

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DEL RÍO MANTA DEL CANTÓN
MANTA DE ACUERDO A LA LEY PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL
DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL ECUADOR (LPCCA)**

**MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF THE WATER OF THE RIVER MANTA
DEL CANTÓN PLANT ACCORDING TO THE LAW FOR THE PREVENTION
AND CONTROL OF ENVIRONMENTAL CONTAMINATION OF ECUADOR**

Autores:

Blgo. Jorge Luis González Arteaga¹

Ing. Carlos Enrique González Arteaga, Mga²

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga³

Subsecretaría de Recursos Pesqueros SRP.

Pontificia Universidad Católica del Ecuador-Chone

Pontificia Universidad Católica del Ecuador-Chone

Resumen

En este estudio se realizaron varias actividades que conllevaron a la recopilación, análisis e interpretación de la información de datos del río Manta, a través de un monitoreo de campo que explica los efectos que causan usualmente problemas en la salud, mismos que son constantes sobre todo en los Barrios Unidos, sobre todo en los niños quienes son víctimas de enfermedades que afectan tanto el aparato digestivo como la piel. En este documento se presenta el análisis microbiológico de las aguas de este río con el fin de observar si cumple o no con los parámetros de calidad establecidos por la Ley para la Prevención y Control de la contaminación ambiental del Ecuador (LPCCA) de acuerdo a los análisis microbiológicos realizados. Se obtuvo la información de 3 zonas de muestreo y se midieron aspectos físicos y microbiológicos.

Los resultados estadísticos se realizaron mediante un método no paramétrico aplicado a dos muestras independientes, denominada “Prueba de Mann – Whitney”, La prueba calcula el llamado estadístico U, la cual consiste en poner rango a los valores obtenidos en los resultados, realizar un calculo mediante la fórmula, y con los resultados obtenidos contrastar en la tabla de Mann – Whitney si existe o no diferencia significativa entre los resultados. Adicional se realizó la “Prueba de Diferencia entre dos Poblaciones”, en la cual se realiza esta prueba al 95 % de confianza, calculando la prueba estadística t_c , en la que mediante hipótesis planteadas se determina si existe o no diferencia entre dos poblaciones.

Palabras Clave: Escherichia coli, Salmonella, Vibrios, análisis, Físico-Químico.

Abstract

In this study, several activities were carried out that led to the collection, analysis and interpretation of data from the Manta River, through field monitoring that explains the effects that usually cause health problems, which are constant above all In the United States, especially in children who are victims of diseases that affect both the digestive system and the skin. This document presents the microbiological analysis of the waters of this river in order to observe whether or not it meets the quality parameters established by the Law for the Prevention and Control of Environmental Pollution of

Ecuador (LPCCA) according to the Microbiological analyzes. Data were obtained from 3 sampling areas and physical and microbiological aspects were measured

The statistical results were performed using a non - parametric method applied to two independent samples, called "Mann - Whitney test". The test calculates the so - called U - statistic, which consists of ranking the values obtained in the results, performing a calculation By means of the formula, and with the results obtained, check in the Mann - Whitney table whether or not there is a significant difference between the results. In addition, the "Test of Difference between Two Populations" was carried out, in which this test is performed at 95% confidence, calculating the statistical test t_c , in which the hypothesis is determined whether or not there is a difference between two populations.

Keywords: Watershed, Incidences, Flood.

I. Introducción

Manta es una de las ciudades más progresista de la Provincia de Manabí, es un puerto marítimo, mercante, de funcionamiento permanente, que se encuentra a 25 millas de la ruta marítima Norte-Sur del Océano Pacífico. Tarqui es una parroquia urbana del cantón Manta, y por efecto de su desarrollo y crecimiento actualmente forma parte integral de la ciudad de Manta. El cantón Manta posee 306 km² (PALADINES. O, MERO. E, 2006).

La contaminación de las aguas es un problema de gran magnitud y tal vez uno de los más graves dentro de la problemática ambiental. Las situaciones que se presentan y los efectos que están produciendo en varias instancias en los procesos de los ciclos vitales del hombre y en los ecosistemas, son muy significativos. Los desechos portan elementos degradables y no degradables, tales como metales pesados, desechos orgánicos, grasas, compuestos tensoactivos, y también microorganismos patógenos.

