



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NAYARIT
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Centro Universitario de la Costa

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

**EVALUACION DE LA CONTAMINACION
BACTERIOLOGICA DEL ESTERO "EL SALADO"
PUERTO VALLARTA, JALISCO,
MÉXICO.**

**TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA
PESQUERA CON ORIENTACIÓN EN IMPACTO AMBIENTAL**

**PRESENTA
Ing. Yolanda González Crespo.**

Bahía de Matanchén Nayarit, Enero de 2007.



OFICIO NO DIR/019/07
FECHA 19/Enero/2007
ASUNTO Solicitud de Autorización
de Examen de Grado

C. ING. ALFREDO GONZALEZ JAUREGUI
DIRECTOR DE SERVICIOS ESCOLARES
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NAYARIT
PRESENTE.

Por medio del presente le comunico a usted que el C. Ing. Yolanda González Crespo, ha presentado a satisfacción de la Comisión de Tesis su trabajo titulado "Evaluación de la Contaminación Bacteriológica del "Estero El Salado", por lo cual le solicito su autorización a efecto de que realice su Examen de Grado correspondiente al Programa Académico Maestría en Ingeniería Pesquera con Especialidad en Impacto Ambiental.

Sin otro en particular y agradeciendo de antemano sus finas atenciones a la presente, me reitero de usted como su atento y seguro servidor.

ATENTAMENTE
POR LO NUESTRO A LO UNIVERSAL.

MTRO. GERONIMO BOQUINQUEZ CHAVEZ
DIRECTOR

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE NAYARIT



ESCUELA NACIONAL DE
INGENIERÍA PESQUERA
DIRECCIÓN

**A MIS PADRES
DELFINA Y JORGE**

**A MI ESPOSO E HIJOS
ALFREDO, EDGAR ALFREDO Y ANDREA MELISSA**

AGRADECIMIENTOS.

A mi director de tesis Dr. Saul Rogelio Guerrero Galván, profesor Investigador del Centro Universitario de la Costa, por su apoyo constante en todas las fases del trabajo.

A los asesores Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus, M. en C. Fabio Cupul Magaña y M. en C. Amilcar Cupul Magaña.

A la Biol. Maria de la Luz Avelarde G, Directora Interina del Área Natural Protegida del Estero "El Salado"(FIDEES) por su valiosa colaboración al permitirme el acceso a la información de los resultados obtenidos de los muestreos realizados por su departamento, y así permitir la realización de este trabajo.

Al Dr. Armando Soltero Macias exRector del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara, por promover el desarrollo de las áreas relacionadas con la acuicultura, pesquerías y biología marina y permitirme el desarrollo en esas áreas.

A todos los que de alguna forma intervinieron para que este trabajo fuera realidad: C.P. Miguel Ochoa a mis compañeras de maestría Rosa María Chávez D. y Elizabeth Reyes Vera M. de O.

Finalmente agradezco a Alfredo Briceño, Edgar y Andrea. Por su apoyo

INDICE

1. INTRODUCCION	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 OBJETIVOS	5
Objetivos Generales	5
Objetivo específico	5
2. AREA DE ESTUDIO	6
2.1 LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	6
2.2 DESCRIPCIÓN DEL AREA	8
3. MATERIALES EQUIPOS Y METODOS	13
3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL	13
4. RESULTADOS	14
5. DISCUSION	76
6. CONCLUSIONES	84
7. RECOMENDACIONES	85
8. BIBLIOGRAFÍA	86
ANEXOS	96
ANEXO 1	97
METODO PARA LA DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES POR EL METODO DEL NUMERO MAS PROBABLE (NMP)	97
DETECCIÓN Y ENUMERACIÓN DE ORGANISMOS COLIFORMES, ORGANISMOS COLIFORMES TERMOTOLERANTES Y <i>Escherichia coli</i> PRESUNTIVA – MÉTODO DE FILTRACIÓN EN MEMBRANA	105
METODO WINKLER PARA LA DETERMINACION DE OXIGENO DISUELTO	131
ANEXO 2 Tablas	137
ANEXO 3 Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996	139
ANEXO 4 Planos del área	140
ANEXO 5 Figuras	142

1. INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

El Estero "El Salado", es una de las pocas zonas que presenta una importante cobertura de manglar (alrededor de 169 hectáreas), dentro de la Bahía de Banderas (Fig 1). Sin embargo, debido ya que se encuentra dentro de la ciudad de Puerto Vallarta, está sujeto a fuertes presiones para incorporarlo al crecimiento de la ciudad, que se da de manera desordenada.

Por la importancia de los ecosistemas de manglar el mundo y México es necesario, antes de proponer el desarrollo de actividades en la zona del estero. Establecer su valor ecológico dentro de la Bahía de Banderas, que se obtendrá mediante el análisis de su hidrología, estructura, defoliación, descomposición y dinámica del detritus del manglar, y los flujos de materiales entre el estero y la Bahía.

A partir del 27 de julio de 2000 con el decreto No. 18431 apareció en el periódico oficial del Estado de Jalisco, El Estero "El Salado" como área natural protegida (ANP) bajo la categoría de Zona de Conservación Ecológica (ZCE). Creándose el Fideicomiso para la protección del Estero de "El Salado" y Desarrollo de las áreas colindantes, (FIDEES) asignándole al Fideicomiso la administración de los recursos financieros del ANP.

El Área Natural Protegida (ANP) se localiza en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco en donde se desarrolla sobre el delta del río Ameca, y forma parte del sistema estuarino de Bahía de Banderas, junto con el estero Boca Negra – Boca de tomates y la laguna El Quelele. El estero El Salado tiene una superficie de 168- 96- 50 hectáreas. El FIDEES ha donado una superficie aproximada de 42 -00 -00 Has, destinada como área de amortiguamiento ubicada entre terrenos que podían desarrollarse y la ZCE Estero El Salado.

La contaminación del ambiente marino se define como: la introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o energía dentro del ambiente marino (incluyendo estuarios) que traen como consecuencia el deterioro de los recursos vivos, riesgos en la salud humana, disminución de actividades marinas recreativas y productivas (pesca), y detrimento de la calidad del agua de mar (Gray et al., 1992).

El asentamiento de grandes urbes de miles o millones de individuos traen consigo, por lo general, el surgimiento de fábricas y plantas procesadoras que plantean el problema de canalizar los desechos domésticos e industriales a zonas en que pueden ser depositados para su tratamiento posterior, ya sea natural o artificial, sin embargo, normalmente estos desechos son vertidos al mar; que incluyen algunos grupos de bacterias se convierten en agentes patógenos (Sañudo-Wilhelmy et al., 1985).

Desgraciadamente en nuestro país, la práctica de verter descargas de aguas residuales en la zona costera va en incremento, lo que tiene como consecuencia un deterioro en la calidad del agua para actividades recreativas, así como problemas de salud pública.

Como ya se mencionó, las aguas descargadas al mar contienen elevadas cantidades de organismos, algunos de los cuales son patógenos (Chaplins et al., 1985; Orozco-Borbón y delgadillo – Hinojosa, 1989), entre ellos las bacterias coliformes, estreptococos, estafilococos, proteus, pseudomonas, salmonella, shigella, virus de hepatitis y de poliomiélitis (Moore et al., 1988). La infección del hombre puede ser directa al practicar la natación, o indirecta al consumir alimentos marinos contaminados. Entre las enfermedades adquiridas por estas vías se encuentran la tifoidea, gastroenteritis, hepatitis y poliomiélitis (Faver, 1985, Rosas et al., 1985).

En México existen solamente 4 especies de manglares que son: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus* (Pernington y Sarukhán, 1969).

De acuerdo a Nuruddin (1987), el ecosistema el manglar provee de hábitat a juveniles de peces y camarones, al permitir su desarrollo en áreas protegidas de depredadores y ricas en alimento. Ciertas especies de pendidos dependen de los manglares durante sus estadios juveniles (Macnae, 1974).

Existe una correlación positiva entre la extensión de los manglares y el volumen de captura de camarón en las aguas adyacentes. Es razonable inferir que la captura pesquera declinará en proporción directa a la destrucción de los manglares y diversas observaciones la apoyan (Khoo, 1976). Laman et al. (1987) consideran que la destrucción de los manglares en el sur de Ecuador

por el desarrollo de la camaronicultura puede ser la causa de la declinación en las poblaciones silvestres de postlarvas de camarón.

Turner (1977) estima una pérdida anual de 767 Kg. de camarón y peces de importancia comercial por cada hectárea de manglar destruido. Burbridge (1982) argumenta que el valor de los manglares como hábitat de apoyo a pesquerías es más importante que cualquier otro uso, incluyendo la maricultura. Existen evidencias convincentes de que los manglares, pastos pantanosos, lagunas costeras y estuarios son un hábitat crítico en el ciclo de vida de la mayoría de las especies de camarón, en particular *Peneus*, durante sus etapas de postlarvas y juvenil. (García y Reste, 1987; Martosubroto y Naamin, 1977, Prahll, 1978, Turner, 1977, Turner, 1986, Staples et al., 1985). Los manglares son importantes para la economía de la región por ser ambientes utilizados por múltiples usuarios y para uso múltiple, generando empleos principalmente relacionados directa e indirectamente con las pesquerías, así como otras actividades (Bailey, 1988).

