



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL
ECUADOR**

Coordinación de Proyectos de Investigación


Proyecto UAE-CPI-2009-001

Informe de Avance



Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la cuenca del río Guayas

**Guayaquil, ECUADOR
Noviembre del 2009**

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

PROYECTO BIOMONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA DETERMINAR LA NATURALEZA Y GRADO DE CONTAMINACIÓN POR LA AGRICULTURA Y ACTIVIDADES AFINES EN LOS PRINCIPALES RÍOS DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS

INFORME DE AVANCE

RESUMEN EJECUTIVO

Este informe presenta los resultados de los análisis de calidad del agua y búsqueda de macroinvertebrados bentónicos en los ríos Daule y Bulubulu realizados los meses de septiembre y octubre del 2009, como parte del proyecto “Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas” ejecutado por la Universidad Agraria del Ecuador.

El proyecto tiene como objetivo principal realizar un seguimiento de la calidad del agua del sistema hidrográfico de la cuenca del río Guayas y su relación con: los usos agrícolas de la tierra, con el hábitat de macroinvertebrados bentónicos y con la calidad del agua para riego.


Durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2009 se han realizado muestreos en el río Daule y Bulubulu. En el río Daule se han tomado muestras de agua a la altura de las poblaciones de Pichincha, Balzar, Colimes. Santa Lucía y Daule, así como en el río Colimes antes de unirse al río Daule y en dos canales de drenaje del distrito de riego América. En el río Bulubulu se han tomado muestras en M. J. Calle, Boliche y Taura.

Los resultados para los meses de septiembre, octubre y parte de los obtenidos para el mes de noviembre indican que a excepción del pH, oxígeno disuelto y los coliformes fecales, las concentraciones de los parámetros analizados se encuentran dentro de los rangos permitidos para diferentes usos: consumo humano, recreación y conservación de flora y fauna indicados en los *Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de Flora y Fauna en Aguas Dulces, Frías o Calidas y en Aguas Marina y de Estuario*, Anexo 1 del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para el Control de la Contaminación Ambiental

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los resultados obtenidos sobre la calidad físico – química del agua en los ríos Daule y Bulubulu durante los meses de septiembre y octubre del 2009, y una calificación cualitativa para cada parámetro analizado.

En los ríos Daule y Bulubulu se han encontrado restos de pesticidas organoclorados, cuyo uso esta prohibido en varios países del mundo, incluyendo Ecuador. Aunque la suma de sus concentraciones está por debajo del valor máximo permitido para aguas continentales.

En cuanto a los macroinvertebrados, de los sitios visitados sólo en M. J. Calle se han encontrado estados inmaduros de insectos de los ordenes Trichoptera y Ephemeroptera, indicadores de aguas libres de contaminación. En las otras estaciones se han encontrado invertebrados resistentes a condiciones anóxicas, aguas contaminadas o ambientes

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

modificados. El siguiente cuadro resume la calidad del agua con respecto a varios parámetros en las estaciones de muestreo de los ríos Daule y Bulubulu.

RESUMEN DEL ESTADO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA ACUÁTICA

	pH	Turb	SDT	SST	OD	DBO5	NT	NO=	NA	FT	CF	POcl	POfs
RÍO DAULE													
La Pichincha	☒	-	-	-	☒	-	-	-	-	-	-	-	-
Balzar	✓	✓	✓	✓	☒	✓	✓	✓	✓	✓	☒	✓	✓
Río Colimes	☒	✓	✓	✓	☒	✓	✓	✓	✓	✓	☒	✓	✓
Daule	✓	✓	✓	✓	☒	✓	✓	✓	✓	✓	☒	✓	✓
Canal de drenaje distrito de riego América	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Canal de drenaje	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
RÍO BULUBULU													
M. J. Calle	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Boliche	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	☒	✓	✓
Taura	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	☒	✓	✓

pH: Potencial de Hidrógeno; Turb: Turbidez; SDT: Sólidos Disueltos Totales; SST: Sólidos Suspendedos Totales; OD: Oxígeno disuelto; DBO5: Demanda Biológica de Oxígeno a los 5 días; NT: Nitrógeno total; NO=: Nitratos; NA: Nitrógeno Amoniacal; FT: Fósforo Total; CF: Coliformes fecales; POcl: Pesticidas organoclorados; POfs: Pesticidas organofosforados. ✓: Sin deterioro; ☒: Con deterioro
- : Sin información

Los resultados de los parámetros analizados indican que durante los meses de septiembre y octubre la calidad de las aguas del río Daule es afectada por las descargas de la presa Daule Peripa, las aguas residuales de los centros poblados y por residuos de pesticidas utilizados en cultivos de ciclo corto. En este cuerpo de agua los caudales controlados por la presa Daule Peripa aunque aseguran la provisión de agua para riego y consumo humano, modifican el régimen natural de inundación / sequía del río Daule modificando las comunidades naturales que debió presentar el río antes de la construcción de la presa.

En el río Bulubulu, los valores indican que el río es contaminado por descargas de aguas residuales con presencia de bacterias coliformes fecales aunque con baja carga de nitrógeno amoniacal. El cauce de este río, en la llanura de inundación no presente condiciones naturales y es modificado por actividades de extracción de arena, dragado y construcción de diques para el control de inundaciones. Aunque en bajas concentraciones se han encontrado pesticidas organoclorados. En el inicio de la llanura de inundación, en la estación de M. J. Calle se encuentran comunidades de macroinvertebrados acuáticos propios de aguas oxigenadas y poco contaminadas.



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos
de Investigación

Proyecto:
UAE-CPI-2009-001

INFORME DE AVANCE DEL PROYECTO:

BIOMONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA DETERMINAR LA NATURALEZA Y GRADO DE CONTAMINACIÓN POR LA AGRICULTURA Y ACTIVIDADES AFINES EN LOS PRINCIPALES RÍOS DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS

CONTENIDO

		Pág.
	RESUMEN EJECUTIVO	2
	CONTENIDO	4
1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	ANTECEDENTES	6
3.	OBJETIVOS	7
4.	METODOLOGÍA	7
5.	NORMA LEGAL	9
6.	CAMPAÑAS Y ESTACIONES DE MUESTREO	11
6.1	Estaciones de muestreo en la cuenca del río Daule	15
6.1.1	Río Daule en Balzar	15
6.1.2	Río Colimes antes de unirse al río Daule	16
6.1.3	Canal de drenaje de la estación de bombeo del distrito de riego América	17
6.1.4	Canal de drenaje sur del distrito de riego América	17
6.1.5	Río Daule en Daule	18
6.2	Estaciones de muestreo en la cuenca del río Bulubulu	19
6.2.1	Río Bulubulu en El Triunfo – M. J. Calle	19
6.2.2	Río Bulubulu en Boliche	20
6.2.3	Río Bulubulu en Taura	21
7.	RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE CALIDAD DE AGUA	22
7.1	Potencial de hidrógeno	22




UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos
de Investigación

Proyecto:
UAE-CPI-2009-001

		Pág.
7.2	Turbidez	24
7.3	Sólidos Disueltos Totales (SDT)	25
7.4	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	26
7.5	Oxígeno Disuelto	27
7.6	Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅)	29
7.7	Nitratos	31
7.8	Nitrógeno Amoniacal	32
7.9	Nitrógeno Total	33
7.10	Fósforo Total	35
7.11	Relación Temporal entre el Nitrógeno y el Fósforo Totales	37
7.12	Contaminación bacteriológica	38
7.12.1	Concentración de coliformes fecales en el río Daule	40
7.12.2	Concentración de coliformes fecales en el río Bulubulu	41
7.13	Pesticidas	41
7.13.1	Pesticidas Organoclorados	42
7.13.2	Pesticidas Organofosforados	43
8.	EL USO DE MACROINVERTEBRADOS COMO INDICADORES BIOLÓGICOS	44
8.1	Hábitat para macroinvertebrados bentónicos en el río Daule	45
8.2	Hábitat para macroinvertebrados bentónicos en el río Bulubulu	45
9.	CONCLUSIONES	46
10.	RECOMENDACIONES	47
11.	ACTIVIDADES PLANIFICADAS PARA EL MES DE DICIEMBRE	48
12.	REFERENCIAS	48

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

1. INTRODUCCIÓN

La tendencia en la concepción de la calidad del agua es hacia una de carácter integral, que incluya todos los componentes del ecosistema acuático y uno de los aspectos claves es que la unidad de estudio sea la Cuenca Hidrográfica. A su vez, la cuenca hidrográfica hay que subdividirla en un número de subunidades que permitan una comparación efectiva entre los diferentes tipos de ecosistemas, como ríos de alta montaña, ríos de estribaciones o ríos de llanura de inundación. Esta subdivisión debe basarse en características geomorfológicas, de tamaño, corriente, características físico – químicas, etc., de tal forma que podamos comparar entre unidades similares y establecer criterios de gestión y objetivo de estado ecológico.

Para cada unidad se deberán determinar los indicadores que permitan evaluar el estado ecológico de sus componentes y poder comparar entre los diferentes cuerpos de agua.


Sobre la base de esta tendencia, la Universidad Agraria del Ecuador ejecuta el proyecto *“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”* que tiene como objetivo principal realizar un seguimiento de la calidad del agua del sistema hidrográfico de la cuenca del río Guayas y su relación con: los usos agrícolas de la tierra, con el hábitat de macroinvertebrados bentónicos y con la calidad del agua para riego.

El proyecto se inició en agosto del 2009 y hasta diciembre del 2010 se espera establecer los aspectos generales del estado ecológico de los principales ríos de la llanura de la cuenca baja del río Guayas y su relación con las actividades agropecuarias.

Este informe presenta los resultados de los muestreos realizados durante los meses de septiembre y octubre del 2009 en los ríos Daule y Bulubulu. Se determina el grado de deterioro de la calidad del agua con relación a los límites máximos permisibles dados por la legislación ambiental nacional y la presencia de plaguicidas utilizados en actividades agrícolas.

2. ANTECEDENTES

En general la calidad del agua en los ríos está relacionada con el origen geológico de los suelos, el uso de la tierra, las descargas de los centros poblados y de las industrias.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

En la cuenca del río Guayas Los balances de nutrientes dependen en algunas subcuencas de la producción agrícola y el uso de fertilizantes, especialmente en las áreas sujetas a fertilización intensiva, riego y uso pecuario, donde hay indicios de pérdida de nutrientes y degradación del suelo. Los aportes de nitrógeno a los ríos estarían más relacionados con el uso del suelo y las prácticas agrícolas, mientras que el fósforo con los procesos de escorrentía y erosión.

3. OBJETIVOS

Determinar la calidad del agua de los principales ríos de la cuenca del río Guayas y su relación con la contaminación provocada por la agricultura y otras fuentes.

Establecer la presencia de macroinvertebrados bentónicos que sirvan como indicadores de la calidad del agua.

4. METODOLOGÍA

Para ejecutar el programa de monitoreo se han realizado las siguientes actividades:

- Obtención de la cartografía digital de las cuencas de los ríos Daule y Bulubulu y abscisado del cauce principal para localizar las principales estaciones de bombeo, afluentes naturales, canales de drenaje y centros urbanos.
- Selección de parámetros de análisis para la vida acuática: Se consideraron los parámetros establecidos en el TULSMA^a, Libro VI, Anexo 1, Tabla 13 Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Flora y Fauna en Aguas Dulces, Frías o Cálidas y en Aguas Marinas y de Estuario. Los parámetros seleccionados fueron: pH, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, nitrógeno total, nitratos, nitrógeno amoniacal, fósforo total, coliformes fecales y pesticidas.
- Evaluación de calidad del agua para riego agrícola: Durante los meses más secos del año (noviembre y la primera quincena de diciembre) se tomarán muestras de agua en el río Daule a la altura de Balzar, Colimes y junto a la estación de bombeo del distrito de riego América. De igual manera en el río Bulubulu en El Triunfo – M. J. Calle, Boliche y antes de llegar a Taura. Se determinará la conductividad, concentración de aniones (SO₄, CO₃, HCO₃, Cloruros) y de cationes (Ca, Mg, Na y K). Los resultados se utilizarán para calcular los índices de Relación de Adsorción de Socio (SAR) y el de Riverside, con los que a su vez se determinarán los riesgos de salinización y alcalinización del suelo.