Nuestro país no es ajeno a estos problemas ambientales, y se han reportado varios casos de contaminación de las aguas de algunos ríos, por ejemplo el caso del río Machángara en la provincia de Pichincha (el cual está en proceso de recuperación), las áreas con más alta contaminación de sus recursos hídricos en el país son: el Golfo de Guayaquil, que incluye los ríos Daule y Babahoyo; cuenca del río Portoviejo y la parte baja de los ríos

Chone, Esmeraldas, Cayapas y Santiago; cuenca de los ríos Pindo, Chico y Puyango; en la vertiente Amazónica, las cuencas de los ríos Napo, Pastaza y Zamora; en la región interandina, las áreas de influencia de las ciudades de Quito, Cuenca, Ambato, Loja e Ibarra.

Cuando la concentración de los contaminantes supera la capacidad biodegradadora de estos microorganismos, se acumulan causando transformaciones en las características del agua, por ejemplo generan malos olores, se altera el sabor y el color, incremento de los valores de DBO y DQO, variaciones en el pH, entre otros.

Algunos de los productos vertidos, no son biodegradables y permanecen largo tiempo en el ambiente. Los elementos vivos de estas aguas, ingieren estos microorganismos o compuestos químicos o radiactivos y los llevan en la cadena trófica alimentaria de nuevo al ser humano, generando efectos negativos para la salud humana, aparte del daño ecológico en general.

Al entrar desde Tarqui a Manta se atraviesa un puente construido sobre la desembocadura del río Manta, cuyas aguas presentan colores variados que van del rojo al negro pasando por una amplia gama de matices, se desprenden olores putrefactos, sulfurosos, que recuerdan al material orgánico en descomposición y arrastran una gran cantidad de residuos sólidos de todo tipo, por ejemplo: lata, papel, cartón, plástico, llantas.

El presente proyecto nace de la necesidad de brindar a la ciudadanía en general y a aquellas personas preocupadas por el bienestar del ambiente una información clara y confiable sobre el grado de contaminación microbiana del río Manta, el mismo que está en contacto directo con todas las personas de la localidad y con aquellas que visitan las playas contiguas a la desembocadura de este río al mar, tomando en cuenta además los registros de enfermedades gastrointestinales e infecciones de la piel en la ciudad. Y promoviendo el cuidado que se debe tener de la imagen que la ciudad brinda a sus habitantes y a sus visitantes. Los resultados obtenidos servirán como línea base del estado microbiológico del río a fin de emprender en proyectos que encaminados a mejorar o resolver los problemas que de esta situación se deriven.

El tratamiento de las aguas residuales es un proceso que tiene por objeto reducir la carga contaminante a niveles legalmente permitidos de acuerdo al uso que se les tiene (Página electrónica EAPAM, 2008).

Tabla 10 Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO ₃	mg/l	0,1
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	VISIBLE		
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5-9

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO ₄ ⁻	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Compuestos organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,05
Vanadio	V	mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	10

Fuente: Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Ecuador

Generalmente, se consideran tres niveles de tratamiento: primario, secundario y terciario.

✓ **Tratamiento Primario**

Destinado a eliminar los contaminantes detectables a simple vista, por ejemplo partículas de materiales sólidos como papel, vidrio, vegetales. Estos materiales son separados por medios físicos, por ejemplo enrejados, barras verticales, tamices.

✓ **Tratamiento secundario**

Una vez eliminados de un 40 a un 60% de los sólidos en suspensión y reducida de un 20 a un 40% la DBO5 por medios físicos en el tratamiento primario, el tratamiento secundario reduce la cantidad de materia orgánica en el agua. Por lo general, los procesos microbianos empleados son aeróbicos, es decir, los microorganismos actúan en presencia de oxígeno disuelto. El tratamiento secundario supone, de hecho, emplear y acelerar los procesos naturales de eliminación de los residuos. En presencia de oxígeno,

las bacterias aeróbicas convierten la materia orgánica en formas estables, como dióxido de carbono, agua, nitratos y fosfatos, así como otros materiales orgánicos. La producción de materia orgánica nueva es un resultado indirecto de los procesos de tratamiento biológico, y debe eliminarse antes de descargar el agua en el cauce receptor. Hay diversos procesos alternativos para el tratamiento secundario, incluyendo el filtro de goteo, el lodo activado y las lagunas.