La Dirección del ANP ha trabajado en el diseño y ejecución de los Programas operativos Anuales (POA's) del 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006, basados en el Plan de Manejo del ANP., en ellos se establecen las acciones para hacer efectiva la conservación y restauración del Área. El Plan de Manejo general tiene los siguientes objetivos de manejo:

- a) Restaurar, rehabilitar, conservar y proteger el estero "El Salado", el cual contiene una comunidad importante de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces, crustáceos e insectos, así como un remanente de manglar, (con tres de seis especies existentes den México NOM-059.ECOL-1994), así como algunos elementos de selva mediana subcaducifolia, bosque espinoso, vegetación acuática y marisma (pastos halófitos), propios de este tipo de ecosistemas costeros.
- b) Proteger el valor escénico, con el objeto de proporcionar y facilitar condiciones y medios para el desarrollo de actividades de educación ambiental, recreación y turismo
- c) Desarrollar investigación y monitoreo básico sobre las condiciones ambientales dinámica del sistema y su área de influencia en forma permanente.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

El Plan de Manejo contempla los programas de Manejo de Recursos Naturales, de Investigación, Monitoreo y Cooperación Científica, de Uso Público y finalmente el de Operaciones. Anexos.

La razón básica de llevar a cabo un análisis bacteriológico del agua es con la finalidad de salvaguardar la salud de la comunidad, a través de pruebas que evidencien la probable contaminación fecal, que es fuente de muchos patógenos (Borrego et al., 1987). Así como de preservar este recurso natural.

1.2 OBJETIVOS

Objetivos Generales

1 Determinar los niveles de contaminación fecal en el agua del estero "El Salado" y sus tendencias en el tiempo y patrones en el espacio.

2 Conocer las variaciones y las relaciones en la composición fisicoquímica y microbiológica del agua entre los años de 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005

Identificar las variaciones entre las estaciones hidrológicas

3 Evaluar el efecto que tuvo la creación del Area Natural Protegida en la contaminación del agua.

Objetivo específico

1 Evaluar los niveles de coliformes totales y fecales como indicadores de contaminación fecal en diferentes localidades del estero "El Salado" durante los años 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005.

2 Determinar en el agua del "El Salado" temperatura, pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, salinidad y nutrientes del agua durante los años 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 y además, buscar una asociación entre las variables.

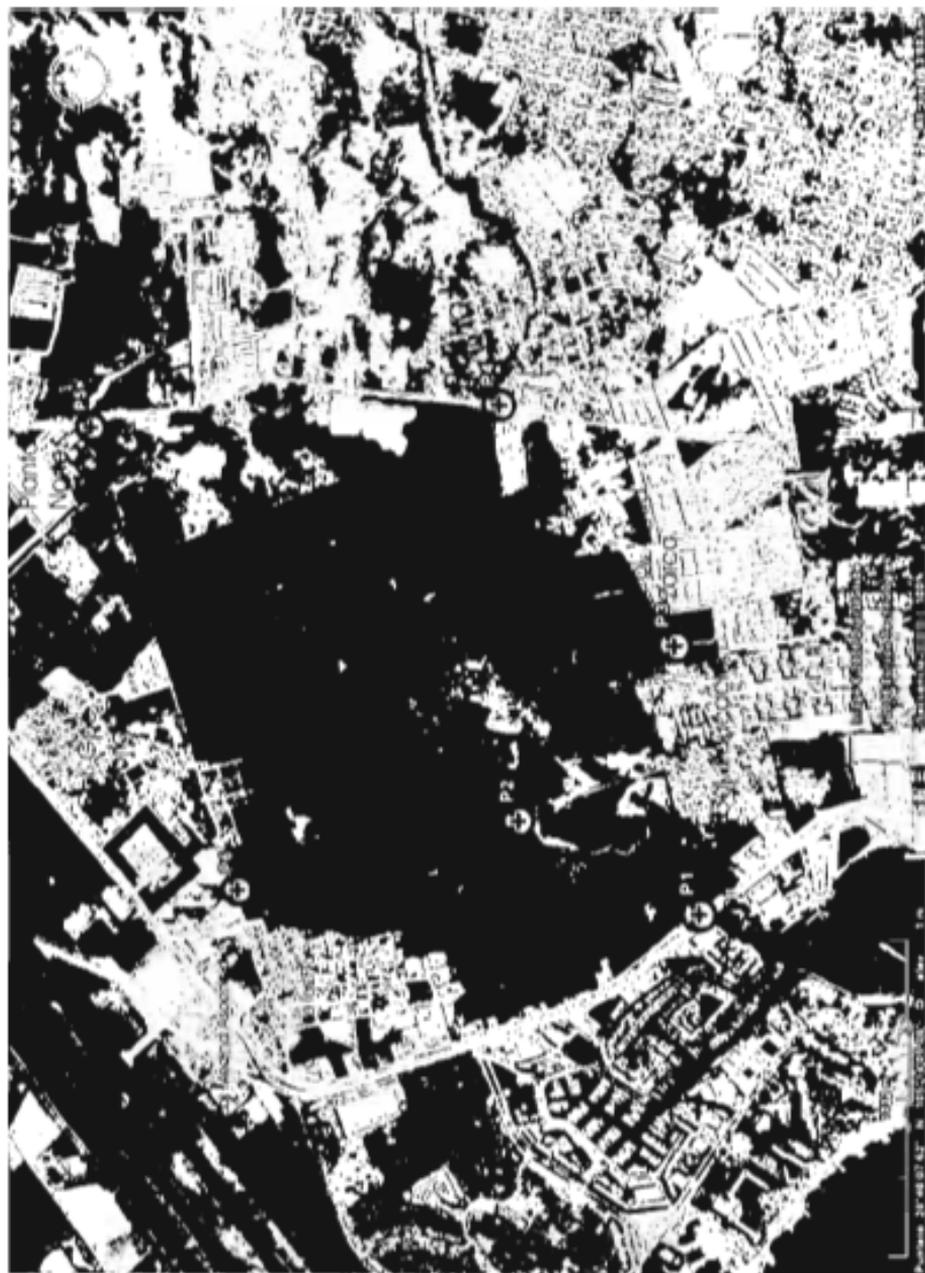
3 Establecer los niveles de contaminación previos y posteriores a la declaratoria de la ANP e identificar patrones y tendencias

2. AREA DE ESTUDIO

2.1 LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Los puntos de muestreo se localizan geográficamente de la siguiente manera:

Punto muestreo	Estación	Ubicación de acuerdo al plan de manejo	Latitud norte	Longitud oeste
P1	Bajo el Puente	Zona de conservación ecológica	20° 39' 40.1"	105° 14' 38.2"
P2	Canal de Restauración	Zona de conservación ecológica	20° 39' 42.4"	105° 14' 36.2"
P3	Arroyo Contentillo	Terrenos del gobierno del estado.	20° 39' 44"	105° 14' 06.2"
P4	Rastro	Zona de uso público área 2 y 3.	20° 40' 3.9"	105° 13' 36.0"
P5	Mejoneiras	Terrenos del gobierno del estado.	20° 40' 56.2"	105° 13' 35.8"
P6	Afluente Villar	Zona de conservación ecológica.	20° 40' 36.4"	105° 14' 38.2"



2.2 DESCRIPCION DEL AREA

El estero "El Salado" se localiza sobre la planicie costera del Pacífico en el punto de unión entre dos zonas de contacto: la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del Sur, en lo que se denomina Bahía de Banderas. Geográficamente se localiza entre los paralelos 20° 39' 21" y 20° 41' 37" de latitud norte y 105° 13' 34" y 105° 15' 51" de longitud oeste.

Geológicamente, la porción norte de la bahía presenta diferente tipo estructural de roca e historia tectónica, que la parte sur. La región consiste de un basamento de mármol y capas de meta-areniscas carbonatadas intruidas por una tonalita del Cretácico superior. Sobre yacente al basamento, se encuentra una secuencia de conglomerados de clastos graníticos y capas de arenisca sobreyacidas por un pórfido volcánico silíceo y tobas soldadas, que son posiblemente del Mioceno temprano o medio. La terraza ha sido intruida por un gabro del Mioceno medio tardío y diques subparalelos de basalto. Un basalto del Mioceno tardío erupcionó sobre la superficie y cubrió la mayoría del área y localmente erupcionaron brechas volcánicas silíceas y tobas soldadas. La parte oeste del área de la terraza se sumergió en el Mioceno tardío. Los sedimentos cuaternarios consisten de depósitos de fanglomerados y terrazas marinas que demuestran un levantamiento reciente. Las rocas del sur de la bahía consisten de un gneiss feldespático de biotita de grano grueso, esquistos y filitas intruidas por plutones del Cretácico superior, variando en composición, desde tonalita a granito. Un ensamblaje de rocas sedimentarias piroclásticas del Cretácico superior se encuentran depositados sobre los plutones (Jensky, 1975-80).