^a Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente. Decreto Ejecutivo 3399. Registro Oficial 725 del 16 de diciembre del 2002.



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos
de Investigación

Proyecto:
UAE-CPI-2009-001

- Selección de sitios de muestreo: Se consideró la ubicación de estaciones limnigráficas, de los poblados y de los distritos de riego.
- Selección de laboratorio de calidad de agua: Para el análisis de las muestras se seleccionó uno de los tres laboratorios acreditados ante la Organización Ecuatoriana de Acreditación (OEA) con instalaciones en la ciudad de Guayaquil. El personal del laboratorio se encarga de la preparación de las botellas de muestreo, toma y preservación de la muestra hasta el laboratorio, análisis y elaboración del informe del ensayo.
- Selección de parámetros de calidad del agua: Se seleccionaron las variables recomendadas internacionalmente para evaluar la calidad del agua de ríos. Los parámetros físicos básicos son: oxígeno disuelto, pH, turbidez, sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos totales. Para determinar la concentración de nutrientes se consideraron: el nitrógeno total, nitratos y fósforo total relacionado con el uso de fertilizantes; y para estimar la carga orgánica, la demanda biológica de Oxígeno (DBO₅) y el nitrógeno amoniacal. Para verificar la calidad microbiológica del agua se determinó la concentración de coliformes fecales. Estos parámetros sirven para evaluar la calidad del agua para conservación de flora y fauna acuática, uso humano, agrícola y pecuario.
- Colección de macro invertebrados: Para la colección de macro invertebrados se utilizó una red trampa “Surber” que consiste en un marco de acero de 529 cm² [23 x 23 cm] que se asienta sobre el sustrato del río, el marco esta soldado a otro que permanece vertical y que sostiene una red con un ojo de malla menor a 500 μ m. El marco se coloca sobre el lecho del río en contra de la corriente y con las manos se remueve (10 cm) el material del fondo quedando así atrapadas las larvas en la red. Esta operación se repite al menos tres veces en cada sitio, pudiéndose así calcular el número de organismos por metro cuadrado. Luego se separan los invertebrados recogidos en la red y se los deposita en frascos herméticamente cerrados para su posterior limpieza y reconocimiento en el laboratorio.



Fig. 1. Trampa Surber para captura cuantitativa de macroinvertebrados bentónicos



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos
de Investigación

Proyecto:
UAE-CPI-2009-001

- Métodos de análisis de laboratorio: En el siguiente cuadro se presentan las unidades en las que se expresan los resultados de los análisis y los métodos de ensayo relacionados con el Manual de Métodos Estándar.

CUADRO No. 1 METODOS DE ENSAYO PARA LOS PARAMETROS ANALIZADOS


PARAMETRO		UNIDAD	MÉTODO	DETALLE/RANGO DE DETECCIÓN
pH	✓	Unidad	4500 pH B	Electrometría; 4 a 10 unidades.
Oxígeno disuelto		mg/l	4500-O G	Membrane Electrode Method
Turbidez	✓	NTU	2130 B	Metodo Turbidimétrico;. 0,12 a 250 NTU
Sólidos disueltos totales	✓	mg/l	2540 D	Gravimetría; 5 a 80 000 mg/l
Sólidos suspendidos totales	✓	mg/l	2540 D	Gravimetría; 15 a 150 000 mg/l
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅)	✓	mgO ₂ /l	5210 B	Método respirométrico; 20 a 55 000 mg O ₂ /litro
Nitratos	✓	mg/l	4500 NO ₃ B	Espectrofotometría; 1,73 a 100 mg/l
Nitrógeno total		mg/l	HACH 10071	
Nitrógeno amoniacal		mg/l	4500 Amonia B	
Fósforo total		mg/l	4500 P	
Coliformes fecales		NMP/100ml	9221 E	Membrane filter Technique for Members of the Coliform Goup.
Pesticidas organoclorados		mg/l		Cromatografía de gases con detectores ECD y NPD
Pesticidas organofosforados		mg/l		Cromatografía de gases con detectores ECD y NPD

Fuente: OAE. www.oae.gov.ec

✓ = Parámetro acreditado para el Laboratorio “Grupo Químico Marcos”

5. NORMA LEGAL

El Reglamento para el Control de la Contaminación del Agua determina los criterios para determinar la aptitud de la calidad del agua para diferentes usos. El siguiente cuadro presenta los límites permisibles para aguas utilizadas en el consumo humano y recreación, y para la conservación de la flora y fauna acuática.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

CUADRO No. 2
CRITERIOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA DIFERENTES USOS

PARAMETRO	UNIDAD	CONSUMO HUMANO (1)	CONSUMO HUMANO (2)	RECREACIÓN	FLORA Y FAUNA
pH		6 a 9		6,5 a 8,5	6,5 a 9
Oxígeno disuelto	mg/l			no menor a 6 mg/l	no menor a 6 mg/l
Turbiedad	UTN	100	10		
Sólidos disueltos totales (SDT)	mg/l	1 000	500		
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/l				
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	2,0	2,0		
Nitrógeno Total	mg/l				
Nitrato	mg/l	10	10		
Nitrógeno Amoniacal	mg/l-NH ₃				0,02
Fósforo Total	mg/l				
Coliformes fecales	NMP/100ml	600	50	200	200
Organoclorados totales	mg/l	0,01	0,01	0,1	0,01
Organofosforados totales	mg/l	0,1	0,1		0,10


Fuente: Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente. Decreto Ejecutivo 3399. Registro Oficial 725 del 16 de diciembre del 2002.

(1) Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

(2) Las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de desinfección

Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico: Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como: Bebida y preparación de alimentos para consumo, Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios y Fabricación o procesamiento de alimentos en general.

Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios: Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

Criterios de calidad para aguas con fines recreativos: Se entiende por uso del agua para fines recreativos, la utilización en la que existe contacto primario, como en la natación y el buceo, incluidos los baños medicinales y contacto secundario como en los deportes náuticos y pesca.

Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego: Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias

6. CAMPAÑAS Y ESTACIONES DE MUESTREO

Para el mes de septiembre se seleccionaron tres estaciones para cada una de las cuencas de los ríos Daule y Bulubulu.

En el río Daule, el 15 de septiembre, se tomaron muestras de agua a la altura de la población de Balzar, en el río Colimes y cerca al puente sobre el río Daule en la población del mismo nombre. Sobre la base de las bajas concentraciones de pesticidas encontradas en el río Daule el 22 de octubre se tomaron muestras frente a la población de Daule y en los canales de drenaje del distrito de riego Plan América, sitios donde se esperaba encontrar

En el río Bulubulu, el 29 de septiembre y 22 de octubre se han tomado muestras a la altura de M. J. Calle, Boliche y Taura.

El siguiente cuadro presenta las coordenadas del sitio y fechas de muestreo:

**CUADRO No. 3
ESTACIONES DE MUESTREO EN LOS RÍOS DAULE Y BULUBULU**

SITIO	ALTITUD (m)	COORDENADAS UTM		ABSCISA	15.SEP.09	29.SEP.09	22.OCT.09	27.OCT.09
		SUR	OESTE					
CUENCA DEL RÍO DAULE								
Presa Daule – Peripa				0+00				
La Pichincha	40	631.494	9'883.816	20+00				
Balzar	20	621.309	9'848.149	70+00	●			
Colimes (unión con Daule)	20			124+47				



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos
de Investigación

Proyecto:
UAE-CPI-2009-001

SITIO	ALTITUD (m)	COORDENADAS UTM		ABSCISA	15.SEP.09	29.SEP.09	22.OCT.09	27.OCT.09
		SUR	OESTE					
Santa Lucía				160+45				
Daule en hacienda Villa Graciela	10	612.312	9'793.689	201+98			●	
Daule en puente	10	610.780	9'792.204	200+00	●			
Afluentes								
Río Colimes	20	608.403	9'829.799		●			
Canal de drenaje Distrito de Riego Plan América		610.447	9'794.241				●	
Canal de drenaje.		616.230	9'796.396				●	
CUENCA DEL RÍO BULUBULU								
Unión del río Claro con el río Bulubulu	54	682.507	9'738.671	0+000				
M. J. Calle (El Triunfo)	53	678.249	9'739.565	5+106		●		●
Boliche (Pedro J. Montero)	19	651.661	9'750.634	47+316		●		●
Taura	8	640.910	9'744.599	64+588		●		●

Fuente: Instituto Geográfico Militar. Cartas Topográficas 1/50000

En las figuras 2 y 3 se presentan esquemas del río Daule y Bulubulu en los que se segmenta cada kilómetro, el cauce de los ríos con referencia a un punto geográficamente reconocible. En el caso del río Daule el punto cero “0” es la presa Daule – Peripa y para el río Bulubulu, la unión de los ríos Claro y Yanayacu que forman el Bulubulu, aguas arriba de la población Cochancay.