✓ **Tratamiento terciario o avanzado**

Si el agua que se recibe en las pozas de oxidación requiere un grado de tratamiento mayor que el que puede aportar el proceso secundario, o si el efluente va a reutilizarse, es necesario un tratamiento avanzado de las aguas residuales. A menudo se usa el término tratamiento terciario como sinónimo de tratamiento avanzado, pero no son exactamente lo mismo. El tratamiento terciario, o de tercera fase, suele emplearse para eliminar el fósforo, mientras que el tratamiento avanzado podría incluir pasos adicionales para mejorar la calidad del efluente eliminando los contaminantes recalcitrantes. Hay procesos que permiten eliminar más de un 99% de los sólidos en suspensión y reducir la DBO5 en similar medida. Los sólidos disueltos se reducen por medio de procesos como la ósmosis inversa y la electrodiálisis.

La eliminación del amoníaco, la desnitrificación y la precipitación de los fosfatos pueden reducir el contenido en nutrientes. Si se pretende la reutilización del agua residual, la desinfección por tratamiento con ozono es considerada el método más fiable, excepción hecha de la cloración extrema. Es probable que en el futuro se generalice el uso de estos y otros métodos de tratamiento de los residuos a la vista de los esfuerzos que se están haciendo para conservar el agua mediante su reutilización.

La Organización de Naciones Unidas ha escogido el 2008 como el Año Internacional del Saneamiento del Agua. Desde 1993 se conmemora el Día Internacional del Agua, para que los estados tomen conciencia sobre la importancia del agua y su uso como también del abastecimiento de agua potable (GARCÍA César, 2002).

La ONU ha invitado a los Estados a que celebren este día adaptándose a las necesidades propias de su población y entorno, también fomentando la conciencia pública a través de la realización de conferencias, mesas redondas, difusión de cortometrajes, seminarios, exposiciones, entre otras actividades, todas ellas con el objetivo de conservar y desarrollar los recursos hídricos mundiales así como para poner en práctica las recomendaciones de la Agenda 21.

II. Metodología

Los análisis de agua se realizaron en las instalaciones del CESECCA (Centro de Servicios para el Control de la Calidad), de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Es un laboratorio de tercera parte que brinda servicios de ensayos físicos, químicos y microbiológicos a productos alimenticios, efluentes industriales, agua, que está en proceso de acreditación de acuerdo con la norma ISO/IEC 17025:2005.

Materiales de muestreo

- ✓ Botellas plásticas de 500 cm³
- ✓ Cuaderno de apuntes
- ✓ Cuerda
- ✓ Esferográfico
- ✓ Fundas plásticas
- ✓ Guantes quirúrgicos
- ✓ Termómetro
- ✓ Tirillas de pH

Materiales de Laboratorio

- ✓ Caja petri
- ✓ Encendedor
- ✓ Erlenmeyer
- ✓ Funda de cierre hermético
- ✓ Mechero de Bunsen
- ✓ Pera de succión
- ✓ Pipeta graduada de 10 ml
- ✓ Pipeta graduada de 5 ml
- ✓ Piseta
- ✓ Tubo de ensayo

- ✓ Vaso de precipitación de 400 ml

* Todo el material debe estar limpio, seco, desengrasado y esterilizado.

Equipos

- ✓ Autoclave
- ✓ Balanza
- ✓ Baño María
- ✓ Cámara digital
- ✓ Incubadora

Medios de Cultivos y Sustancias

- ✓ Agar S.S
- ✓ Agar TCBS
- ✓ Agua de peptona al 0,1 %
- ✓ Agua destilada
- ✓ Alcohol etílico (95 %)
- ✓ Caldo Selenito Cistina
- ✓ Petrifilm EC 3M