Con lo que respecta a la zona del estero "El Salado", está constituido de material de origen fluvial de composición mineralógica diversa (Anónimo, 1994), aquí los materiales geológicos, conformados por arenas finas y muy finas de tipo de cuarzo mezclado con arcillas montmorilloníticas y caoliniticas. El sustrato corresponde a dos unidades edafológica. La primera se presenta en canal del estero y zona de manglar, siendo del tipo Solanchack geyico (Zg), el cual posee altos contenidos de sodio (al menos en algunas de sus capas) por lo que no son aptos para la agricultura. El sustrato gleyico tiene una capa prácticamente saturada de agua estacional o permanente, normalmente no permite el crecimiento de raíces (excepto manglar), su saturación es menor al 15%. La segunda unidad edafológica, se presenta en las áreas marginales al manglar, que corresponde a Feozem háplico (Hh) como suelo predominante,

cuyo horizonte es una capa superficial blanda de color oscuro rica en materia orgánica y nutrientes. Además, se identifica al Fluviosol éutrico (Je) como suelo secundario, que presenta la característica de provenir de un material aluvial reciente con una fertilidad variable, textura limosa con retención de agua y nutrientes, drenaje interno eficiente y de fácil manejo.

Topográficamente la planicie aluvial del delta presenta un relieve plano, caracterizada por un micro relieve ondulado con pendientes <3% cuya pendiente general es menor del 2%, con altura máxima 100 msnm y mínima de 5 msnm, en la desembocadura del estero.

Hidrológicamente el estero "El Salado" se encuentra en la región Ameca, que se localiza en la zona centro noroeste del estado de Jalisco y ocupa una extensión de 8,884.52 km². El 80% de superficie de la cuenca del estero es de escurrimientos perennes e intermitentes, mientras que el 20% restante es de áreas inundables. El estero está considerado como una de las 17 cuencas de drenaje del Municipio de Puerto Vallarta, con lo que acarrea cantidades significativas de sedimento que posteriormente conformará parte de las playas arenosas de diversos hoteles de la bahía; además, se considera, junto con las de los ríos Mascota, Pitillal y la vena de Santa María, como una de las zonas con mayor incidencia de pozos de agua subterránea. Se han detectado 13 norias en el área de "El Salado" (Delgadillo y Montes, 1994). La microcuenca del estero "El Salado" se le denomina de los arroyos San Nicolás y de la Trompeta y se localiza dentro de la región Hidrológica 13 Huicila, Subcuenca Arroyo Santo Domingo tiene una superficie de cuenca 3,423 hectáreas y el volumen medio de escorrentia es de 17,865.59 miles de m³. La red de drenaje presenta un modelo subdendrítrico y contiene 21 corrientes efimera de primer y segundo orden. Las corrientes principales son el arrollo de San Nicolás y la Trompeta que en la porción de la cuenca son intermitentes y aguas abajo afloran algunos como corrientes perennes y se reconocen arroyos productos de la erosión hídrica, estos no están integrados a la red de drenaje de la cuenca, es decir, no confluyen hacia un receptor principal ya que todas las corrientes de esta microcuenca se pierden infiltrándose en el piso del valle. Posee un canal principal de 2 Km. de largo por 20 m de ancho promedio y una profundidad aproximada de 2 msnm. La profundidad media del cuerpo de agua en marea baja es de 3.4 m y en marea alta es de 5.7 m oscilando en función de la época del año. Las mareas se presentan tres a cuatro veces cada 24 h, registrando las más bajas en enero y febrero y las más altas en septiembre y octubre (Delgadillo y Montes, 1994).

La cuenca cuenta con 35 Km de corrientes por lo que tenemos una densidad de drenaje de $Dd=1.02$ considerada como alta ya que tiene más de 1 Km de cauce por Km^2 , además cuenta con 21 cauces con una densidad de corrientes de 1.63 por Km^2 .

El clima de la cuenca de drenaje del estero "El Salado" es del tipo semicálido subhúmedo con lluvias de verano. En esta categoría, el subtipo climático para la cuenca donde se ubica el estero varía del $AW_1(w)$ a $AW_2(w)$. La temperatura y precipitación pluvial promedio anual oscilan entre los $26^{\circ}C$ a $28^{\circ}C$ y 930.8 mm a 1,668.0 mm, respectivamente.

La vegetación del lugar está caracterizada principalmente por 3 de las 4 especies de mangle que ocurren en el país, estas son: el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), localizado entre los 0.40 hasta los 0.9870 msnm, el mangle negro (*Avicenia germinans*), de 1.0770 a los 1.1070 msnm y el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), de 0.9870 hasta 1.0770 msnm.

El estero "El Salado" es un estero urbano, ya que está rodeado completamente por la mancha urbana de la ciudad de Puerto Vallarta, al norte colinda con la Colonia Guadalupe Victoria, Mojoneras y el aeropuerto Internacional Adolfo López Mateos; al oeste está delimitado la Carretera Federal No. 200, que dentro del área urbana dentro de Puerto Vallarta se denomina Av. Francisco Medina Ascencio y la Colonia Villa Las Flores; al sur colinda con una boca permanente que fue modificada durante los años sesenta y ochenta para la conformación de la dársena portuaria y la marina de yates, las colonias Educación y Agua Zarca; al este con la Av. México, en su extremo noreste se encuentra la planta de Tratamiento de aguas negras "Norte I" de la ciudad de Puerto Vallarta. El estero desemboca en la Dársena del Puerto de Vallarta (Foto 3).

Foto 2. Vista Aérea del Estero "El Salado"



Foto 3. Boca Estero "El Salado"



3. MATERIALES EQUIPOS Y METODOS

3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Con el fin de determinar la variación de las características microbiológicas y de las variables fisicoquímicas del estero en las escalas temporales, espacial, el trabajo de campo se dividió en varias actividades: (a) variaciones temporales de las diferentes propiedades fisicoquímicas del agua, y de coliformes totales y fecales y (b) variaciones espaciales de las variables mencionadas.

Los métodos analíticos usados en el presente trabajo se encuentran descritos en el anexo 1 y son:

3.1.1 Método para la determinación de Coliformes totales y Fecales por el número más probable.

3.1.2 Método para la determinación de Coliformes Totales y Fecales por filtración en membrana.

3.1.3 Método Winkler para la determinación de oxígeno disuelto

4. RESULTADOS

Tabla y Gráfica I. Coliformes Totales y Fecales, Bajo el Puente P1 Estero "El Salado" Año 2005.

Estación	Día Juliano	Fecha	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Fecales UFC/100 mL	mareas
Secas	17	18/01/05	1480	1320	Reflujo
Secas	45	15/02/05	1100	200	Flujo
Secas	73	15/03/05	500	300	Flujo
Secas	108	19/04/05	600	400	Reflujo
Secas	136	17/05/05	100	88	Reflujo
Lluvias	172	22/06/05	300	100	Flujo
Lluvias	199	19/07/05	3150	1830	Reflujo
Lluvias	228	17/08/05	18900	12300	Reflujo
Lluvias	262	20/09/05	9000	3000	Flujo
Lluvias	290	18/10/05	1000	600	Reflujo
Secas	325	22/11/05	300	200	Flujo
Secas	347	14/12/05	1200	600	Flujo

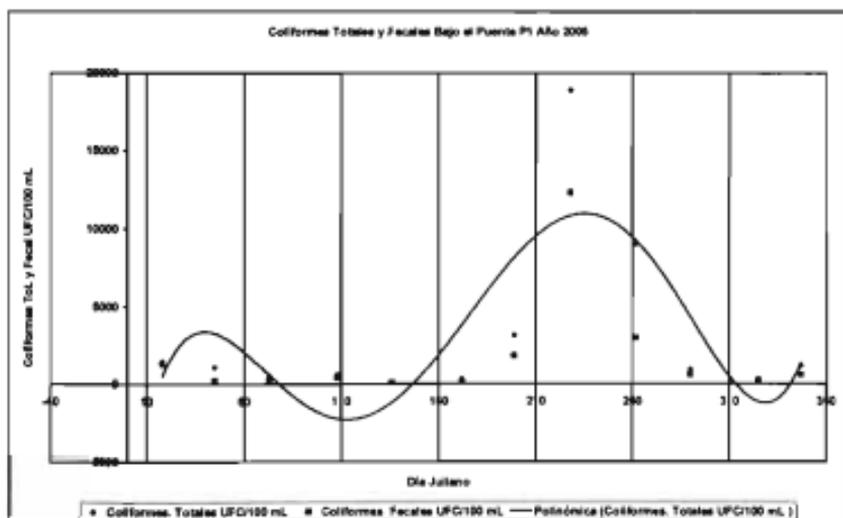


Tabla y Gráfica 2. Coliformes Totales y Fecales, Bajo el Puente P1 Estero "El Salado" Año 2004

