.61
Qda. Arriba	9.04	9.15	8.40	8.96	8.12	9.13	8.8	7.87	8.49	8.51
Nac. Surinca	5.03	9.40	8.50	6.38	5.87	7.66	7.45	9.21	7.42	8.07
Llave de Surinca			4.97	7.13	6.42		7.01	8.47	8.82	8.47

#### pH

	Verano						Invierno				
	13/02/01	03/03/01	30/03/01	03/05/01	31/05/01	20/06/01	05/07/01	19/07/01	07/08/01	29/08/01	14/09/01
Tanque El Jicarito	6.4	4.22	5.12	5.03	5.13	4.22	4.16	4.3	4.13	4.04	4.15
El Jicarito llave 1	7.67	4.15	5.14	5.31	4.83	4.13	4.21	4.7	4.7	4.2	4.21
Qda. El Gallo	7.56	4.89	5.82	5.46	4.82	6.42	5.27	6.04	5.37	4.08	5.68
Nac. Jicarito 1	5.93	4.92	5.21	5.47	5.34	4.21	4.87	4.1	4.11	3.76	4.07
Nac. Jicarito 2	6.27	4.86	5.23	5.75	4.62	4.13	4.18	4.21	4.11	3.9	4.29
Qda. Agua Amarilla	8.1	6.58	5.74	5.58	5.70	6.64	5.96	6.34	6.54	6.49	6.45
Manantial Surinca 1	7.47	6.97	6.68	6.86	5.76	6.81	5.8	6.04	6.01	6.4	6.35
Qda. Arriba	7.95	6.98	6.40	6.93	5.96	6.97	5.54	5.56	5.98	5.72	6.11
Nac. Surinca	8.33	6.57	6.13	7.10	5.70	6.33	5.78	5.91	6.4	6.06	7.06
Llave de Surinca	8.64	6.54	6.54	6.26	5.74	6.44		6	5.88	6.47	6.49

#### Dureza

	Verano			Invierno				
	03/05/2001	31/05/2001	20/06/2001	05/07/2001	19/07/2001	07/08/2001	29/08/2001	14/09/2001
El Jicarito llave	12	12	12	14	14	14	14	14
Llave de Surinca	20	8	10	20	12	12	10	12

Unidades Formadoras de Colonias Fecales						
Invierno						
	20/06/2001	05/07/2001	19/07/2001	07/08/2001	29/08/2001	14/09/2001
Tanque El Jicarito	0	0	0	0	0	0
El Jicarito llave 1	0	0	0	0	0	0
Qda. El Gallo	1411	47	1016	204	940	1100
Nac. Jicarito 1	0	0	0	0	1	0
Nac. Jicarito 2	0	0	0	0	0	0
Qda. Agua Amarilla	45	125	1444	214	1185	1725
Llave de Surinca	0	36	600	534	58	450
Qda. Arriba	291	320	1393	598	1000	780
Manantial Surinca	0	0	18	154	76	933
Nacimiento de Surinca	157	.	19	0	80	75

Unidades Formadoras de Colonias Totales											
	Verano						Invierno				
	13/02/01	03/03/01	30/03/01	03/05/01	31/05/01	20/06/01	05/07/01	19/07/01	07/08/01	29/08/01	14/09/01
Tanque El Jicarito	0	0	0	0	0	3	2	10	20	16	0
El Jicarito llave	0	0	0	0	3	6	0	0	0	4	0
Qda. El Gallo	49	58	69	85	65	3074	1280	1538	1350	1160	1139
Nac. Jicarito 1	0	0	0	0	4	5	10	5	3	10	6
Nac. Jicarito 2	0	1	5	0	5	4	10	10	10	10	20
Qda. Agua Amarilla	86	89	90	78	98	1868	1805	1519	1756	1739	1879
Nac. Surinca	4	4	4	.	.	210	254	714	673	259	632
Qda. Arriba	35	60	89	87	90	2852	2391	1890	3280	1986	1972
Manantial Surinca	1	2	10	.	.	125	225	564	768	300	938
Llave de Surinca	24	32	55	40	.	950	.	330	.	930	500