Muestra Biológica

- ✓ Agua residual

Muestreo

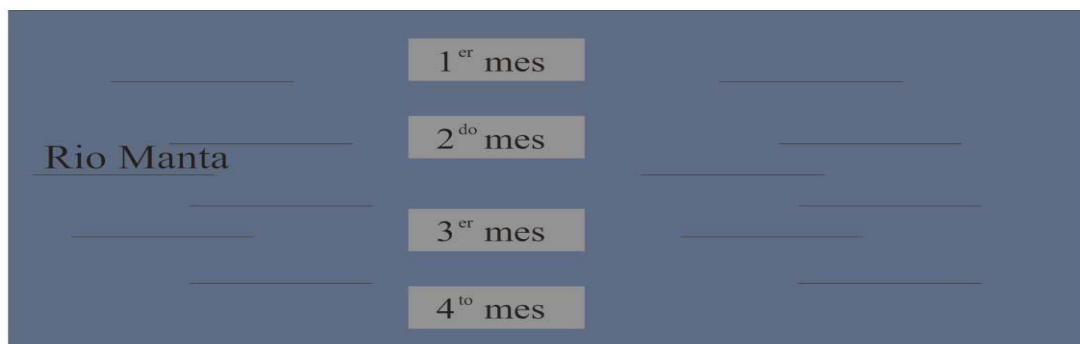
Las muestras se tomaron en frascos de polietileno de tapa rosca, herméticos, de 500 ml. Se determinaron 3 zonas de muestreo, la primera en las lagunas de oxidación de tratamiento de aguas residuales y en el canal que se conecta la río Manta, otro pasando las casas que se encuentran alrededor del tramo del río Manta, específicamente pasando el Barrio Miraflores, y el último punto unos metros después de la unión de los ríos Manta y Burro, el cual se encuentra casi en la desembocadura al mar.

En el primer punto, se tomaron las muestras en la compuerta de salida de las lagunas de oxidación el primer mes, y los otros meses se tomaron en el canal que recorren antes de unirse al río en un área aproximada de 200 m.

En el segundo y tercer punto, se tomaron las muestras el primer mes en la orilla desde un extremo del canal, el segundo mes se tomó la muestra entre la orilla y el centro del río, el tercer mes la muestra fue tomada entre el centro del río y la orilla, y el último mes la muestra se tomó cerca de la orilla

del otro extremo, logrando así cubrir el ancho total del río obteniendo muestras más confiables.

Figura 01.- Puntos de muestreo a lo ancho del río Manta



Fuente: elaborado por González J, Chavarría J & González C.

En todos los puntos que fueron muestreados se tomaron otros parámetros como hora, temperatura y pH. Las botellas de plástico fueron puestas en fundas separadas para evitar que una tenga contacto con la otra y fueron llevadas inmediatamente al laboratorio para sus respectivos análisis. Durante los muestreos se mantuvieron las precauciones del caso, como las de llevar las botellas limpias, manipular las muestras con guantes y luego de tener las muestras en el laboratorio las manos fueron lavadas con alcohol.

IV. Resultados

De acuerdo con la Ley Ambiental del Ecuador existen límites permitidos de *E. coli* para vertido al mar, según lo determinado en el presente estudio se determinó que los resultados datos durante los meses de estudio, no se cumplen, de acuerdo a lo que se muestra en las tablas que se muestran a continuación.

Tabla 01.- Datos obtenidos durante los muestreos en el primer mes.

		M 1	M 2	M 3
Diciembre / 2006	Otros parámetros			
	Lugar	Las cañadas (Cerca de poza de oxidación)	No se realizó muestreo	Unión ríos Manta y Burro
	T° Agua	32 °C	No se realizó muestreo	29 °C
	pH	8	No se realizó muestreo	8
	Hora	11:28	No se realizó muestreo	11:45
	Nubosidad	8/8	No se realizó muestreo	8/8
	Color agua	Pardo oscuro	No se realizó muestreo	Verdoso

Laboratorio	<i>Salmonella</i>	Ausencia	No se realizó muestreo	Ausencia
	<i>Shiguella</i>	Ausencia	No se realizó muestreo	Ausencia
	<i>Vibríos</i>	Ausencia	No se realizó muestreo	Ausencia
	<i>E. Coli</i>	< 3,00 NMP/cm ³	No se realizó muestreo	1100,00 NMP/cm ³

Fuente: elaborado González J, Chavarría J & González C.

Tabla 02.- Datos obtenidos durante los muestreos en el segundo mes

		M 1	M 2	M 3	
Enero / 2007	Otros parámetros	Lugar	Compuerta salida poza de oxidación	Puente Miraflores (río Manta)	Unión de ríos Manta y Burro
		T° Agua	26 °C	26 °C	27 °C
		pH	8	8,5	8
		Hora	13:37	14:10	14:18
		Nubosidad	8/8	8/8	8/8
		Color agua	Verde	Verdoso	Verdoso con grumos
Laboratorio	<i>Salmonella</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
	<i>Shiguella</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
	<i>Vibríos</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
	<i>E. Coli</i>	< 3,00 NMP/cm ³	> 1100,00 NMP/cm ³	> 1100,00 NMP/cm ³	

Fuente: elaborado por González J, Chavarría J & González C.