Estación	Día Juliano	Fecha	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Fecales UFC/100 mL	Mareas
secas	343	13/12/2004	N.R.	560	Flujo
secas	320	16/11/2004	N.R.	8200	Flujo
lluvias	292	19/10/2004	N.R.	1200	Flujo
lluvias	229	21/09/2004	N.R.	incont.	Flujo
lluvias	201	17/08/2004	24000	11000	Flujo
lluvias	193	20/07/2004	8000	5300	Flujo
Lluvias	259	15/06/2004	930	N.R.	Reflujo
secas	138	18/05/2004	210	130	Flujo
secas	110	20/04/2004	N.R.	640	Flujo
Secas	75	26/03/2004	N.R.	640	Reflujo
Secas	48	18/02/2004	N.R.	950	Reflujo
Secas	21	22/01/2004	N.R.	210	Reflujo

N.R. = No reportado

Incont. = Incontables

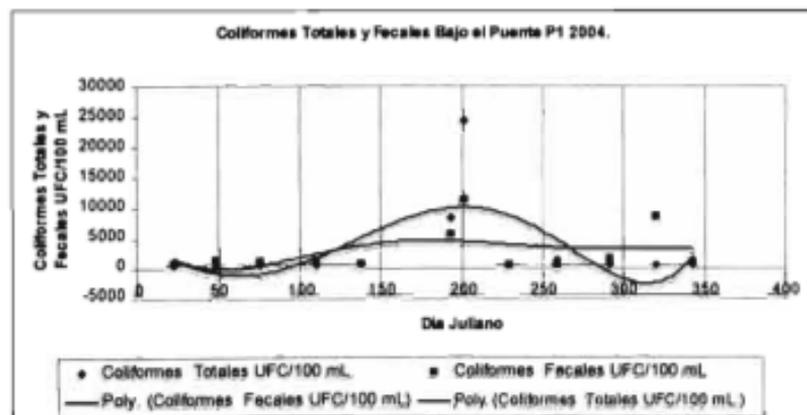


Tabla 3. Coliformes Totales y Fecales, Bajo el Puente Estero P1 "El Salado" Años 2004 y 2005

Estación	Día Juliano	Fecha	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Fecales UFC/100 mL	Mareas
Secas	347	13/12/04	N.R.	580	Flujo
Secas	320	16/11/04	N.R.	3500	Flujo
Lluvias	292	19/10/04	N.R.	1200	Flujo
Lluvias	264	21/09/04	N.R.	Incont	Flujo
Lluvias	229	17/08/04	24000	11000	Flujo
Lluvias	207	20/07/04	8000	5300	Flujo
Lluvias	166	15/06/04	930	N.R.	Reflujo
Secas	138	18/05/04	210	130	Flujo
Secas	109	20/04/04	N.R.	640	Flujo
Secas	75	26/03/04	N.R.	640	Reflujo
Secas	48	18/02/04	N.R.	950	Reflujo
Secas	21	22/01/04	N.R.	210	Reflujo
Secas	17	18/01/05	1480	1320	Reflujo
Secas	45	15/02/05	1100	200	Flujo
Secas	73	15/03/05	500	300	Flujo
Secas	108	19/04/05	600	400	Reflujo
Secas	136	17/05/05	100	86	Reflujo
Lluvias	172	22/06/05	300	100	Flujo
Lluvias	199	19/07/05	3150	1830	Reflujo
Lluvias	228	17/08/05	18900	12300	Reflujo
Lluvias	262	20/08/05	9000	3000	Flujo
Lluvias	290	18/10/05	1000	600	Reflujo
Secas	325	22/11/05	300	200	Flujo
Secas	347	14/12/05	1200	600	Flujo

N.R. = No reportado

Incont. = Incontables

Gráfica 3. Coliformes Totales y Fecales, Bajo el Puente Estero P1 "El Salado" Años 2004 y 2005

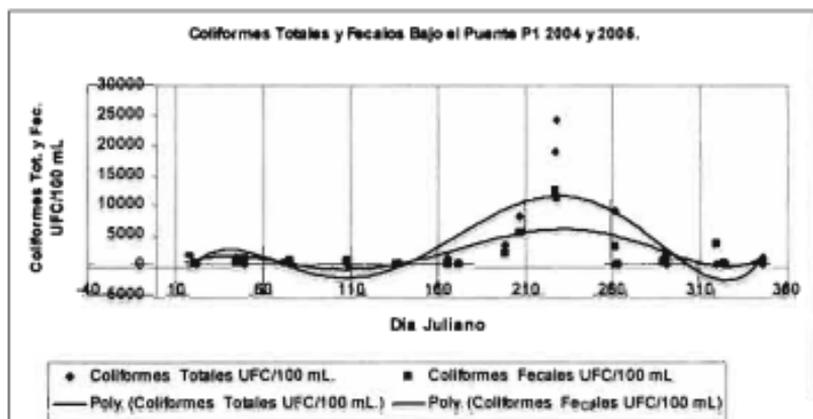


Tabla y Gráfica 4. Coliformes Totales y Fecales P1 Bajo el Puente Años 2003, 2002 y 2000

Estación	Juliano	Fecha	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Fecales UFC/100 mL	Mareas
Secas	14	15/01/03	120	80	Reflujo
Secas	42	12/02/03	1200	500	Reflujo
Secas	83	25/03/03	0	0	Flujo
Secas	110	21/04/03	2	1	Flujo
Secas	134	15/05/03	230	220	Flujo
Lluvias	166	16/06/03	1000	300	Flujo
Lluvias	208	28/07/03	1900	1200	Flujo
Lluvias	259	17/09/03	4100	3700	Flujo
Lluvias	294	22/10/03	910	840	Reflujo
Secas	321	18/11/03	1800	1500	Reflujo
Secas	350	17/12/03	7000	500	Reflujo
Secas	336	03/12/02	500	200	Flujo
Secas	315	12/11/02	N.R.	N.R.	Reflujo
Secas	286	14/10/02	3000	2400	Reflujo
Lluvias	260	18/09/02	2000	1700	Reflujo
Lluvias	237	26/08/02	7000	5500	Flujo
Lluvias	289	16/10/00	100000	76000	Flujo
Lluvias	296	23/10/00	7000	6250	Reflujo
Lluvias	297	24/10/00	25000	12000	Reflujo
Lluvias	298	25/10/00	12000	11100	Reflujo
Lluvias	249	06/09/00	33600	32500	Flujo

N.R. = No reportado

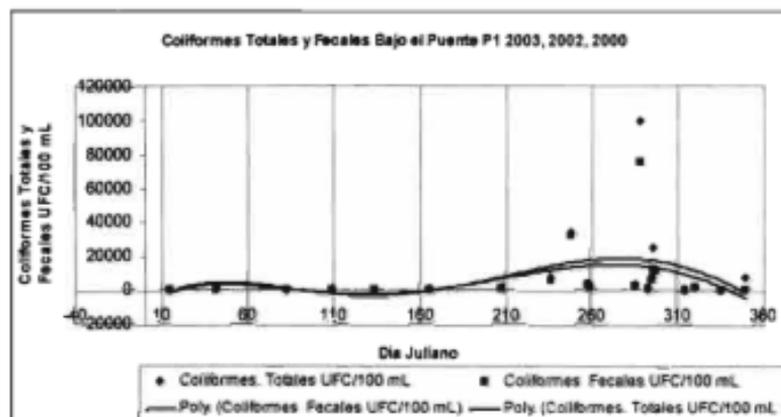


Tabla y Gráfica 5. Coliformes Totales y Fecales, Bajo el Puente P1 Estero "El Salado" Año 2000.