Nitritos								
	Verano			Invierno				
	30/03/01	03/05/01	31/05/01	05/07/01	19/07/01	07/08/01	29/08/01	14/09/01
Qda. El Gallo	0.02	0	0.04	0.01	0.03	0.03	0.03	0.13
Nac. Jicarito 2	0.02	0	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
Qda. Agua Amarilla	0.02	0	0.02	0.01	0.03	<0.03	0.06	0.11
Manantial Surinca 1	0	0	0.03	0.01	0.07	0.17	0.03	0.12
Qda. Arriba	0.02	0	0.05	0.01	0	0.03	0.26	0.18

Nitratos								
	Verano			Invierno				
	30/03/01	03/05/01	31/05/01	05/07/01	19/07/01	07/08/01	29/08/01	14/09/01
Qda. El Gallo	7.04	0.44	0	0.01	4.4	4.4	4.4	4.4
Nac. Jicarito 2	11.88	0.44	2.2	0.01	7.04	4.4	4.4	4.4
Qda. Agua Amarilla	0	1.76	0	0.01	4.84	4.4	4.4	4.4
Manantial Surinca 1	0	0	0	0.01	6.6	4.4	4.4	4.4
Qda. Arriba	11.44	0	0	0.01	3.52	4.4	4.4	4.4
Nac. Surinca	7.04	0.44	4.84	0.01	15.84	4.4	4.4	4.4

Caudal : Q (gal/min)								
	Verano				Invierno			
	03/03/2001	30/03/2001	03/05/2001	20/06/2001	05/07/2001	07/08/2001	29/08/2001	14/09/2001
Tanque El Jicarito	12.00	32.47	39.40	34.64	46	49.26	39.09	34
Qda. El Gallo	13.56	17.40	13.98	15.45	20.16	40.67	36.36	49
Nac. Jicarito 1	47.00	13.16	7.98	27.17	15.58	46.15	45.2	47
Qda. Agua Amarilla	17.76	15.70	19.58	29.01	32.5	42	60	102
Qda. Arriba	12.54	11.45	10.23	10.23	30.89	28.34	43.6	53

## Turbidez

	Verano					Invierno				
	13/02/01	03/03/01	30/03/01	03/05/01	31/05/01	05/07/01	19/07/01	07/08/01	29/08/01	14/09/01
Qda. El Gallo	5	5	5	5	142	118	211	.	124	106
Nac. Jicarito 1	0	0	0	0	2.56	1.35	0	0	0	0
Nac. Jicarito 2	0	0	0	0	1.86	0	0	0	0	0
Qda. Agua Amarilla	5	5	5	5	109	7.85	20.9	100	89	109
Manantial Surinca 1	5	5	5	5	37	10	35	35	37	10.7
Qda. Arriba	5	5	5	5	188	40.7	382	301	210	166
Nac. Surinca	3	2	3	2	20.1	6.2	5.76	18	16	1.84

## Ortofostato

	Invierno						
	03/06/2001	31/06/2001	05/07/2001	19/07/2001	07/08/2001	29/08/2001	14/09/2001
Tanque El Jicarito	0.46	0.59	0.03	0.05	0.46	0.05	0.05
Qda. El Gallo	0.45	0.13	0.05	0.05	0.05	0.05	<b>2.3</b>
Nac. Jicarito 1	0.52	0.16	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Nac. Jicarito 2	0.3	0.17	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05
Qda. Agua Amarilla	0.25	0.23	0.01	0.05	0.05	0.06	<b>1.3</b>
Qda. Arriba	<b>0.9</b>	1	0.14	0.09	<b>1.9</b>	0.05	<b>3.3</b>
Nac. Surinca	0.28	0.25	0.04	0.05	0.05	0.05	<b>1.7</b>
Manantial Surinca	0.44	0.58	0.01	0.18	0.8	0.05	<b>2.7</b>

**ANEXO 2**

Resultados del taller participativo sobre posibles fuentes de contaminación en la microcuenca El Gallo (12 de julio, 2001).