Tabla 03.- Datos obtenidos durante los muestreos en el segundo mes

		M 1	M 2	M 3	
Febrero / 2007	Otros parámetros	Lugar	Salida de las pozas de oxidación	Puente miraflores (río Manta)	Unión de ríos Manta y Burro
		T° Agua	32 °C	32 °C	31 °C
		pH	8,5	9	8,5
		Hora	13:23	13:40	13:56
		Nubosidad	8/8	8/8	8/8
		Color agua	Verde claro	Verde oscura con algas	Verdoso con algas
Laboratorio	<i>Salmonella</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
	<i>Shiguella</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
	<i>Vibríos</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
	<i>E. coli</i>	< 3,00 NMP/cm ³	42,70 NMP/cm ³	215,00 NMP/cm ³	

Fuente: elaborado por González J, Chavarría J & González C.

Tabla 04.- Datos obtenidos durante los muestreos en el tercer mes.

Marzo / 2007	Otros parámetros		M 1	M 2	M 3
		Lugar	Salida de las pozas de oxidación	Puente miraflores (río Manta)	Unión de ríos Manta y Burro
		T° Agua	29 °C	28 °C	27 °C
		pH	7	8	9
		Hora	11:00	11:25	11:35
		Nubosidad	8/8	8/8	8/8
	Color agua	Verde con espuma	Verdoso	Verdoso	
	Laboratorio	<i>Salmonella</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		<i>Shiguella</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		<i>Vibríos</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>E. coli</i>		< 3,00 NMP/cm ³	462,00 NMP/cm ³	1100,00 NMP/cm ³	

<i>E. coli</i>			
	M1	M2	M3
Primer mes	< 3,00 NMP/cm ³	---	1100,00 NMP/cm ³
Segundo mes	< 3,00 NMP/cm ³	>1100,00 NMP/cm ³	>1100,00 NMP/cm ³
Tercer mes	< 3,00 NMP/cm ³	42,70 NMP/cm ³	215,00 NMP/cm ³
Cuarto mes	< 3,00 NMP/cm ³	462,00 NMP/cm ³	1100,00 NMP/cm ³

Fuente: elaborado por González J, Chavarría J & González C.

Tabla 05. Resultados de *E. coli* durante 4 meses de muestreo

Elaborado por: González J, Chavarría J & González C.