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

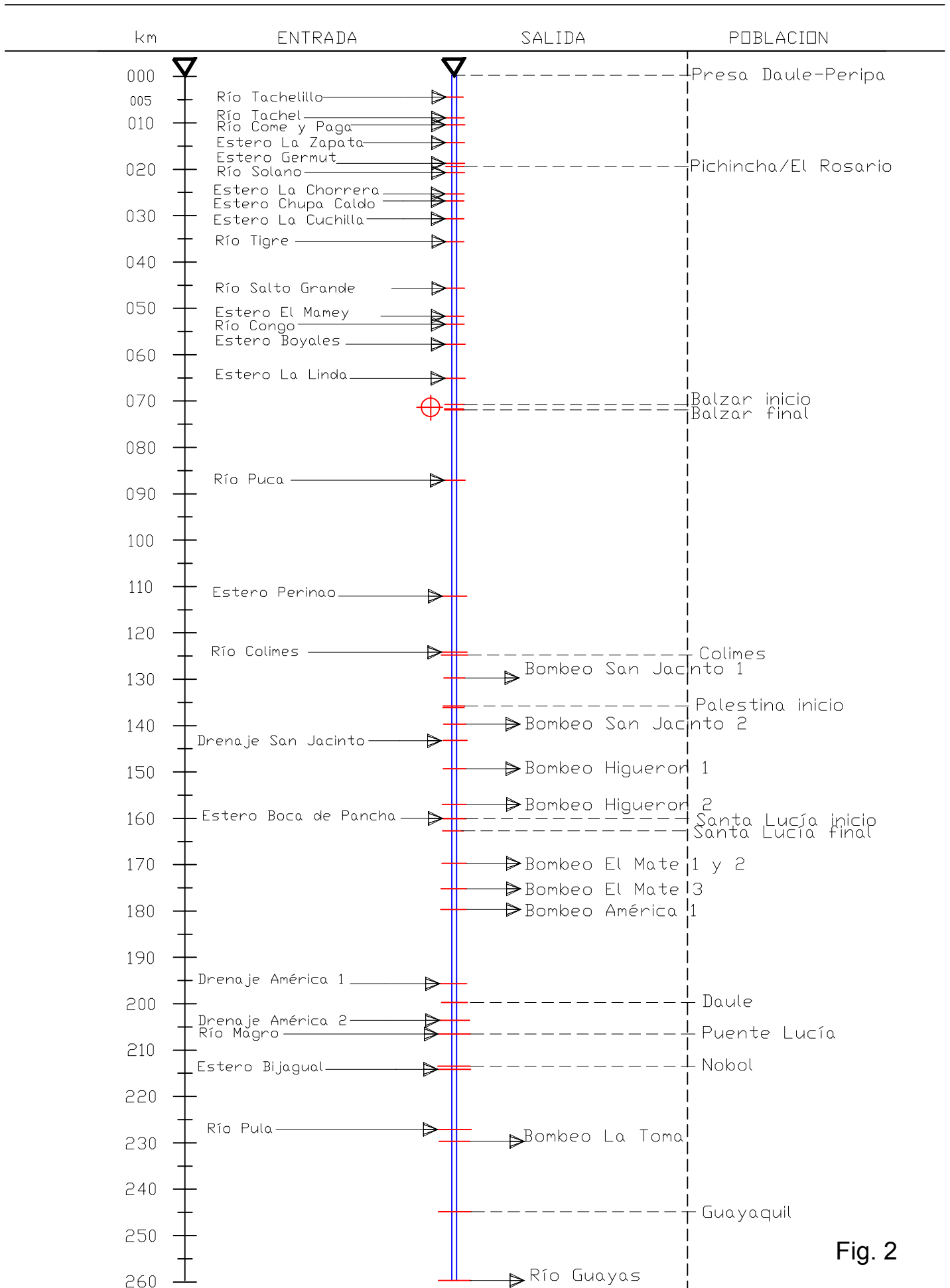


Fig. 2

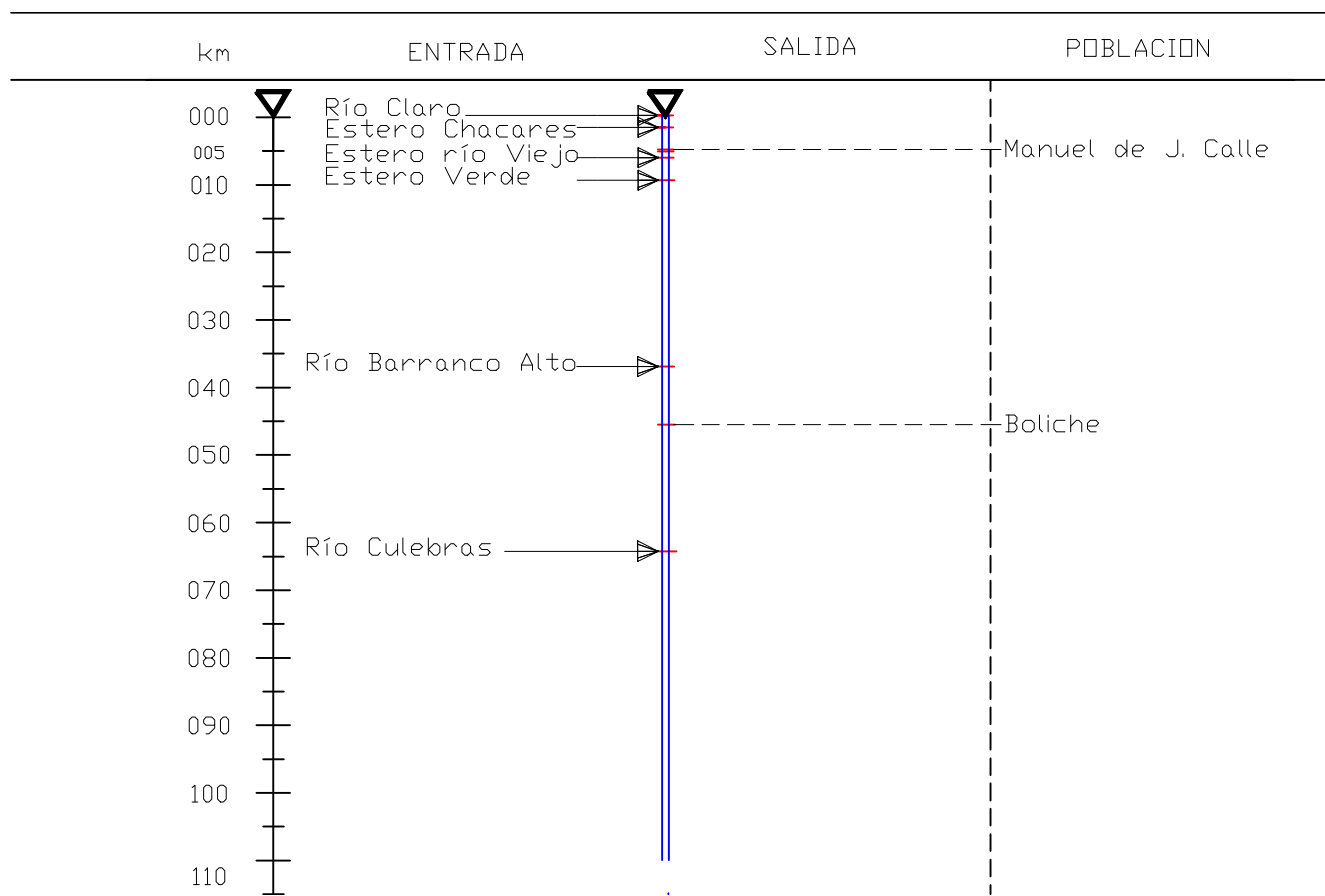


Fig. 3 Esquema del cauce del río Bulubulu



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos de Investigación

Proyecto:
UAE-CPI-2009-001

6.1 Estaciones de muestreo en el río Daule

6.1.1 Río Daule en Balzar

La población de Balzar se encuentra sobre la margen izquierda del río Daule a 72,19 km aguas abajo de la presa Daule – Peripa. En este sitio, durante el mes de octubre el río tenía unos 30 m de ancho y



Foto 1. Sitio de muestreo en río Daule en Balzar. 1 SEP 2009. RNA



Foto 2. Vista del río Daule aguas arriba del sitio de muestreo en Balzar. 1 SEP 2009.



Foto 3. Vista del río Daule aguas abajo del sitio de muestreo en Balzar. 1 SEP 2009.



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos de Investigación

Proyecto:
UAE-CPI-2009-001

6.1.2 Río Colimes antes de unirse al río Daule

El río Colimes se une al río Daule en la abscisa 124,49 km, al norte de la población de Colimes. El dique forma un embalse de varios kilómetros de longitud que serviría para el riego de los cultivos que se encuentran a lo largo del embalse. Debido a que las condiciones naturales del río habían sido modificadas no se pudo establecer este cauce como un patrón de comparación.



Foto 4. Vista panorámica del río Colimes desde la margen derecha del río Daule. Fecha 1 SEP 2009. RNA



Foto 5. Medición del caudal en el río Colimes, antes de su unión con el río Daule. 15 SEP 2009.



Foto 6. Embalse formado por la construcción de un dique de tierra en el cauce del río Colimes a unos 500 metros de la unión con el río Daule. 15 SEP 2009. PFF.



Foto 7. Vertedero del embalse formado en el río Colimes. 15 SEP 2009. PFF.



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos de Investigación

Proyecto:
UAE-CPI-2009-001

6.1.3 Canal de drenaje de la estación de bombeo del distrito de riego América

En distrito de riego América pose un canal de drenaje que descarga en el río Daule a 197,65 km al sur de la presa Daule – Peripa. Este canal cuenta con un sistema de bombeo que no se habría utilizado debido a que el agua discurre a través de la alcantarilla, hasta el río, sin necesidad de bombeo.



Foto 8. Canal de drenaje del distrito de riego América. 22 OCT 2009. PFF.



Foto 9. Canal de drenaje del distrito de riego América. 22 OCT 2009. PFF.

6.1.4 Canal de drenaje sur del distrito de riego América

Al Sur del distrito de riego América existe un canal que drena sus aguas hasta el río Daule en la abscisa 204,63 km. El 22 de octubre este canal tenía agua almacenada. Se tomo una muestra para determinar la presencia de pesticidas.



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos de Investigación

Proyecto:
UAE-CPI-2009-001



Foto 10. Canal de drenaje del distrito de riego América. 22 OCT 2009. PFF.



Foto 11. Canal de drenaje del distrito de riego América. Toma de muestra. 22 OCT 2009. PFF

6.1.5 Río Daule en Daule

El 15 de septiembre se tomó una muestra de agua en el río Daule, a la altura del puente, a 205 km aguas debajo de la presa Daule – Peripa, a 200 m al norte del puente del mismo nombre.


El 22 de octubre, se tomó una muestra frente a la población de Daule, a 201,98 Km aguas abajo de la presa Daule – Peripa.



Foto 12. Vista panorámica del río Daule en la estación de muestreo 200 m aguas arriba al puente sobre el río Daule. 15 SEP 2009. RNA



Foto 13. Vista panorámica del río Daule frente a la población de Daule. 22 OCT 2009. PFF

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

6.2 Estaciones de muestreo en el río Bulubulu

6.2.1 Río Bulubulu en El Triunfo – M. J. Calle

Entre las poblaciones de El Triunfo y M. J. Calle el río Bulubulu, se encuentra a 53 m de altitud, discurre en un cauce cuyo lecho tiene un desnivel de unos 10 m con relación a sus márgenes y representa el límite provincial de las provincias de Guayas y Cañar,

En este sitio el río Bulubulu ingresa encañonado a la llanura de inundación denominada Cuenca Baja, en la cual, durante la estación lluviosa, el caudal del río rebasa la capacidad de transporte del cauce e inunda la llanura. En los meses de octubre y noviembre el río Bulubulu ha tenido una profundidad menor a 50 cm.

A diferencia de la estación de muestreo en Boliche y en Taura, en M. J. Calle el fondo del río Bulubulu posee comunidades de macroinvertebrados formadas por plecópteros y tricópteros que coincide con un agua de buena calidad (oxígeno disuelto sobre los 5 mg/l, bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, nutrientes, coliformes fecales y DBO5).



Foto No. 14. Río Bulubulu en M. J. Calle



Foto No 15. Río Bulubulu en M. J. Calle. Aguas arriba del sitio de muestreo.



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos de Investigación

Proyecto:
UAE-CPI-2009-001



Foto No 16. Río Bulubulu en M. J. Calle, aguas abajo del sitio de muestreo.

6.2.2 Río Bulubulu en Boliche

Localizada a 19 m de altitud y a 47,31 km del piedemonte de la cordillera, en este sitio en la margen derecha del río se encuentra la población de Boliche o Pedro J. Montero. Unos 500 m aguas abajo, se extrae del río Bulubulu arena para uso comercial. El lecho del río es arenoso y sus márgenes con vegetación herbácea.



Foto No. 17 Vista del río Bulubulu, desde Boliche hacia aguas abajo. Al fondo se observa la acumulación de arena que se extrae del lecho del río. Fecha: 29 SEP 2009. PFF.



Foto No. 18 Río Bulubulu en Boliche. Vista hacia aguas arriba. Fecha: 10 SEP 2009



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos de Investigación

Proyecto:
UAE-CPI-2009-001

6.2.3 Río Bulubulu en Taura

La población de Taura se encuentra a 8 m de altitud sobre la margen izquierda del río Bulubulu, aguas abajo de la unión del río Culebras con el Bulubulu, desde donde es llamado río Taura. En el sitio donde se encuentra el puente que cruza el río Taura, se considera el inicio de la zona estuarina, hasta donde llegan embarcaciones de pescadores artesanales. La población de Taura cuenta con un sistema de agua potable de origen subterráneo pero carece de sistema de tratamiento de aguas servidas.