Estación	Juliano	Fecha	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Fecales UFC/100 mL	Mareas
Lluvias	289	16/10/00	100000	76000	Flujo
Lluvias	296	23/10/00	7000	6250	Reflujo
Lluvias	297	24/10/00	25000	12000	Reflujo
Lluvias	298	25/10/00	12000	11100	Reflujo
Lluvias	249	06/09/00	33600	32500	Flujo

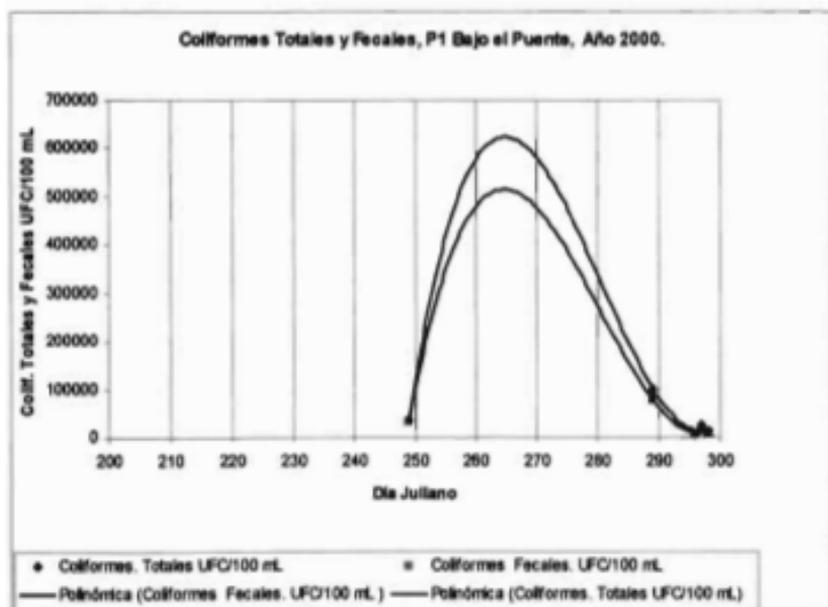


Tabla 6. Coliformes Totales y Fecales, Bajo el Puente P1 Estero "El Salado" Año 1998 (secas)

Estación	Juliano	Fecha	Coliformes Totales. UFC/100 mL	Coliformes Fecales UFC/100 mL	Mareas
Secas	27	28-01-98	380,000	380,000	Reflujo
Secas	27	28-01-98	260,000	200,000	Flujo
Secas	27	28-01-98	440,000	240,000	Flujo
Secas	27	28-01-98	240,000	140,000	Reflujo
Secas	28	29-01-98	180,000	120,000	Flujo
Secas	28	29-01-98	180,000	120,000	Flujo
Secas	28	29-01-98	750,000	240,000	Flujo
Secas	33	03-02-98	240,000	150,000	Reflujo
Secas	33	03-02-98	750,000	300,000	Reflujo
Secas	33	03-02-98	240,000	240,000	Flujo
Secas	33	03-02-98	240,000	240,000	Flujo
Secas	34	04-02-98	150,000	75,000	Flujo
Secas	34	04-02-98	150,000	150,000	Reflujo
Secas	34	04-02-98	210,000	150,000	Reflujo

Tabla No. 6 (continuación) Coliformes Totales y Fecales, Bajo el Puente P1 Estero "El Salado" Año 1998 (Lluvias)

Estación	Juliano	Fecha	Coliformes Totales. UFC/100 mL	Coliformes Fecales UFC/100 mL	Mareas
Lluvias	151	01-06-98	1'100,000	750,000	Reflujo
Lluvias	151	01-06-98	240,000	200,000	Flujo
Lluvias	151	01-06-98	240,000	240,000	Flujo
Lluvias	151	01-06-98	1600,000	275,000	Reflujo
Lluvias	152	02-06-98	1600,000	240,000	Reflujo
Lluvias	152	02-06-98	150,000	140,000	Reflujo
Lluvias	152	02-06-98	200,000	150,000	Reflujo
Lluvias	159	09-06-98	240,000	150,000	Reflujo
Lluvias	159	09-06-98	260,000	240,000	Reflujo
Lluvias	159	09-06-98	210,000	200,000	Flujo
Lluvias	159	09-06-98	750,000	150,000	Flujo
Lluvias	160	10-06-98	260,000	200,000	Reflujo
Lluvias	160	10-06-98	1'500,000	450,000	Reflujo
Lluvias	160	10-06-98	540,000	440,000	Reflujo
Lluvias	182	02-07-98	200,000	160,000	Flujo
Lluvias	182	02-07-98	220,000	180,000	Flujo
Lluvias	182	02-07-98	210,000	200,000	Reflujo
Lluvias	182	02-07-98	750,000	550,000	Reflujo
Lluvias	183	03-07-98	240,000	220,000	Flujo
Lluvias	183	03-07-98	175,000	160,000	Flujo
Lluvias	183	03-07-98	260,000	200,000	Reflujo
Lluvias	190	10-07-98	120,000	100,000	Flujo
Lluvias	190	10-07-98	90,000	90,000	Flujo
Lluvias	190	10-07-98	140,000	120,000	Flujo
Lluvias	190	10-07-98	175,000	150,000	Reflujo
Lluvias	191	11-07-98	220,000	180,000	Reflujo
Lluvias	191	11-07-98	180,000	160,000	Reflujo
Lluvias	191	11-07-98	175,000	120,000	Flujo
Lluvias	277	05-10-98	220,000	200,000	Reflujo
Lluvias	277	05-10-98	240,000	220,000	Reflujo
Lluvias	277	05-10-98	280,000	180,000	Flujo
Lluvias	277	05-10-98	620,000	550,000	Reflujo
Lluvias	278	06-10-98	320,000	250,000	Flujo
Lluvias	278	06-10-98	260,000	120,000	Flujo
Lluvias	278	06-10-98	240,000	180,000	Reflujo
Lluvias	285	13-10-98	160,000	140,000	Flujo
Lluvias	285	13-10-98	340,000	320,000	Reflujo
Lluvias	285	13-10-98	240,000	180,000	Reflujo
Lluvias	285	13-10-98	250,000	200,000	Reflujo
Lluvias	286	14-10-98	300,000	280,000	Reflujo
Lluvias	286	14-10-98	220,000	200,000	Flujo
Lluvias	286	14-10-98	270,000	200,000	Flujo

Gráfica 6. Coliformes Totales y Fecales, Bajo el Puente P1 Estero "El Salado" Año 1998

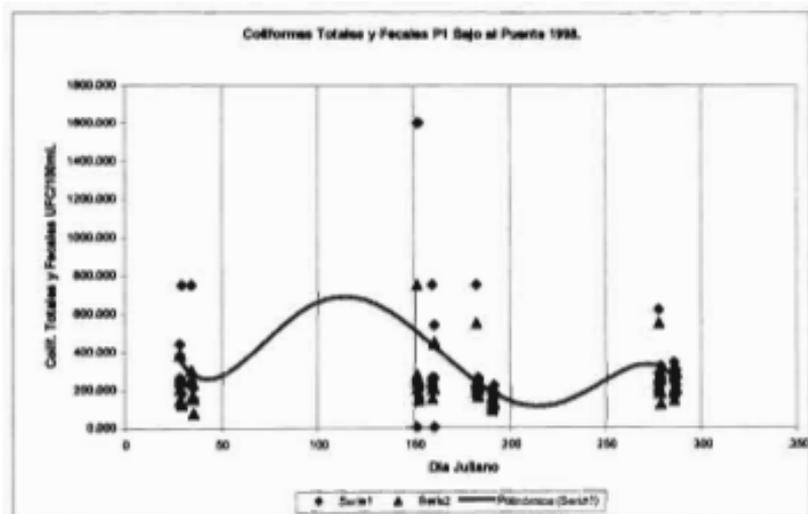


Tabla y Gráfica 7. Coliformes Totales y Fecales, Canal de Restauración P2 Años 2003, 2002 y 2000.

Estación	Juliano	Fecha	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Fecales UFC/100 mL
Secas	350	17-12-03	1090	900
Secas	321	18-11-03	200	1700
Lluvias	294	22-10-03	1300	1000
Lluvias	259	17-09-03	2500	1600
Lluvias	208	28-07-03	3100	2700
Lluvias	166	16-06-03	300	100
Secas	134	15-05-03	580	575
Secas	110	21-04-03	250	230
Secas	42	12-02-03	8000	6000
Secas	14	15-01-03	340	160
Secas	336	03-12-02	400	100
Secas	315	12-11-02	6500	2500
Lluvias	286	14-10-02	1320	1250
Lluvias	260	18-09-02	1600	1300
Lluvias	237	26-08-02	5000	4000
Lluvias	289	16-10-00	2500	1800
Lluvias	249	06-09-00	1300	1100

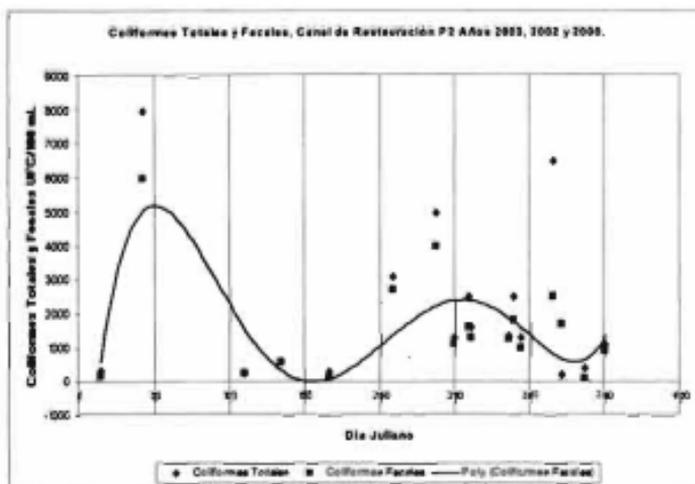


Tabla y Gráfica 8. Coliformes Totales y Fecales en el Canal de Restauración P2 Año 1998.