Gráfico 1

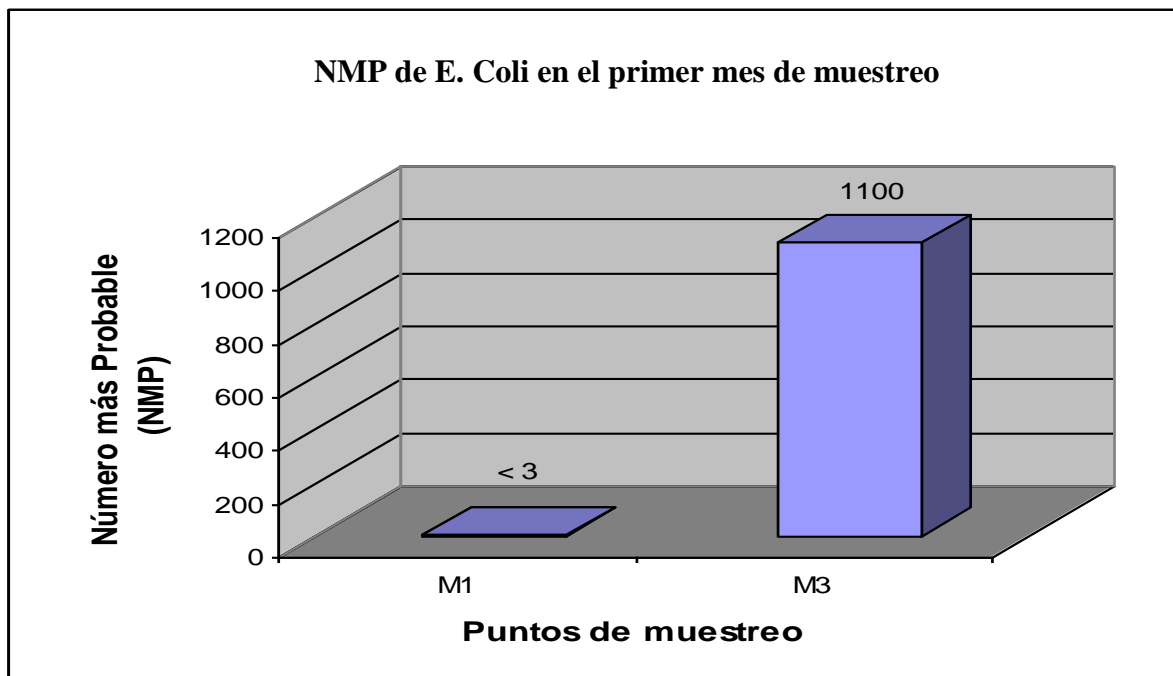


Gráfico 2