Foto No. 19. Imagen tomada desde el puente hacia el Oeste. Al fondo a la izquierda la unión del río Culebras. A la derecha la población de Taura. RNA. 29 SEP 2009




Foto No. 20. Imagen tomada desde el puente hacia el Este. Al fondo el cerro Huaquillas. Se observan las grúas que extraen arena del cauce del río. RNA. 29 SEP 2009



Foto No. 21. Al fondo, puente sobre el río Bulubulu que une la población de Taura con la vía Taura - Km 26.



Foto No. 22. El río Bulubulu en Taura es utilizado como balneario, fuente de agua para riego y para navegación. 29 SEP 2009

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

7. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE CALIDAD DE AGUA

A excepción del oxígeno disuelto y los coliformes fecales, las concentraciones de los parámetros analizados se encuentran dentro de los rangos permitidos para diferentes usos: consumo humano, recreación y conservación de flora y fauna.

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los resultados obtenidos sobre la calidad físico – química del agua en los ríos Daule y Bulubulu durante los meses de septiembre y octubre del 2009.

**CUADRO No. 4
RESUMEN DEL ESTADO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA
CONSERVACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA ACUÁTICA**

	pH	Turb	SDT	SST	OD	DBO5	NT	NO=	NA	FT	CF	POCl	POfs
RÍO DAULE													
La Pichincha	✓				✗								
Balzar	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓
Río Colimes	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓
Daule	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓
Canal de drenaje distrito de riego América	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Canal de drenaje	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
RIO BULUBULU													
M. J. Calle	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Boliche	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓
Taura	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓


✓: Sin deterioro

✗: Con deterioro

7.1 Potencial de hidrógeno

El pH del agua corresponde a la concentración del ion hidrogeno ($[H^+]$). Se expresa como el logaritmo negativo de la concentración del ion hidrogeno ($\log[H^+]$). Las aguas naturales continentales se encuentran entre pH 5 y pH 10.


El pH mide la acidez relativa del agua. Un nivel de pH de 7,0 se considera neutro. El agua pura tiene un pH de 7,0. El agua con un nivel de pH menor a 7,0 se considera ácida. Entre más bajo el pH, más ácida es el agua. El agua con un pH mayor a 7,0 se considera alcalina o base. Entre mayor el pH, mayor es su alcalinidad.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

El pH del agua potable natural debe estar entre 6,5 y 8,5. Las fuentes de agua dulce con un pH inferior a 5,0 o mayor a 9,5 no soportan vida vegetal ni especies animales (CIESE 2003). Aunque los valores de pH encontrados en las diferentes estaciones se encuentra dentro del rango de la norma nacional para conservación de flora y fauna acuática (6,5 a 9), el uso de la escala del CIESE (2003) indica que la calidad del agua en el río Colimes es muy alcalina para la vida acuática y que en Balzar el pH tiende a ser ácido.

**CUADRO No. 5
POTENCIAL DE HIDRÓGENO**

ESTACIONES	FECHA	UNIDADES	GRADO DE DETERIORO
RÍO DAULE			
Pichincha	24-NOV-09	6,70	Sin deterioro. Buena.
Balzar	15-SEP-09	6,46	Sin deterioro. Buena.
	24-NOV-09	7,10	Sin deterioro Excelente.
Río Colimes antes de unirse al río Daule	15-SEP-09	8,73	Sin deterioro. Mala: Muy alcalina
Colimes	24-NOV-09	7,28	Sin deterioro Excelente.
Santa Lucía	24-NOV-09	7,20	Sin deterioro Excelente.
Daule	15-SEP-09	7,46	Sin deterioro. Excelente
	22-OCT-09	7,10	Sin deterioro Excelente.
	24-NOV-09	7,30	Sin deterioro Excelente.
Canal de drenaje distrito de riego América	22-OCT-09	7,20	Sin deterioro. Excelente.
Canal de drenaje	22-OCT-09	7,64	Sin deterioro. Buena

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

ESTACIONES	FECHA	UNIDADES	GRADO DE DETERIORO
RÍO BULUBULU			
M. J. Calle	29-SEP-09	8,46	Sin deterioro Aceptable
	27-OCT-09	8,20	Sin deterioro Aceptable
Boliche	29-SEP-09	8,43	Sin deterioro Aceptable
	27-OCT-09	8,25	Sin deterioro Aceptable
Taura	29-SEP-09	8,46	Sin deterioro Aceptable
	27-OCT-09	8,39	Sin deterioro Aceptable

7.2 Turbidez

La turbidez es una medida de la penetración de la luz en el agua. Las condiciones de turbidez son el resultado de los materiales en suspensión, coloidales o muy finos, difíciles de decantar y filtrar; también se debe a micro organismos como fitoplancton. En aguas naturales la principal causa de sedimentos en suspensión es la erosión producida por obras en construcción, áreas sin vegetación y cultivos de ciclo corto.

Las partículas suspendidas (causantes de la turbidez) pueden transportar contaminantes como metales pesados y pesticidas, así también como a bacterias.

**CUADRO No. 6
TURBIDEZ (NTU) EN LOS RÍOS DAULE Y BULUBULU**

ESTACIONES	FECHA	UNIDADES	GRADO DE DETERIORO
RÍO DAULE			
Pichincha	24-NOV-09	6,50	
Balzar	15-SEP-09	10,43	Sin perturbación para el consumo humano.
	24-NOV-09	9,50	



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”


Coordinación de Proyectos
de Investigación

Proyecto:
UAE-CPI-2009-001

ESTACIONES	FECHA	UNIDADES	GRADO DE DETERIORO
Río Colimes antes de unirse al río Daule	15-SEP-09	7,21	Sin perturbación para el consumo humano.
Colimes	24-NOV-09	7,00	
Santa Lucía	24-NOV-09	12,50	
Daule	15-SEP-09	9,23	Sin perturbación para el consumo humano.
	22-OCT-09	13,11	Sin perturbación para el consumo humano.
	24-NOV-09	10	
Canal de drenaje distrito de riego América	22-OCT-09	2,66	Sin perturbación para el consumo humano.
Canal de drenaje	22-OCT-09	16,07	Sin perturbación para el consumo humano.
RÍO BULUBULU			
M. J. Calle	29-SEP-09	<0,12	Sin perturbación para el consumo humano.
	27-OCT-09	<0,12	Sin perturbación para el consumo humano.
Boliche	29-SEP-09	<0,12	Sin perturbación para el consumo humano.
	27-OCT-09	95,15	Sin perturbación para el consumo humano.
Taura	29-SEP-09	<0,12	Sin perturbación para el consumo humano.
	27-OCT-09	9,64	Sin perturbación para el consumo humano.

7.3 Sólidos Disueltos Totales (SDT)

Los sólidos disueltos totales (SDT) son la suma de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, fosfatos, nitratos y otras sales de calcio, magnesio, sodio, potasio y otras sustancias. Este parámetro está relacionado a sus efectos sobre el sabor del agua y su potencial para causar efectos fisiológicos desfavorables. La concentración de SDT depende las características geológicas y climáticas de cada

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001


sitio. Valores por debajo de 750 mg/l se consideran propios de aguas de buena calidad (Canter y Hill 1979). El siguiente cuadro presenta los valores encontrados en los ríos Daule y Bulubulu.

CUADRO No. 7
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/l)

ESTACIONES	FECHA	UNIDADES	GRADO DE DETERIORO
RÍO DAULE			
Balzar	15-SEP-09	54	Sin deterioro.
Río Colimes	15-SEP-09	357	Sin deterioro.
Daule	15-SEP-09	59	Sin deterioro.
	22-OCT-09	53	Sin deterioro.
Canal de drenaje distrito de riego América	22-OCT-09	482	Sin deterioro.
Canal de drenaje	22-OCT-09	779	Sin deterioro.
RÍO BULUBULU			
M. J. Calle	29-SEP-09	167	Sin deterioro.
	27-OCT-09	157	Sin deterioro.
Boliche	29-SEP-09	179	Sin deterioro.
	27-OCT-09	166	Sin deterioro.
Taura	29-SEP-09	180	Sin deterioro.
	27-OCT-09	163	Sin deterioro.

7.4 Sólidos Suspendidos Totales (SST)

A excepción de la muestra tomada en el río Daule a la altura de la población homónima, la concentración de sólidos suspendidos totales es baja. Bajas concentraciones de SST permiten el uso de agua para consumo humano sólo con desinfección (uso de cloro). Concentraciones altas de SST en el agua, requieren sistemas de tratamiento completo antes de su consumo.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001


CUADRO No. 8
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/l)

ESTACIONES	FECHA	UNIDADES	GRADO DE DETERIORO
RÍO DAULE			
Balzar	15-SEP-09	0	Sin deterioro.
Río Colimes	15-SEP-09	3	Sin deterioro.
Daule	15-SEP-09	1	Sin deterioro.
	22-OCT-09	1997	Sin deterioro.
Canal de drenaje distrito de riego América	22-OCT-09	4	Sin deterioro.
Canal de drenaje	22-OCT-09	6	Sin deterioro.
RÍO BULUBULU			
M. J. Calle	29-SEP-09	3	Sin deterioro.
	27-OCT-09	3	Sin deterioro.
Boliche	29-SEP-09	4	Sin deterioro.
	27-OCT-09	4	Sin deterioro.
Taura	29-SEP-09	10	Sin deterioro.
	27-OCT-09	11	Sin deterioro.

7.5 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es uno de los principales indicadores de la calidad del agua para la vida acuática. Concentraciones por debajo de los 5 mg/l se consideran como signo de contaminación.

En el río Daule, las concentraciones de oxígeno disuelto son bajas, a pesar de no tener una alta demanda biológica de oxígeno. En el río Bulubulu los niveles de oxígeno se encuentran en niveles aceptables.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

**CUADRO No. 9
OXÍGENO DISUELTO (mg/l)**

ESTACIONES	FECHA	T °C	mg/l	GRADO DE DETERIORO
RÍO DAULE				
Pichincha	24-NOV-09	27,4	0,87	Por debajo del límite recomendable para la vida acuática (5 mg/l)
Balzar	24-NOV-09	28,8	1,12	Por debajo del límite recomendable para la vida acuática (5 mg/l)
Colimes	24-NOV-09	29,1	2,21	Por debajo del límite recomendable para la vida acuática (5 mg/l)
Santa Lucía	24-NOV-09	29,3	2,80	Por debajo del límite recomendable para la vida acuática (5 mg/l)
Daule	24-NOV-09	29,3	3,30	Por debajo del límite recomendable para la vida acuática (5 mg/l)
RÍO BULUBULU				
M. J. Calle	27-OCT-09	25,2	5,38	Sin deterioro.
Boliche	27-OCT-09	25,6	5,08	Sin deterioro.
Taura	27-OCT-09	27,4	4,99	Sin deterioro.

En el siguiente gráfico se observa como a la altura de la población de Pichincha, localizada a 20 km, aguas abajo de la presa Daule Peripa la concentración de oxígeno disuelto en el río Daule es menor a 1 mg/l, y como a medida que el río discurre hacia el estuario del río Guayas la concentración de oxígeno disuelto se incrementa. Esto podría explicarse si se considera que durante los meses secos la principal fuente del río Daule son las aguas de fondo que descarga la presa después de haber sido utilizada para mover las turbinas para la generación de energía eléctrica. Esta agua de fondo no posee oxígeno y generalmente presenta un pH ácido producto de la descomposición anaeróbica de materia orgánica.