<b>FUENTES DE CONTAMINACIÓN</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>SOLUCIONES</b>	<b>ACTORES</b>
Porquerizas Basura Letrinas Transito de Ganado Aguas Estancadas Químicos Plaguicidas Desechos animales Muertos en la quebrada Deforestación Quema de bosques Desperdicios de construcciones Desagües Aguas negras Viveros Cría de cerdos	Tala de bosques Falta de reforestación Falta de organización Falta de letrinas  <b>EEFECTOS</b> Mal olor Animales muertos Proliferación de insectos Enfermedades Perdida de agua Aguas contaminadas	Concientización Creación de relleno sanitario Reciclaje Planificación de trabajo Enterrar basura Campañas de limpieza Charlas a la comunidad Tren de aseo Forestación Represas Grupo de incendios Construcción de letrinas Construcción de posas sépticas	Comunidad Instituciones de salud Alcaldía Usaid- Zamorano Cohdefor Patronato Junta de agua BID Grupo Grupo de medio Ambiente Diferentes instituciones Educativas Unidad Municipal Ambiental Grupo de apoyo de la Cantera FHIS

## ANEXO 3.

Resultados del taller sobre problemas del agua en la microcuenca El Gallo, Jicarito 12 de julio, 2001.

	<b>Problema</b>	<b>Causa</b>	<b>Efecto</b>	<b>Soluciones</b>	<b>Responsables</b>
<b>Parte Alta</b>	<p>Poco interés por mejorar su calidad de vida y solo se conforma con sobrevivir</p> <p>Falta de información sobre el recuso agua.</p> <p>Mala calidad de agua para el consumo.</p> <p>No hay protección de las fuentes de agua</p> <p>Deforestación</p> <p>Mal manejo de la basura.</p> <p>Contaminación por heces.</p> <p>Poca participación de la comunidad en el control, protección y manejo del agua</p> <p>Deposito de basura en quebradas y ríos.</p>	<p>Poca voluntad por salir adelante.</p> <p>No son conscientes de que el recurso agua es un bien limitado</p> <p>Falta de organización comunitaria</p> <p>Incendios forestales</p> <p>Falta de letrinas</p>	<p>Enfermedades.</p> <p>La deforestación reduce la capacidad regeneradora de las fuentes de y se genera mayor erosión de los suelos.</p> <p>Mala calidad de vida.</p> <p>Contaminación del agua</p>	<p>Concientizar a las personas sobre el recurso agua, que su uso debe ser racional.</p> <p>Formar una junta de agua que este mas activamente trabajando con la comunidad, para que puedan hacer un tanque de agua y puedan darle un tratamiento con cloro.</p> <p>Hacer un monitoreo de la calidad y cantidad de agua por lo menos un a vez al mes, al cual se le debe hacer un seguimiento.</p> <p>Dar capacitaciones a los de la junta para que puedan tomar ellos mismos planes de acción para la mejora de agua.</p>	<p>Padres de familia.</p> <p>Zamorano (Nuevos proyectos que se presenten).</p> <p>Comité ambiental local.</p> <p>COHDEFOR</p> <p>UMA</p> <p>FHIS</p> <p>Productores independientes.</p>
<b>Parte Baja</b>	<p>Falta de voluntad de la gente, por mejorar su comunidad.</p> <p>Contaminación por basura.</p> <p>Contaminación del agua por porquerizas.</p> <p>Contaminación del agua por heces fecales.</p> <p>Disminución de la cantidad de agua.</p> <p>Deposito de basura en las quebradas y ríos.</p>	<p>Tala de Bosques</p> <p>Falta de letrización</p> <p>Falta de limpieza de las fuentes de agua</p> <p>Animales muertos</p> <p>Sedimentación por lluvias</p> <p>Falta de valorar el recurso agua</p> <p>No controlar los incendios adecuadamente</p> <p>Falta de programas de reforestación</p>	<p>Mayor numero de enfermedades</p> <p>Menos agua</p> <p>Problemas de salud</p> <p>Erosión de suelos</p>	<p>Mejor organización de la Junta de Agua y el Patronato de que incluye: reuniones, seguimiento y sistematización de proyectos.</p> <p>No descuidarse de la cloración al agua.</p> <p>Dar incentivos al grupo de Jóvenes ambientalistas.</p> <p>Construcción de letrinas.</p> <p>Estrategias para el manejo de basura.</p> <p>Darle monitoreo y seguimiento de la calidad y cantidad de agua.</p>	<p>Junta de agua</p> <p>Patronato</p> <p>Grupo de Jóvenes ambientalistas.</p>