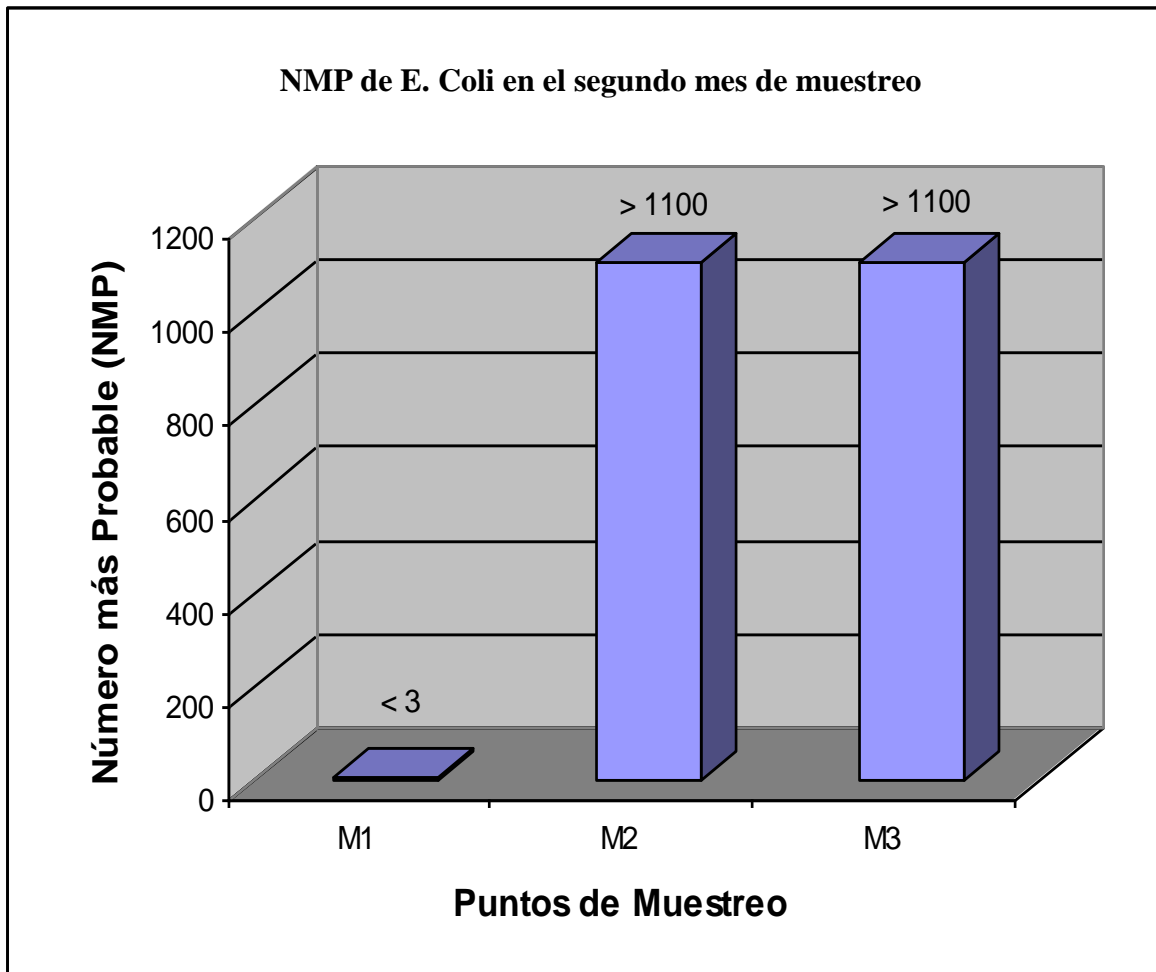
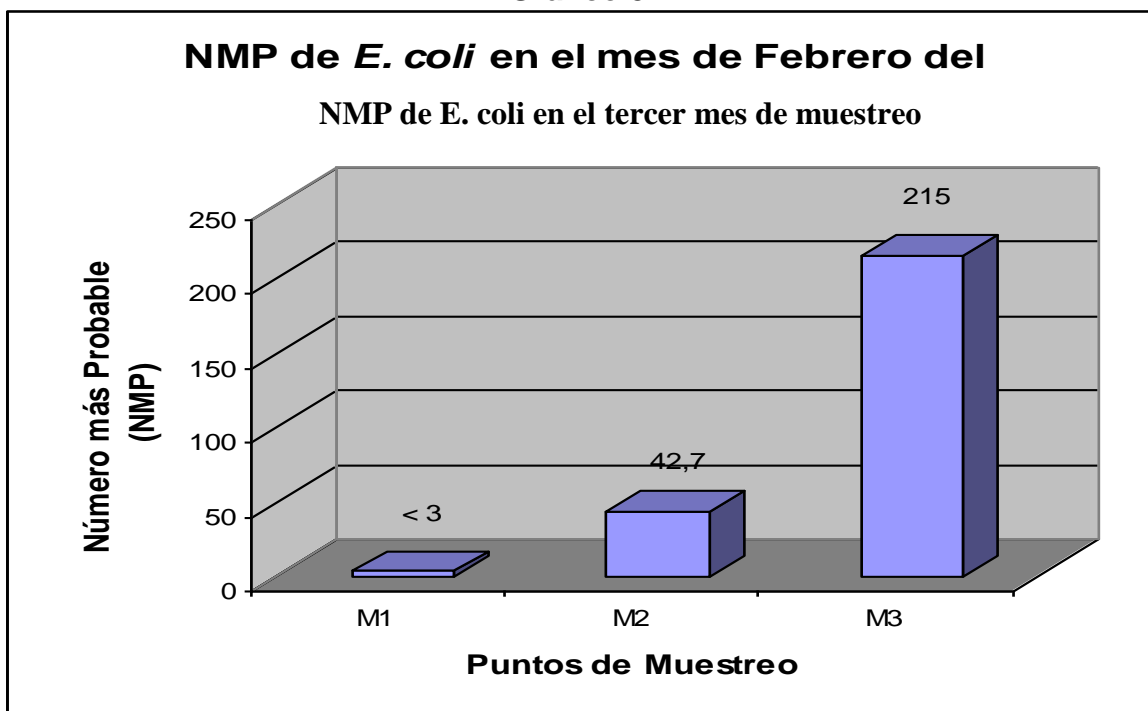