Estación	Juliano	Fecha	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Fecales UFC/100 mL
Lluvias	286	14-10-98	620000	450000
Lluvias	278	06-10-98	840000	720000
Lluvias	191	11-07-98	420000	360000
Lluvias	183	03-07-98	620000	620000
Lluvias	160	10-06-98	1'100.000	840000
Lluvias	152	02-06-98	2400000	2400000
Secas	35	04-02-98	460000	460000
Secas	28	29-01-98	560000	460000

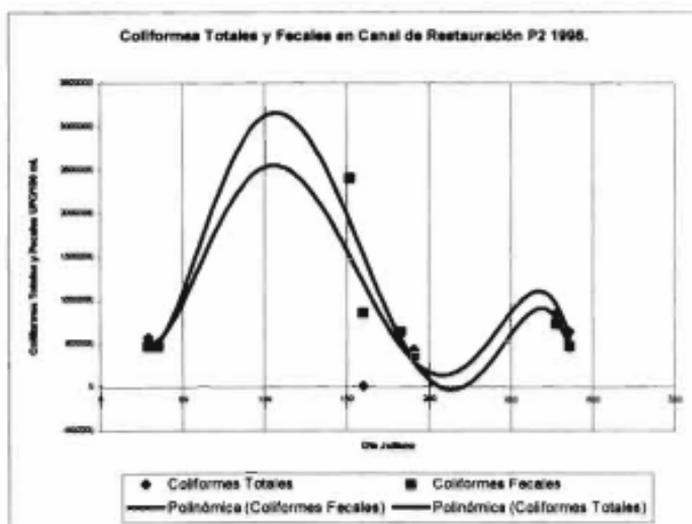


Tabla y Gráfica 9. Coliformes Totales y Fecales, El Contentillo P3, Años 2004,2003, 2002 y 2000.

Estación	Juliano	Fecha	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Fecales UFC/100 mL
Secas	48	18-02-04	N.R.	1400
Secas	21	22-01-04	N.R.	300
Secas	350	17-12-03	800	690
Secas	321	18-11-03	1300	1000
Lluvias	294	22-10-03	1000	970
Lluvias	260	17-09-03	3000	2300
Lluvias	208	28-07-03	2700	2600
Lluvias	166	16-06-03	600	400
Secas	336	03-12-02	800	300
Secas	315	12-11-02	1000	200
Secas	286	14-10-02	14000	12000
Secas	260	18-09-02	1800	1500
Secas	237	26-08-02	3450	1500
Secas	289	16-10-00	200	100
Secas	249	06-09-00	10000	9000

N.R. No reportado.

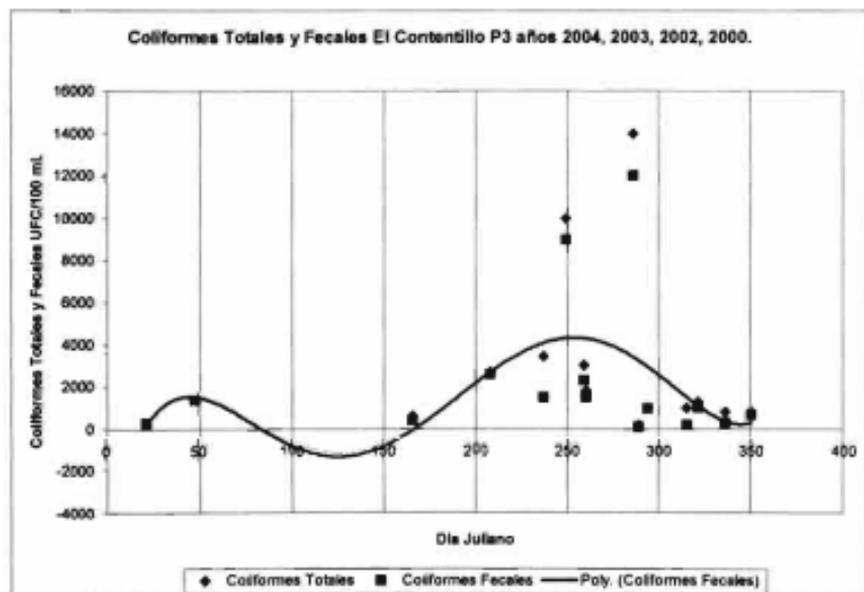


Tabla y Gráfica 10. Coliformes Totales y Fecales, El Contentillo P3, Años 2005 y 2004

Estación	Juliano	Fecha	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
Lluvias	262	20-09-05	21500	17600
Lluvias	228	17-08-05	12900	7500
Lluvias	292	19-10-04	N.R.	9200
Lluvias	264	21-09-04	N.R.	16800
Lluvias	229	17-08-04	24000	4600
Lluvias	201	20-07-04	970	820

N.R. = No Reportado.

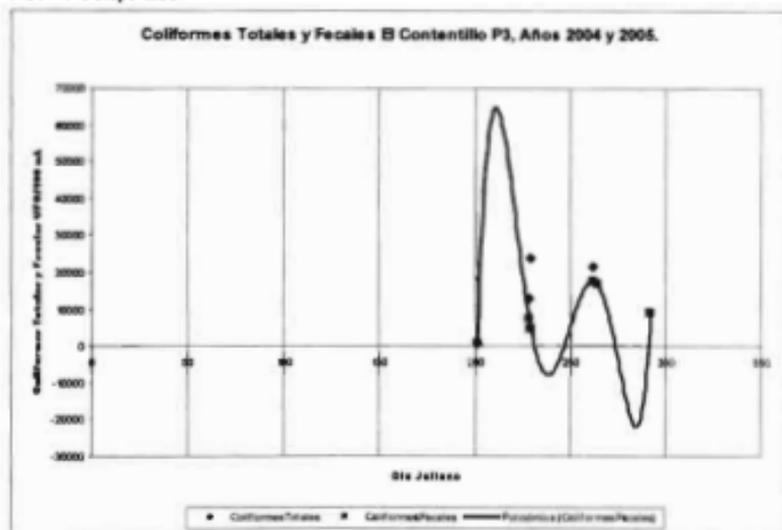


Tabla y Gráfica 11. Coliformes Totales y Fecales, Rastro P4, Años 2005, 2004, 2003, 2002 y 2000.

Estación	Juliano	Fecha	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Fecales UFC/100 mL
Secas	347	14-12-05	600	400
Secas	325	22-11-05	8000	200
Lluvias	290	18-10-05	9000	5100
Lluvias	262	20-09-05	93,700	51000
Lluvias	228	17-08-05	6400	4200
Lluvias	172	22-06-05	2300	800
Secas	136	17-05-05	12000	11000
Secas	108	19-04-05	24,000	22000
Secas	73	15-03-05	15300	12800
Secas	45	15-02-05	5100	4800
Secas	17	18-01-05	5000	3000
Secas	343	13-12-04	N.R.	36000
Secas	320	16-11-04	N.R.	3500
Lluvias	292	19-10-04	N.R.	24000
Lluvias	264	21-09-04	N.R.	11000
Lluvias	229	17-08-04	24000	2100
Lluvias	201	20-07-04	750	600
Secas	138	18-05-04	2400	780
Secas	110	20-04-04	N.R.	930
Secas	75	16-03-04	N.R.	930
Secas	49	18-02-04	N.R.	1030
Secas	21	22-01-04	N.R.	940
Secas	350	17-12-03	1300	1100
Secas	321	18-11-03	1900	1650
Lluvias	294	22-10-03	1200	1100
Lluvias	259	17-09-03	5200	4200
Lluvias	208	28-07-03	4300	2700
Lluvias	166	16-06-03	4000	1000
Secas	134	15-05-03	385	370
Secas	110	21-04-03	80	75
Secas	83	25-03-03	17	14
Secas	42	12-02-03	3000	1200
Secas	14	15-01-03	200	175
Secas	336	03-12-02	600	200
Secas	315	12-11-02	300	0
Lluvias	286	14-10-02	3000	2000
Lluvias	260	18-09-02	1400	1200
Lluvias	237	28-08-02	10000	7500
Lluvias	289	16-10-00	6000	4000
Lluvias	249	06-09-00	16500	15800

N.R. = No reportado

Gráfica 11. Coliformes Totales y Fecales, Rastro P4, Años 2005, 2004, 2003, 2002 y 2000.