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos de Investigación

Proyecto: UAE-CPI-2009-001

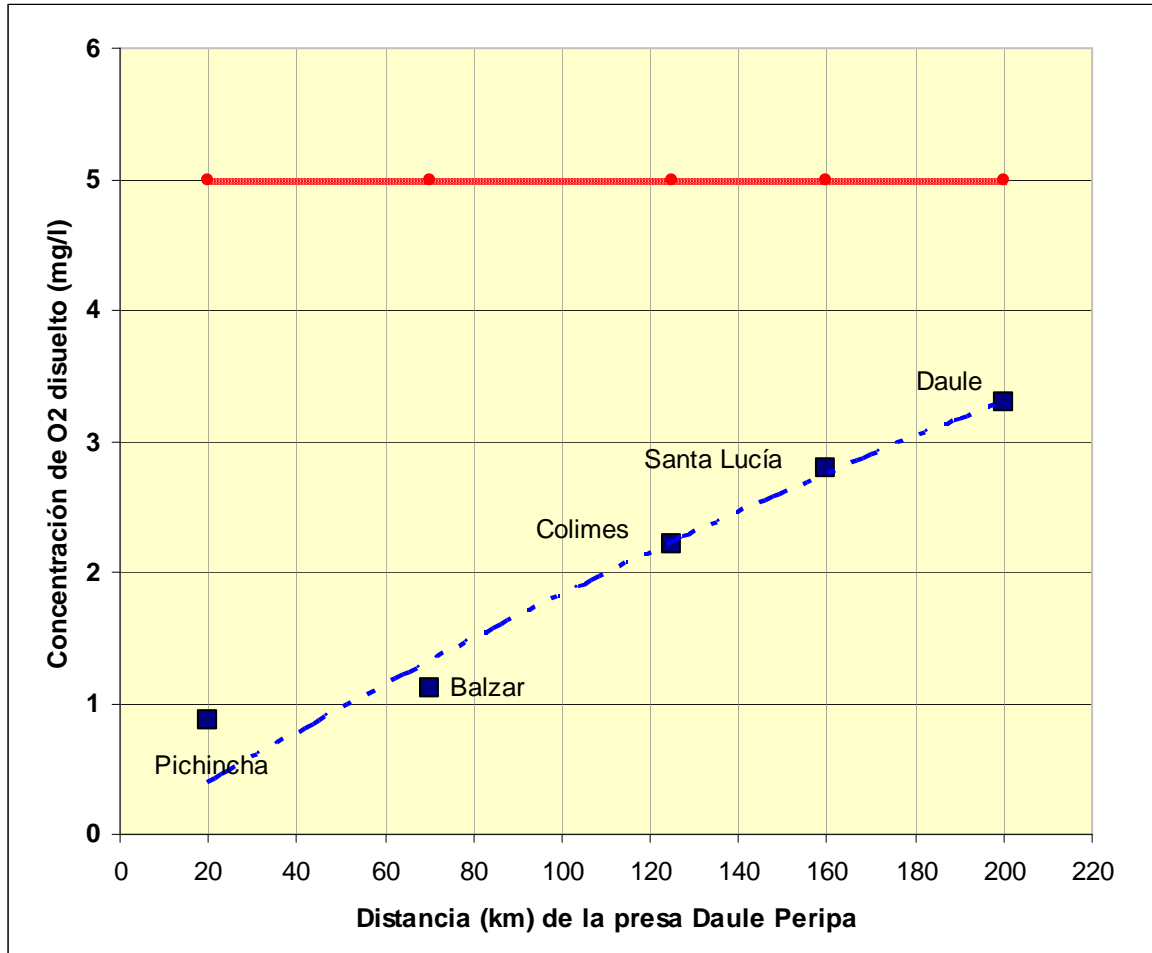



Fig. 4. Cambios en la concentración de oxígeno desde la población de Pichincha hasta la de Daule a 220 km aguas abajo de la presa.

7.6 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅)

La DBO₅ es una prueba que estima, la cantidad de materia orgánica fácilmente biodegradable que contiene una muestra de agua, mediante una ponderación indirecta de la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar biológicamente la materia orgánica presente durante 5 días. Este método de medición se fundamenta en la hipótesis de que la cantidad de materia orgánica en la muestra es directamente proporcional a la cantidad de oxígeno que requiere una población bacteriana para digerirla.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

Los resultados suelen variar en un rango mucho más amplio que el de cualquier otro parámetro de los que se utiliza para evaluar la calidad del agua y el grado de variación aceptable llega hasta el 25%. También debe considerarse que las muestras que contienen sustancias tóxicas como pesticidas, herbicidas o metales pesados inhiben el crecimiento bacteriano y dificultan el consumo de la materia orgánica presente.


Sin embargo, aún con esas variaciones en los resultados, la importancia de las pruebas de DBO radica en que permiten calcular o predecir, cuando menos aproximadamente, la tolerancia de los cuerpos de agua receptores para asimilar descargas de materia orgánica. Valores de DBO₅ por debajo de 15 mg/l son apropiadas para la vida acuática (Zweig et al 1999?)

Por dicha utilidad, los límites dados por el Reglamento para el Control de la Contaminación del Agua están orientados a determinar la DBO₅ de las aguas de descarga antes de llegar al cuerpo de agua natural. Para consumo del agua con tratamiento convencional es de 2 mg/l, y en general de acuerdo con la DBO₅ los cuerpos de agua se pueden clasificar de la siguiente manera (Comisión Nacional del Agua de Colombia):

DBO ₅ menor a < 3 mg/l:	Excelente
DBO ₅ entre 3 y <6 mg/l:	Buena Calidad
DBO ₅ entre 6 y <30 mg/l:	Aceptable
DBO ₅ entre 30 y <120 mg/l:	Contaminada
DBO ₅ >120 mg/l:	Fuertemente contaminada

**CUADRO No. 10
DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (mgO₂/l)**

ESTACIONES	FECHA	UNIDADES	GRADO DE DETERIORO
RÍO DAULE			
Balzar	15-SEP-09	3,00	Buena calidad
Río Colimes	15-SEP-09	2,00	Excelente
Daule	15-SEP-09	2,00	Excelente
	22-OCT-09	1,70	Excelente
Canal de drenaje distrito de riego América	22-OCT-09	3,60	Buena calidad

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001


ESTACIONES	FECHA	UNIDADES	GRADO DE DETERIORO
Canal de drenaje	22-OCT-09	3,00	Buena calidad
RÍO BULUBULU			
M. J. Calle	29-SEP-09	5,00	Buena calidad
	27-OCT-09	1,15	Excelente
Boliche	29-SEP-09	4,00	Buena calidad
	27-OCT-09	1,10	Excelente
Taura	29-SEP-09	5,00	Buena calidad
	27-OCT-09	2,40	Excelente

7.7 Nitratos

En aguas naturales los nitratos suelen hallarse en concentraciones muy bajas, mientras que en aguas residuales domésticas y agrícolas pueden alcanzar niveles relativamente altos.

La concentración de nitratos es un indicador de la presencia de aguas residuales domésticas frescas. Su presencia en el agua puede ocasionar fenómenos de crecimiento desmedido en algunas especies vegetales (eutrofización) que producen oxígeno en la superficie del agua pero cuando mueren consumen una gran cantidad de oxígeno disuelto. Los cuerpos de agua con niveles altos de nitratos generalmente tienen altos niveles de DBO₅ debido a las bacterias que consumen los desechos vegetales orgánicos. En términos generales valores por debajo de los 100 mg/l se consideran “*permisibles*” (Pillay 1992 en Zweig et al 1999)

En las aguas de consumo humano es importante determinar la concentración de nitratos porque cuando es superior a 10 mg/l, como N, pueden causar una enfermedad infantil conocida como metahemoglobinemia que se caracteriza por la dificultad de la sangre para absorber oxígeno.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001


**CUADRO No. 11
CONCENTRACIÓN (mg/l) DE NITRATOS**

LOCALIDAD	FECHA	mg/l	GRADO DE DETERIORO
RÍO DAULE			
Balzar	15-SEP-09	<1,73	Sin deterioro
Río Colimes	15-SEP-09	<1,73	Sin deterioro
Daule	15-SEP-09	<1,73	Sin deterioro
RÍO BULUBULU			
M. J. Calle	29-SEP-09	<1,73	Sin deterioro
	27-OCT-09	<1,73	Sin deterioro
Boliche	29-SEP-09	<1,73	Sin deterioro
	27-OCT-09	<1,73	Sin deterioro
Taura	29-SEP-09	<1,73	Sin deterioro
	27-OCT-09	<1,73	Sin deterioro

7.8 Nitrógeno Amoniacal

Las aguas superficiales no deben contener normalmente amoniaco. En general, la presencia de amoniaco libre o ion amonio es considerado como una prueba química de contaminación reciente y peligrosa. Si el medio es aerobio, el nitrógeno amoniacal se transforma en nitritos. En general el nitrógeno amoniacal indica la presencia de aguas contaminadas por desechos urbanos, aguas residuales agrícolas (excrementos de animales, basuras, fertilizantes). Los mataderos que funcionan cerca a cursos de agua podrían ser fuente de excrementos de animales y sangre que son arrojados al agua y contaminan el agua con nitrógeno amoniacal.

El mes de septiembre en el río Daule, los valores de nitrógeno amoniacal a la altura de la población de Balzar estaban en concentraciones que afectan a la vida acuática.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001


CUADRO No. 12
CONCENTRACIÓN (mg/l) DE NITRÓGENO AMONIACAL

LOCALIDAD	FECHA	mg/l	GRADO DE DETERIORO
RÍO DAULE			
Balzar	15-SEP-09	0,06	Perturbación evidente para flora y fauna.
Río Colimes	15-SEP-09	<0,01	Sin perturbación
Daule	15-SEP-09	<0,01	Sin perturbación
Daule	22-OCT-09	<0,01	Sin perturbación
RÍO BULUBULU			
M. J. Calle – El Triunfo	29-SEP-09	0,01	Perturbación insignificante
	27-OCT-09	0,03	Perturbación insignificante
Boliche	29-SEP-09	0,02	Perturbación insignificante
	27-OCT-09	0,02	Perturbación insignificante
Taura	29-SEP-09	0,04	Perturbación evidente para flora y fauna acuática
	27-OCT-09	0,03	Perturbación insignificante

7.9 Nitrógeno Total

El nitrógeno total Kjeldahl es un indicador utilizado en ingeniería ambiental. Refleja la cantidad total de nitrógeno en el agua analizada; la suma del nitrógeno orgánico en sus diversas formas en diversos estados de degradación (urea, aminos, etc.) con el ion amonio NH₄⁺. Mide el nitrógeno total capaz de ser nitrificado a nitritos y nitratos y, posteriormente y en su caso, desnitrificado a nitrógeno gaseoso. Por lo tanto no incluye los nitratos, ni los nitritos.

La principal fuente de carga de nitrógeno proviene de la actividad agraria, sobre todo de fertilizantes nitrogenados y estiércoles animales (Martínez *et al* 2002). La presencia en exceso de nitrógeno total es causa de eutrofización de las aguas y su principal fuente son las descargas de aguas servidas sin tratamiento de áreas urbanas, residuos y vertidos de granjas de animales e instalaciones para acuicultura.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

En base a diferentes criterios de calidad del agua, Camargo y Alonso (2007) consideran que niveles máximos de nitrógeno total dentro del rango 0,5-1,0 mg NT/l pueden ser adecuados para prevenir los procesos de acidificación y eutrofización en los ecosistemas acuáticos (al menos por nitrógeno) y, al mismo tiempo, proteger a los animales acuáticos (y también a las personas) de los efectos tóxicos de los compuestos nitrogenados. En el muestreo de octubre, en la estación M. J. Calle en el río Bulubulu, se encontró una concentración superior al 1,0 mg/l de nitrógeno total, anteriormente indicado. No se ha encontrado concentraciones sobre este valor en las otras estaciones, durante los meses de septiembre y octubre.