Gráfico 3



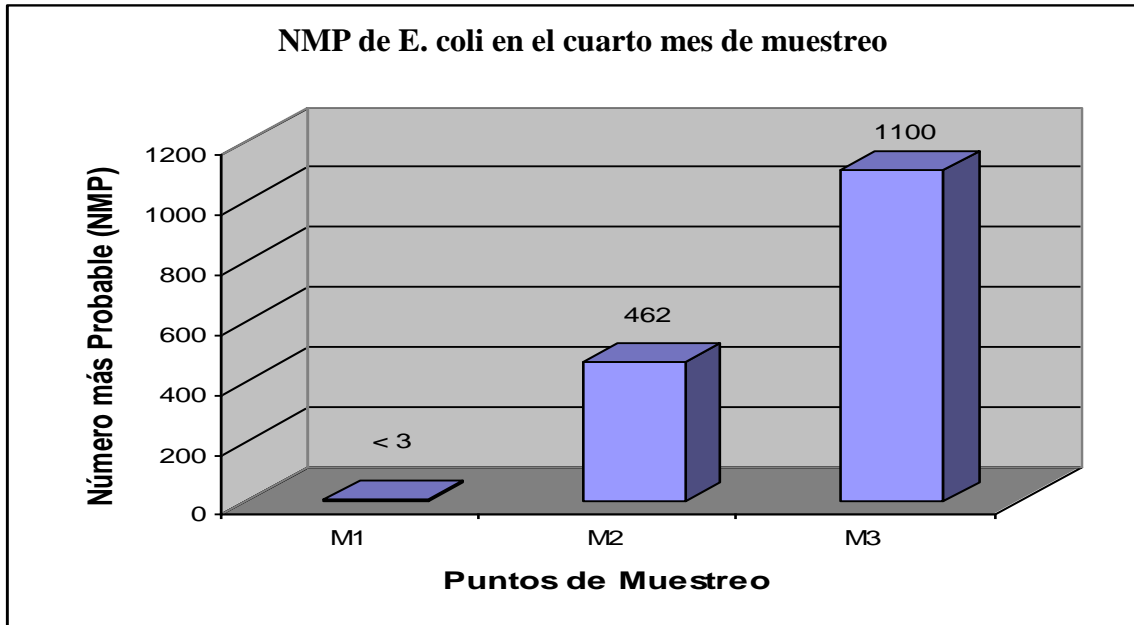
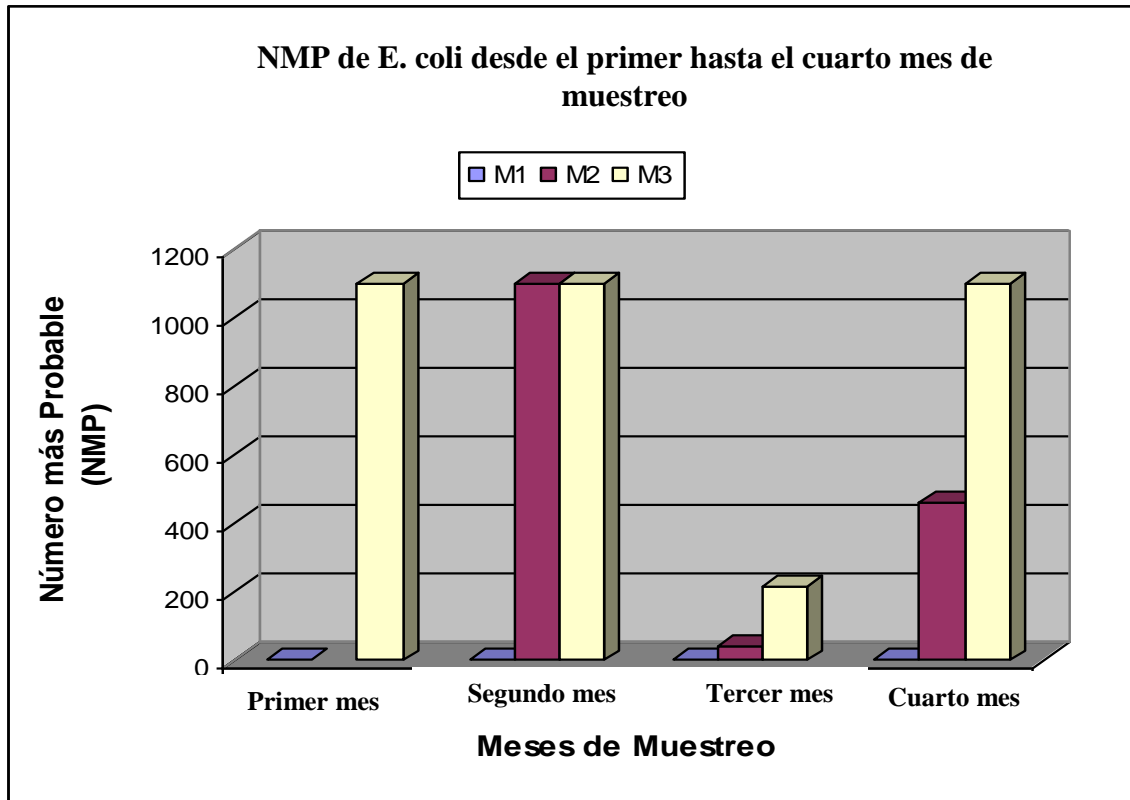


Gráfico 5



V. Referencias Bibliográficas

Libros:

- [1] Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Ecuador (LPCCA), 2003, Libro VI. Ecuador
- [2] GARCÍA. César, 2002, Gestión Ambiental Universitaria. Editorial, Imprenta Universitaria, Manta

Tesis:

- [3] González, J. L. (2007). "Determinación de Vibrios, Salmonella, Shiguella y E. coli en el río Manta de la parroquia Tarqui en la ciudad de Manta durante diciembre del 2006 a marzo del 2007".
- [4] PALADINES. O, MERO. E, 2006, Estudio de la Contaminación de las playas urbanas del Cantón Manta, por efecto de Desechos Industriales y Efluentes Cloacales de Complejos habitacionales en los Ríos Burro, Manta y Muerto. Trabajo de Grado, Manta.

Sitios web:

- [5] <http://www.eapam.gov.ec/empresa.php?id=18&gid=2>