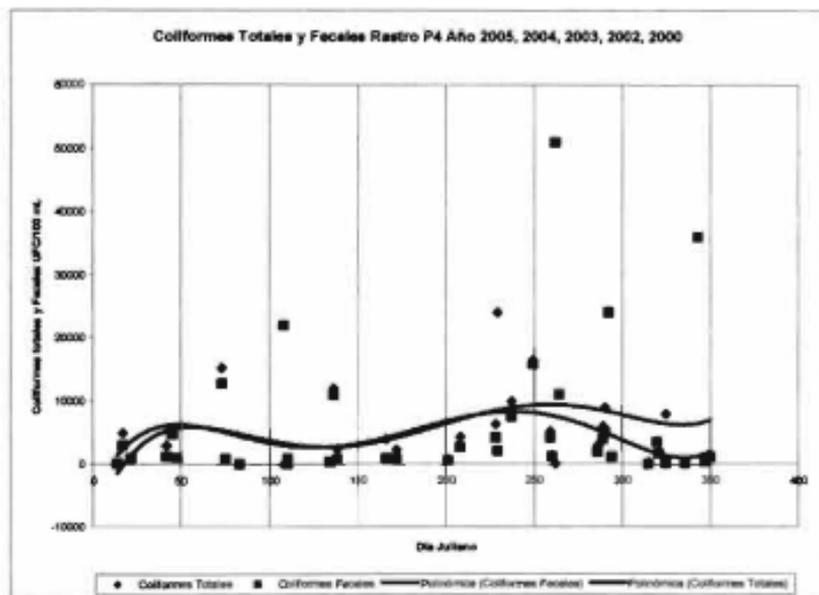


Tabla y Gráfica 12. Coliformes Totales y Fecales, Rastro P4, Años 2003, 2002 y 2000.

Estación	Juliano	Fecha	Coliformes Totales UFC/100 ml	Coliformes Fecales UFC/100 ml
Secas	350	17-12-03	1300	1100
Secas	321	18-11-03	1900	1650
Lluvias	294	22-10-03	1200	1100
Lluvias	259	17-09-03	5200	4200
Lluvias	208	28-07-03	4300	2700
Lluvias	166	18-06-03	4000	1000
Secas	134	15-05-03	385	370
Secas	110	21-04-03	80	75
Secas	83	25-03-03	17	14
Secas	42	12-02-03	3000	1200
Secas	14	15-01-03	200	175
Secas	336	03-12-02	600	200
Secas	315	12-11-02	300	0
Lluvias	286	14-10-02	3000	2000
Lluvias	260	18-09-02	1400	1200
Lluvias	237	26-08-02	10000	7500
Lluvias	289	16-10-00	6000	4000
Lluvias	249	08-09-00	16500	15800

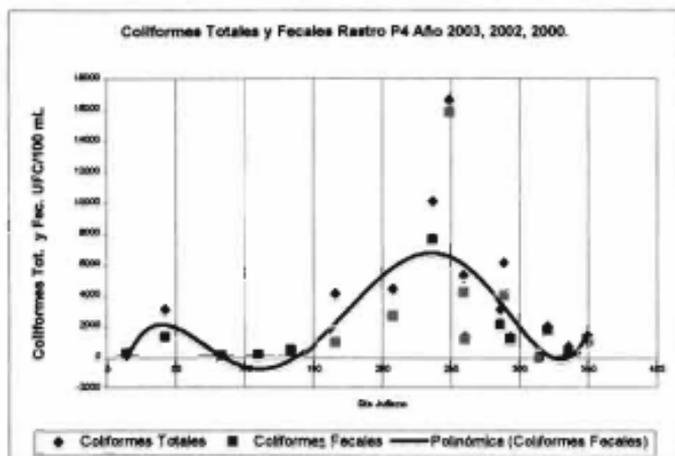


Tabla y Gráfica 13. Coliformes Totales y Fecales, Mojoneras P5, Año 2003.

Estación	Juliano	Fecha	Coliformes Totales UFC/100 ml	Coliformes Fecales UFC/100 ml
Secas	321	18-11-03	1550	1100
Lluvias	294	22-10-03	1800	1610
Lluvias	259	17-09-03	3300	2500
Lluvias	208	28-07-03	2800	1100
Secas	42	12-02-03	7000	4200
Secas	14	15-01-03	1800	1520

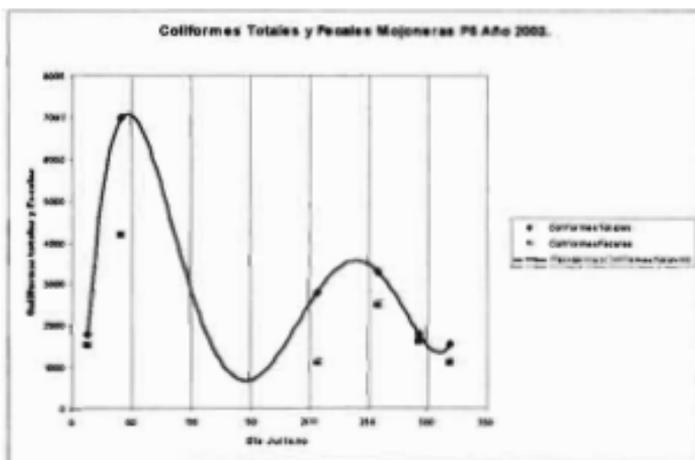


Tabla y Gráfica 14. Coliformes Totales, Afluente Villar, Años 2005 y 2004.

Estación	Juliano	Fecha	Coliformes Fecales (UFC/100 mL)
Lluvias	262	20-09-05	1600
Lluvias	228	17-08-05	1400
Lluvias	199	19-07-05	5040
Secas	320	16-11-04	1800
Lluvias	264	21-09-04	3500
Lluvias	229	17-08-04	2400
Lluvias	201	20-07-04	6400
Secas	21	22-01-04	520

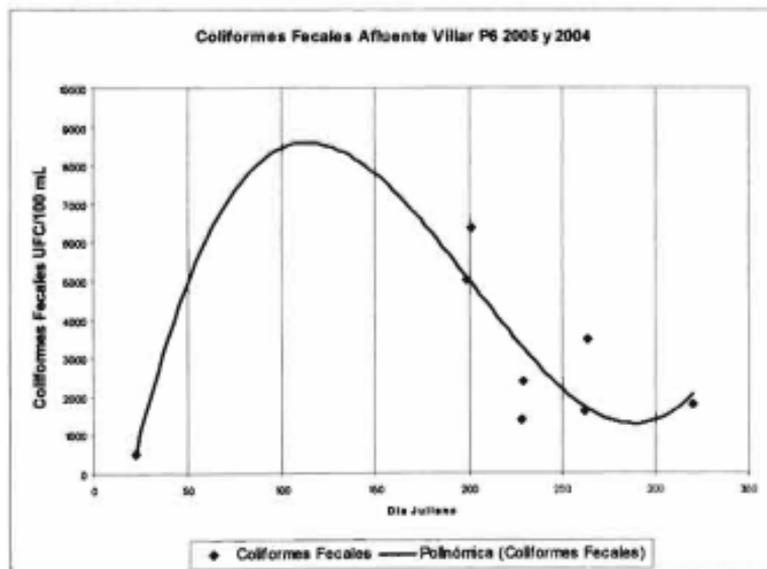


Tabla y Gráfica 15. Coliformes Totales y Fecales, Afluente Villar, Años 2002 y 2000.

Estación	Juliano	Fecha	Coliformes Totales (UFC/100 mL)	Coliformes Fecales (UFC/100 mL)
Secas	336	03-12-02	2000	400
Lluvias	286	14-10-02	10000	7800
Lluvias	260	18-09-02	120000	110000
Lluvias	237	26-08-02	3000	1600
Lluvias	289	16-10-00	10000	4600
Lluvias	249	06-09-00	37200	35700

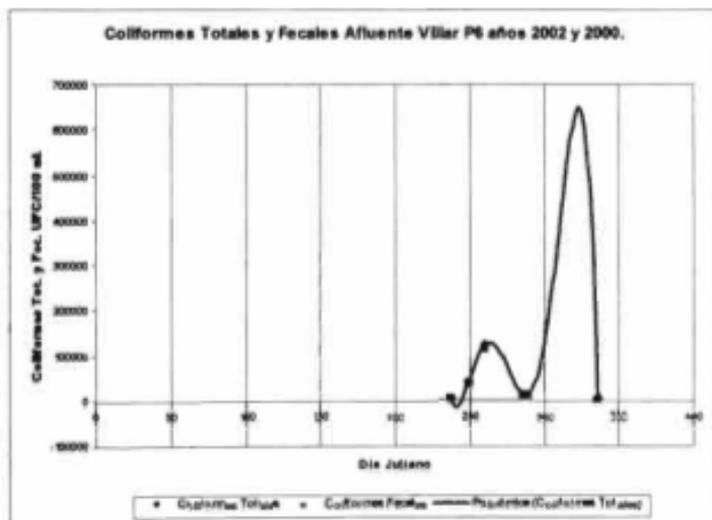


Tabla 16. Salinidad Bajo el Puente, Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998