CUADRO No. 13
CONCENTRACIÓN DE NITROGENO TOTAL (mg/l)

ESTACIONES	FECHA	mg/l	GRADO DE DETERIORO
RÍO DAULE			
Balzar	15-SEP-09	0,046	Sin deterioro
Río Colimes	15-SEP-09	0	Sin deterioro
Daule	15-SEP-09	0	Sin deterioro
Daule	22-OCT-09	0	Sin deterioro
RÍO BULUBULU			
M. J. Calle	29-SEP-09	0,070	Sin deterioro
	27-OCT-09	1,140	Deterioro
Boliche	29-SEP-09	0,015	Sin deterioro
	27-OCT-09	0,110	Sin deterioro
Taura	29-SEP-09	0,101	Sin deterioro
	27-OCT-09	0,090	Sin deterioro

En el río Daule, a la altura de la población de Balzar, el 15 de septiembre la concentración de nitrógeno total fue de 0,046 mg/l ligeramente inferior del promedio encontrado por Borbor-Cordova *et al* (2006) para la estación seca del año 2003 (0,065 mg/l). En el río Colimes antes de unirse al río Daule no se detectó nitrógeno total.



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos de Investigación

Proyecto:
UAE-CPI-2009-001

A la altura de la población de Daule, en el río homónimo, no se detectó nitrógeno total, a diferencia del promedio de 0,06 mg/l encontrado por Borbor-Cordova *et al* (2006) para la estación seca del 2003.

En la siguiente figura se presentan las diferencias en las concentraciones de nitrógeno total en las diferentes estaciones visitadas en los ríos Daule y Bulubulu.

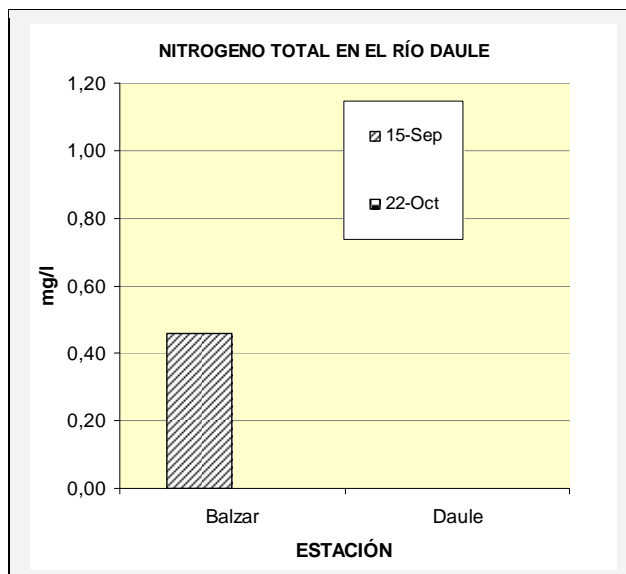


Fig. 5. Concentración de nitrógeno total en el río Daule.

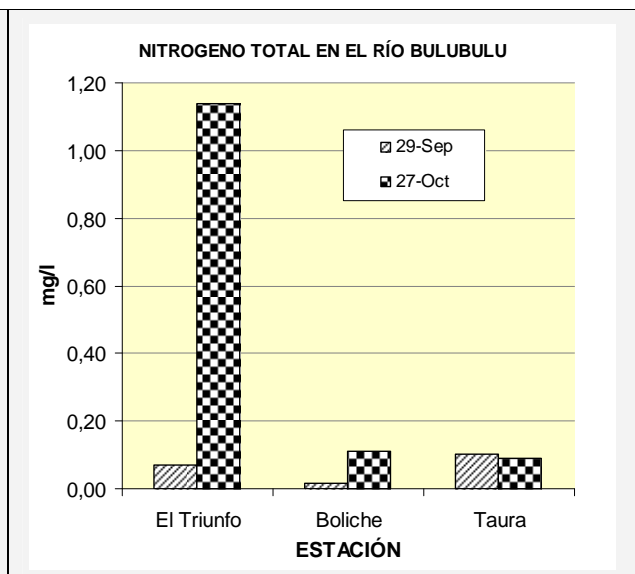



Fig. 6. Concentración de nitrógeno total en el río B Bulubulu.

7.10 Fósforo Total

El fósforo, como el nitrógeno, es un nutriente esencial para la vida, pero su exceso en el agua provoca eutrofización. El fósforo total incluye distintos compuestos como diversos ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico. La determinación se hace convirtiendo todos ellos en ortofosfatos que son los que se determinan por análisis químico.

A excepción de la estación localizada frente a la población de Daule en el río Daule, las concentraciones de fósforo total han sido inferiores a las del nitrógeno total. Los incrementos en la concentración de fósforo total podrían estar relacionados con el uso de fertilizantes, pero también con el de detergentes con alto (>2,2% de fósforo) contenido de fósforo.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

**CUADRO No. 14
CONCENTRACIÓN (mg/l) DE FOSFORO TOTAL**

LOCALIDAD	FECHA	mg/l	GRADO DE DETERIORO
RÍO DAULE			
Balzar	15-SEP-09	0,085	Sin deterioro
Río Colimes	15-SEP-09	0,140	Sin deterioro
Daule	15-SEP-09	0,062	Sin deterioro
	22-OCT-09	0,190	Sin deterioro
Canal de drenaje distrito de riego América	22-OCT-09	0,130	Sin deterioro
Canal de drenaje	22-OCT-09	0,080	Sin deterioro
RÍO BULUBULU			
M. J. Calle	29-SEP-09	0,042	Sin deterioro
	27-OCT-09; 10h48	0,098	Sin deterioro
Boliche	29-SEP-09	0,104	Sin deterioro
	27-OCT-09; 12h10	0,180	Sin deterioro
Taura	29-SEP-09	0,101	Sin deterioro
	27-OCT-09; 13h15	0,190	Sin deterioro



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos de Investigación

Proyecto: UAE-CPI-2009-001

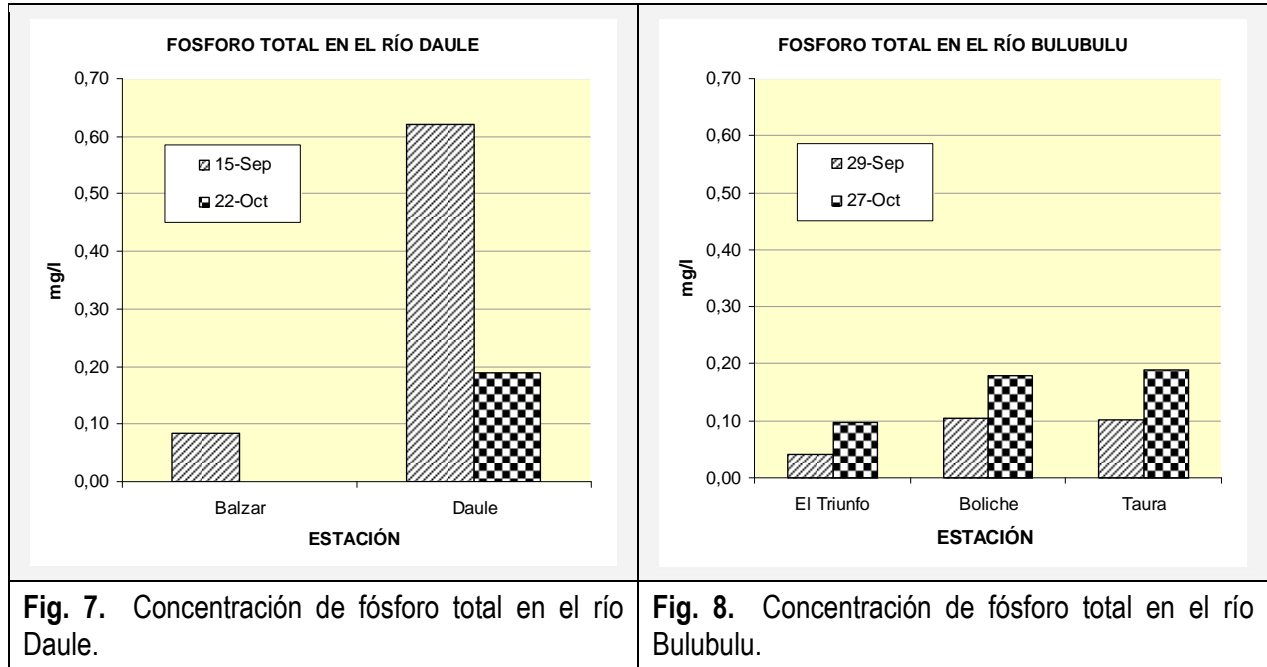


Fig. 7. Concentración de fósforo total en el río Daule.

Fig. 8. Concentración de fósforo total en el río Bulubulu.

7.11 Relación Temporal entre el Nitrógeno y el Fósforo Totales

En la relación nitrógeno/fósforo en las aguas naturales, generalmente el nitrógeno se presenta como un nutriente limitante. En el río Daule el 15 de septiembre se encontró un exceso de nitrógeno con relación al fósforo, mientras en el río Bulubulu la relación de N/P ha sido superior a 1 a la altura de El Triunfo o M. J. Calle, sobre todo el mes de octubre. Esto podría relacionarse con descargas de aguas residuales domésticas o desechos de mataderos. Las siguientes figuras presentan la relación entre el nitrógeno total y el fósforo total en los dos ríos.



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos de Investigación

Proyecto:
UAE-CPI-2009-001

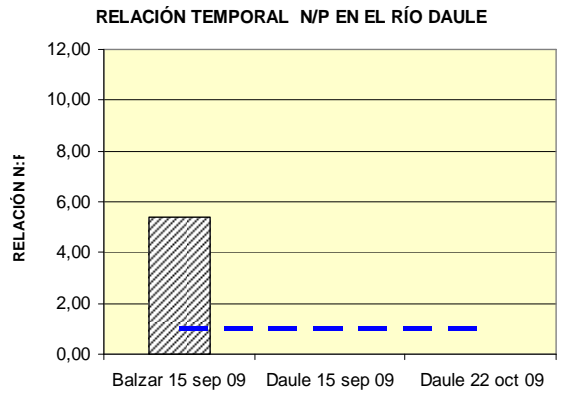


Fig. No. 9. Relación N/P en el río Daule. La línea azul representa igual concentración 1/1

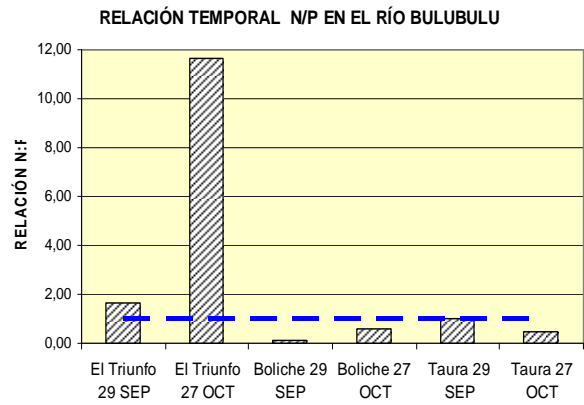



Fig. No. 10. Relación N/P en el río Bulubulu. La línea azul representa igual concentración 1/1

7.12 Contaminación bacteriológica

Las coliformes son un grupo de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo a los humanos. La presencia de bacterias coliformes en el agua es un indicio de que puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

Los coliformes fecales, que se encuentran en los intestinos de los humanos y otros animales de sangre caliente, son un tipo de bacterias coliformes. La presencia de coliformes fecales en el agua es un buen indicador de que las aguas negras han contaminado el agua.

El siguiente cuadro presenta los valores de coliformes fecales encontrados en el río Daule y Bulubulu durante las campañas de septiembre y octubre del 2009.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

CUADRO No. 15
CONCENTRACIÓN (NMP/100 ml) DE COLIFORMES FECALES

ESTACIONES	FECHA; HORA	NMP/100 ml	GRADO DE PERTURBACIÓN
RÍO DAULE			
Balzar	15-SEP-09	528	Severa para consumo humano sin desinfección Insignificante para tratamiento convencional Severa para baño y natación Severa para flora y fauna.
Río Colimes	15-SEP-09	352	Severa para consumo humano Severa para baño y natación Severa para flora y fauna.
Daule	15-SEP-09	880	Muy severa para consumo humano Severa para baño y natación Severa para flora y fauna.
	22-OCT-09	1672	Muy severa para consumo humano Severa para baño y natación Severa para flora y fauna Evidente para contacto secundario (navegación y pesca)
Canal de drenaje distrito de riego América	22-OCT-09	0,130	Sin deterioro
Canal de drenaje	22-OCT-09	0,080	Sin deterioro
RÍO BULUBULU			
M. J. Calle	29-SEP-09	0	Insignificante
Boliche	29-SEP-09	800	Muy severa para consumo humano Severa para baño y natación Severa para flora y fauna.
Taura	29-SEP-09;	1200	Muy severa para consumo humano Severa para baño y natación Severa para flora y fauna.



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”

Coordinación de Proyectos de Investigación

Proyecto: UAE-CPI-2009-001

7.12.1 Concentración de coliformes fecales en el río Daule

En las tres estaciones de muestreo la concentración de coliformes fecales está por encima de los valores permitidos para agua de consumo humano sólo con desinfección (requiere tratamiento adicional), no es apta para el baño o la natación y con posibles efectos sobre la vida acuática. La contaminación por coliformes se originaría en los centros urbanos localizados a lo largo del río Daule, los mismo que no poseen sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales domésticas y donde se utilizan pozos sépticos que producen contaminación difusa del agua.

Con las concentraciones encontradas para coliformes los municipios localizados a lo largo del río Daule deberían restringir su uso como balneario y advertir la necesidad de darle tratamiento (filtrado y cloración) al agua antes de ser consumida.

La siguiente figura presenta las concentraciones de coliformes fecales encontrados a lo largo del río Daule en septiembre y octubre del 2009.

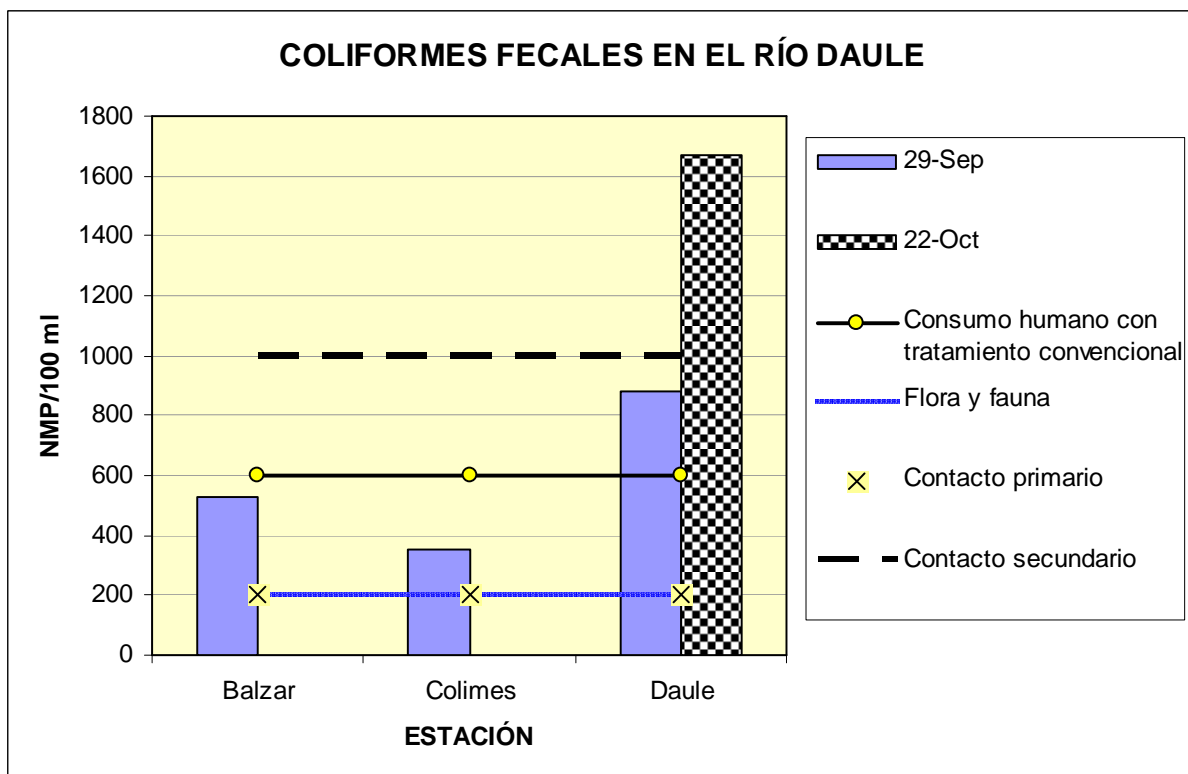


Fig. 11. Concentración de coliformes fecales y límites máximos permisibles en el río Daule para varios usos

7.12.2 Concentración de coliformes fecales en el río Bulubulu

El río Bulubulu se contamina con coliformes fecales entre las poblaciones de M. J. Calle y El Triunfo hasta Boliche (Pedro J. Montero) donde la concentración rebasa los límites máximos permitidos para contacto primario (baño y natación) y secundario (pesca, navegación), inclusive el máximo recomendado para tratamiento convencional para consumo humano para consumo humano (Fig. 12).

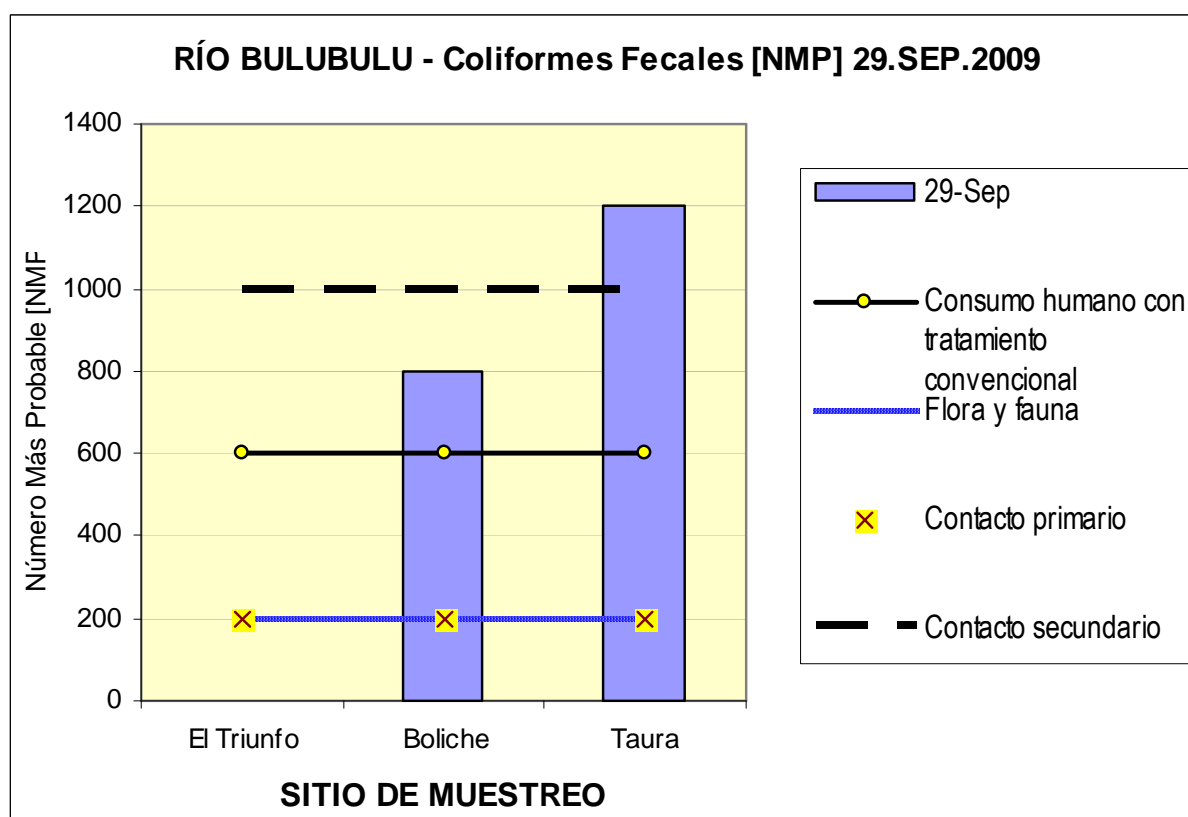



Fig. 12. Concentración de coliformes fecales en el río Bulubulu y límites máximos permisibles para varios usos

7.13 Pesticidas

En las muestras de octubre y noviembre se han buscado 17 tipos de pesticidas organoclorados y nueve organofosforados, de los cuales se han encontrado un organoclorado y tres en el Bulubulu. Para el caso de los organofosforados, se han encontrado tres en el río Daule y

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

7.13.1 Pesticidas Organoclorados

Los insecticidas organoclorados son derivados halogenados de hidrocarburos. En general son insolubles en disolventes polares, solubles en disolventes de baja polaridad, muy estables química y bioquímicamente. Debido a su persistencia, cuando estos insecticidas se aplican, pueden llegar prácticamente a todos los sustratos ambientales, pues son acarreados por el viento, caen con las gotas de lluvia y son transportados por los ríos (Albert et al 1996).

En el río Daule sólo se han encontrado residuos del organoclorado Aldrin, mientras que en el río Bulubulu se encontraron residuos de: Dieldrin, Heptacloro epóxido y Lindano.


El uso de estos pesticidas, y otros clorados, fue prohibido desde diciembre de 1983, mediante un Reglamento de Plaguicidas expedido mediante Decreto 2331, publicado en el Registro Oficial No. 649 de ese mismo año.

**CUADRO No. 16
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE PESTICIDAS ORGANOCORADOS EN EL
RÍO DAULE**

ESTACIONES	FECHA	CONCENTRACIÓN mg/l	PESTICIDA
Balzar	15-SEP-09	-	No detectados
Río Colimes	15-SEP-09	0,00007	Aldrin
Daule	15-SEP-09	-	No detectados
Daule	22-OCT-09	-	No detectados
Canal de drenaje Distrito de riego América	22-OCT-09	0,00024	Aldrin
Canal de drenaje	22-OCT-09	-	No detectados

El Aldrin es un pesticida COP^b de prohibida importación al Ecuador desde 1983.

^b Se llaman plaguicidas caducados todos los productos plaguicidas que no se utilizan en la actualidad, ya sea porque han sido prohibidos, están deteriorados o estropeados, se ha vencido la fecha de caducidad, no pueden usarse por cualquier otra razón o no interesan a sus actuales propietarios.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

CUADRO No. 17
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE PESTICIDAS ORGANOCLORADOS EN EL RÍO BULUBULU

ESTACIONES	FECHA	CONCENTRACIÓN mg/l	PESTICIDA
M. J. Calle	29-SEP-09	-	No detectado
	27-OCT-09	-	No detectado
Boliche	29-SEP-09	-	No detectado
	27-OCT-09	0,00123	Dieldrin
Taura	29-SEP-09	0,0033	Heptacloro epóxido
	27-OCT-09	0,0004	Lindano


En el caso del Heptacloro, su registro fue cancelado por la EPA, y se dispuso que en campos tratados con Heptacloro no se siembre hasta después de 2 años, especialmente para cultivos de donde se va a extraer aceite. Este pesticida en el cuerpo de los animales se transforma en epóxido que es más tóxico y se almacena en las grasas. Es un plaguicida COP pero su importación no ha sido prohibida expresamente por parte de Ecuador (Ministerio del Ambiente/Global Environmental Facility/ESPOL en línea)

7.13.2 Pesticidas Organofosforados

Compuestos usados muy ampliamente como insecticidas, nematocidas y defoliantes. En general son poco estables química y bioquímicamente, y por lo tanto su tiempo de vida ambiental media va de una semana a algunos meses (Albert *et al* 1996). En el río Daule se encontraron residuos de dos organofosforados: Malathion, Carbofuran, Monocrotofos y Terbufos.

CUADRO No. 18
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS EN EL RÍO DAULE

ESTACIONES	FECHA	mg/l	PESTICIDA
Balzar	15-SEP-09	0,0026	Malathion
Río Colimes	15-SEP-09	0,0003	Carbofuran

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

ESTACIONES	FECHA	mg/l	PESTICIDA
Daule	15-SEP-09	0,0067	Monocrotofos
Daule	22-OCT-09	-	No detectado
Canal de drenaje Distrito de riego América	22-OCT-09	-	No detectado
Canal de drenaje	22-OCT-09	0,009	Terbufos


En el río Bulubulu se han encontrado residuos de Atrazina en M. J. Calle y Taura, de Metil Paration en M. J. Calle y de Clorpirifos en Boliche.

CUADRO No. 19
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS EN EL RÍO BULUBULU

ESTACIONES	FECHA	mg/l	PESTICIDA
RÍO BULUBULU			
M. J. Calle	29-SEP-09	0,0032	Atrazina
	27-OCT-09	0,00458	Metil Paration
Boliche	29-SEP-09	0,0033	Clorpirifos
	27-OCT-09	-	No detectado
Taura	29-SEP-09	0,0025	Atrazina
	27-OCT-09	0,0021	Atrazina

8. El Uso de Macroinvertebrados como Indicadores Biológicos

Los macro invertebrados bentónicos han sido utilizados como indicadores biológicos de la condición ecológica de los ríos y de los cambios que se produzcan en ellos. Una actual perspectiva de estudiar los ríos con un enfoque holístico ha orientado el uso de los bioindicadores hacia dos métodos: Uno desarrolla índices que miden la condición biológica resumiendo varios atributos de la comunidad en una única medida que se usa para comparar sitios degradados con sitios poco intervenidos. El otro método es el de los modelos de predicción que usan la estadística multivariada

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

para comparar la composición de la comunidad entre los sitios impactados y los de referencia [Segnini, 2003].

A pesar de que el uso de macro invertebrados bentónicos presenta varias desventajas, en este momento es la mejor alternativa metodológica para detectar modificaciones tempranas y/o de origen difuso que se producen en los ecosistemas acuáticos. Sin embargo, para el uso de varios de los índices propuestos para Norteamérica y Europa es necesario conocer el grado de sensibilidad de las especies, presentes en cada sitio, ante las variaciones físicas, químicas o biológicas del agua. Esta información aún no está disponible para los países andinos, inclusive la taxonomía y distribución de algunas especies todavía no es muy conocida.

8.1 Hábitat para macroinvertebrados bentónicos en el río Daule


El río Daule, desde la presa Daule Peripa hasta su unión con el río Babahoyo, tiene una profundidad superior a los dos metros. El caudal de este río es regulado por la represa, por lo que la profundidad del río se mantiene sobre los dos metros. Con esta profundidad y la turbidez propia de los ríos de llanura, las comunidades bentónicas son pobres y de difícil colección.

8.2 Hábitat para macroinvertebrados bentónicos en el río Bulubulu

En las campañas de los meses de septiembre y octubre sólo se encontraron macroinvertebrados bentónicos en la estación de M. J. Calle, donde el sustrato del cauce del río Bulubulu es pedregoso y menos intervenido que en la llanura, aguas abajo. En este sitio se han encontrado larvas acuáticas de dos (Ephemeroptera y Trichoptera) de los tres ordenes utilizados en los índices biológicos de calidad de agua EPT (Ephemeroptera Plecoptera y Trichoptera). También se encuentran larvas acuáticas de libélulas del suborden Zygoptera que habitan en aguas oxigenadas.

En la estación en Taura se han encontrado dos especies de caracoles, pero ninguna larva de los insectos que habitan en ambientes no contaminados.

El siguiente cuadro presenta el número de individuos colectados en cuatro muestras en el río Bulubulu.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

CUADRO No. 20
MACROINVERTEBRADOS ENCONTRADOS EN LA ESTACIÓN M. J. CALLE EN
EL RÍO BULUBULU

FECHA	MUESTRA	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA
29 SEP 2009	1	Insecta	Odonata	(Zygoptera)	1
			Trichoptera	Hydrosychidae	2
			Ephemeroptera		6
27 OCT 2009	1	Insecta	Trichoptera	Hydrosychidae	8
			Ephemeroptera		1
27 OCT 2009	2	Insecta	Trichoptera	Hydrosychidae	8
			Diptera		1
27 OCT 2009	3	Insecta	Ephemeroptera		7
			Trichoptera	Hydrosychidae	3


27 OCTO 2009: Profundidad media 0,22 m; Profundidad máxima 0,35 m; Velocidad media 0,56 m/s;

En las estaciones de Boliche y Taura los cauces de los ríos son ambientes alterados, de donde se extrae arena durante la época seca y con severa contaminación por coliformes fecales. En la estación Boliche no se ha encontrado ningún invertebrado bentónico a lo ancho del río. En el río Bulubulu en Taura en el sedimento arenoso sólo se han encontrado dos especies de moluscos gasterópodos de agua dulce.

9. CONCLUSIONES

Los resultados de los parámetros analizados indican que durante los meses de septiembre y octubre la calidad de las aguas del río Daule estaría siendo afectada por las descargas de agua de fondo del embalse Daule Peripa, las aguas residuales de los centros poblados y por residuos de pesticidas utilizados en cultivos de ciclo corto. En este cuerpo de agua los caudales controlados por la presa Daule Peripa aunque aseguran la provisión de agua para riego y consumo humano, modifican el régimen natural de inundación / sequía del río Daule alterando a su vez la composición de las comunidades naturales que debió poseer el río antes de la construcción de la presa.

En el Bulubulu, los resultados de los ensayos indican que el río estaría siendo contaminado por descargas de aguas residuales domésticas con presencia de

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

bacterias coliformes fecales, así como por las aguas residuales de los sistemas de riego de cultivos perennes de la zona (caña de azúcar, banano, cacao, etc.).


El cauce de este río, en la llanura de inundación no presente condiciones naturales y es modificado por actividades de extracción de arena, dragado y construcción de diques para el control de inundaciones. Aunque en bajas concentraciones se han encontrado pesticidas organoclorados. En el inicio de la llanura de inundación, en la estación de M. J. Calle se encuentran comunidades de macroinvertebrados acuáticos propios de aguas oxigenadas y poco contaminadas.

En los dos casos anteriores debe considerarse que los muestreos se han realizado durante meses excepcionalmente secos. Especialmente en el caso del río Daule en el cual la principal fuente de agua en estos dos meses han sido las descargas de las aguas utilizadas para la generación de energía eléctrica en la presa Daule Peripa.

10. RECOMENDACIONES

Sobre la base de los resultados encontrados se recomienda orientar las actividades del proyecto a determinar:

- Los principales cultivos en estas dos cuencas hidrográficas, calendario de las labores agrícolas, tipos de pesticidas, su frecuencia y dosis de uso y localizar los canales de drenaje de los distritos de riego. Dentro de la cuenca localizar los sitios de distribución de agroquímicos y la oferta de pesticidas, sobre todo aquellos considerados de uso restringido.
- Los distritos de riego y caudales de drenaje hacia los principales ríos.
- El uso del suelo por cada subcuenca y sus posibles efectos sobre la calidad del agua de los ríos Daule y Bulubulu.
- Los caudales y calidad de agua en el sitio de descarga del agua utilizada en las turbinas de la central hidroeléctrica Marcel Laniado en la presa Daule – Peripa.
- La situación actual de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de las poblaciones localizadas en cada subcuenca.
- La ubicación, superficie e intensidad de uso de las áreas dedicadas a la cría de ganado vacuno.
- La biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos en los diferentes microhabitats de los ríos Daule y Bulubulu.
- Realizar gestiones conducentes a obtener información oficial sobre superficies cultivadas, uso de pesticidas, etc.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

11. ACTIVIDADES PLANIFICADAS PARA EL MES DE DICIEMBRE

- Para el mes de diciembre se tendrán los resultados de análisis de parámetros de calidad de agua para riego y sus potenciales riesgos de salinización y alcalinización de los suelos.
- La caracterización del sistema de riego de las 15 000 hectáreas, localizadas en la margen derecha del río Daule.

12. REFERENCIAS

Albert, L. A., R. L. Gallardo y C. Barcenás 1996. **Química y Ecotoxicología de los Insecticidas**, p. 125- 137. In: Av. V. Botello, J. L. Rojas Galaviz, J. A. Benitez y D. Zárate-Lomeli (Eds). Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental; Diagnóstico y Tendencias. EPOMEX Serie Científica 5. Universidad Autónoma de Campeche. México, 666 p.

Borbor-Cordova, M., E. W. Boyer, W. H. McDowell y C. H. Hall 2006. **Nitrogen and phosphorus budgets for a tropical watershed impacted by agricultural land use: Guayas, Ecuador**. *Biochemistry* 79: 135 -161


Camargo J. A. y A. Alonso 2007. **Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático**. *Ecosistemas* 16 (2): 98-110. Mayo 2007. <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=486>.

Canter, L. W. y L. G. Hill 1979. **Handbook of Variables for Environmental Impact Assessment**. Ann Arbor Science Publisher Inc. Mich.

CIESE, 2003. **Libreta de Campo para las Pruebas en las Muestras de Agua**. Estudio Internacional Ambiental de la Calidad del Agua. Stevens Institute of Technology, CIESE. <http://www.k12science.org/curriculum/dipproj/es/>

FAO y UNEP, 2005. **Monocrotofos**. Documento de Orientación para la Adopción de Decisiones Convenio de Róterdam - Aplicación del procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a productos químicos prohibidos o restringidos rigurosamente objeto de comercio internacional. Secretaría del Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional.

Martinez, Y., S. Uku y J. Albiac 2002. **El Control de la Contaminación por Nitratos en el Regadío**. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 2(2): 115-131.

	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR	
	“Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la Cuenca del río Guayas”	
	Coordinación de Proyectos de Investigación	Proyecto: UAE-CPI-2009-001

Ministerio del Ambiente/Global Environmental Facility/ESPOL en línea. **Inventario de plaguicidas COPs en el Ecuador.**

www.ambiente.gov.ec/...espanol/4ecuador/.../Extracto%20Plag-COP%60s.pdf

Segnini, S. 2003 **El Uso de los Macroinvertebrados Bentónicos como Indicadores de la Condición Ecológica de los Cuerpos de Agua Corriente.** ECOTROPICOS 16(2):45-63 2003 Sociedad Venezolana de Ecología

Zweig, R. D., J. D. Morton y M. M. Stewart. 1999. **Source Water Quality for Aquaculture. A Guide for Assessment.** The World Bank. 74 pp.

Cita sugerida:

Universidad Agraria del Ecuador 2009. **Proyecto Biomonitoreo de la calidad del agua para determinar la naturaleza y grado de contaminación por la agricultura y actividades afines en los principales ríos de la cuenca del río Guayas.** Informe técnico de avance. Noviembre del 2009. Guayaquil. Ecuador. 49 pp.