Estación	Juliano	Fecha	Salinidad
Secas	27	28-01-98	34
Secas	27	28-01-98	33,5
Secas	27	28-01-98	34
Secas	27	28-01-98	33
Secas	28	29-01-98	34
Secas	28	29-01-98	35
Secas	28	29-01-98	35
Secas	33	03-02-98	33
Secas	33	03-02-98	31
Secas	33	03-02-98	32
Secas	33	03-02-98	32
Secas	34	04-02-98	31
Secas	34	04-02-98	30
Secas	34	04-02-98	31
Lluvias	151	01-06-98	36
Lluvias	151	01-06-98	35
Lluvias	151	01-06-98	35
Lluvias	151	01-06-98	35
Lluvias	152	02-06-98	35
Lluvias	152	02-06-98	35
Lluvias	152	02-06-98	35
Lluvias	152	02-06-98	35
Lluvias	159	09-06-98	35
Lluvias	159	09-06-98	35
Lluvias	159	09-06-98	34
Lluvias	159	09-06-98	35
Lluvias	160	10-06-98	35
Lluvias	160	10-06-98	35
Lluvias	160	10-06-98	35
Lluvias	160	10-06-98	35
Lluvias	182	02-07-98	35
Lluvias	182	02-07-98	34
Lluvias	182	02-07-98	34
Lluvias	182	02-07-98	35
Lluvias	183	03-07-98	35
Lluvias	183	03-07-98	35
Lluvias	183	03-07-98	35
Lluvias	183	03-07-98	35
Lluvias	190	10-07-98	38
Lluvias	190	10-07-98	35
Lluvias	190	10-07-98	35
Lluvias	190	10-07-98	37
Lluvias	191	11-07-98	35
Lluvias	191	11-07-98	35

Tabla 16 (continuación). Salinidad Bajo el Puente, Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998

Estación	Juliano	Fecha	Salinidad
Lluvias	191	11-07-98	38
Lluvias	277	05-10-98	35
Lluvias	277	05-10-98	34
Lluvias	277	05-10-98	34
Lluvias	277	05-10-98	35
Lluvias	278	06-10-98	35
Lluvias	278	06-10-98	35
Lluvias	278	06-10-98	35
Lluvias	285	13-10-98	38
Lluvias	285	13-10-98	35
Lluvias	285	13-10-98	35
Lluvias	285	13-10-98	37
Lluvias	286	14-10-98	35
Lluvias	286	14-10-98	35
Lluvias	286	14-10-98	37
Lluvias	237	26-08-02	30
Lluvias	260	18-09-02	33
Lluvias	286	14-10-02	25
Secas	315	12-11-02	30
Secas	336	03-12-02	40
Secas	14	15-01-03	40
Secas	42	12-02-03	41
Secas	83	25-03-03	37
Secas	110	21-04-03	35
Lluvias	166	16-06-03	34
Lluvias	208	28-07-03	40
Lluvias	259	17-09-03	35
Lluvias	294	22-10-03	34
Secas	321	18-11-03	42
Secas	350	17-12-03	44
Secas	21	22-01-04	47
Secas	108	19-04-05	38

Gráfica 16 - Salinidad Bajo el Puente, Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998.

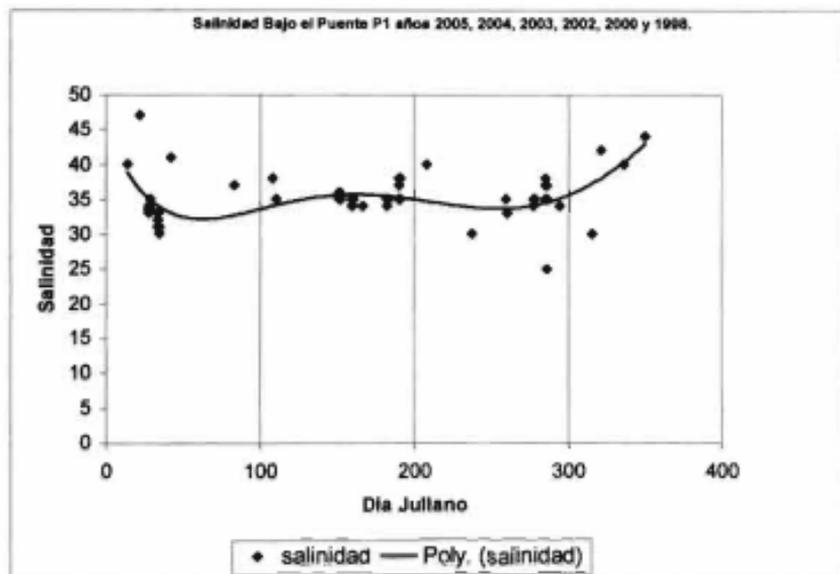


Tabla 17. Oxígeno Total Disuelto Bajo el Puente, Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998.

Estación	Juliano	Fecha	Oxígeno Total mg/l
Secas	27	28-01-98	3,6
Secas	27	28-01-98	3,8
Secas	27	28-01-98	4,05
Secas	27	28-01-98	5,1
Secas	28	29-01-98	4,6
Secas	28	29-01-98	4,2
Secas	28	29-01-98	3,8
Secas	33	03-02-98	3,04
Secas	33	03-02-98	3,4
Secas	33	03-02-98	3,65
Secas	33	03-02-98	5,47
Secas	34	04-02-98	4,053
Secas	34	04-02-98	3,63
Secas	34	04-02-98	2,83
Lluvias	151	01-06-98	4,05
Lluvias	151	01-06-98	6,66
Lluvias	151	01-06-98	4,66
Lluvias	151	01-06-98	3,44
Lluvias	152	02-06-98	2,43
Lluvias	152	02-06-98	2,03
Lluvias	152	02-06-98	2,03
Lluvias	159	09-06-98	4,05
Lluvias	159	09-06-98	4,255
Lluvias	159	09-06-98	6,88
Lluvias	159	09-06-98	5,8
Lluvias	160	10-06-98	4,02
Lluvias	160	10-06-98	5,27
Lluvias	160	10-06-98	5,27
Lluvias	182	02-07-98	4,1
Lluvias	182	02-07-98	4,8
Lluvias	182	02-07-98	4,5
Lluvias	182	02-07-98	4,4
Lluvias	183	03-07-98	4,1
Lluvias	183	03-07-98	4,6
Lluvias	183	03-07-98	4,7
Lluvias	190	10-07-98	0,81
Lluvias	190	10-07-98	0,912
Lluvias	190	10-07-98	6,687
Lluvias	190	10-07-98	5,67
Lluvias	191	11-07-98	0,405
Lluvias	191	11-07-98	0,405
Lluvias	191	11-07-98	0,81
Lluvias	277	05-10-98	4,3

Tabla 17 (continuación): Oxígeno Total Disuelto Bajo el Puente, Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998.

Lluvias	277	05-10-98	4,7
Lluvias	277	05-10-98	4,8
Lluvias	277	05-10-98	4,7
Lluvias	278	06-10-98	4,5
Lluvias	278	06-10-98	4,8
Lluvias	278	06-10-98	4,9
Lluvias	285	13-10-98	3,8
Lluvias	285	13-10-98	3,9
Lluvias	285	13-10-98	4,1
Lluvias	285	13-10-98	5,3
Lluvias	286	14-10-98	4,2
Lluvias	286	14-10-98	3,8
Lluvias	286	14-10-98	3,1
Lluvias	237	26-08-02	2,63
Lluvias	260	18-09-02	3,67
Lluvias	286	14-10-02	3,07
Secas	315	12-11-02	6,38
Secas	336	03-12-02	7,02
Secas	14	15-01-03	4,04
Secas	42	12-02-03	4,73
Secas	83	25-03-03	1,62
Secas	110	21-04-03	4
Secas	134	15-05-03	6,5
Lluvias	166	16-06-03	4,86
Lluvias	208	28-07-03	5,71
Lluvias	259	17-09-03	3,16
Lluvias	294	22-10-03	3,14
Secas	321	18-11-03	2,18
Secas	350	17-12-03	6,69
Secas	21	22-01-04	6,43
Secas	48	18-02-04	7,19
Secas	75	16-03-04	0,47
Secas	110	20-04-04	3,9
Secas	138	18-05-04	7,55
Lluvias	166	15-06-04	4,85
Lluvias	201	20-07-04	2,61
Lluvias	229	17-08-04	2,8
Lluvias	284	21-09-04	2,8
Secas	343	13-12-04	4,8

Tabla y Gráfica 17 (continuación). Oxígeno Total Disuelto Bajo el Puente, Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998.

Secas	17	18-01-05	3,1
Secas	45	15-02-05	3,2
Secas	73	15-03-05	3,1
Lluvias	172	22-06-05	7,5
Lluvias	199	19-07-05	2,8
Lluvias	228	17-08-05	2,4
Lluvias	262	20-09-05	7,2
Lluvias	290	18-10-05	6,42
Secas	325	22-11-05	6,24
Secas	347	14-12-05	6,24

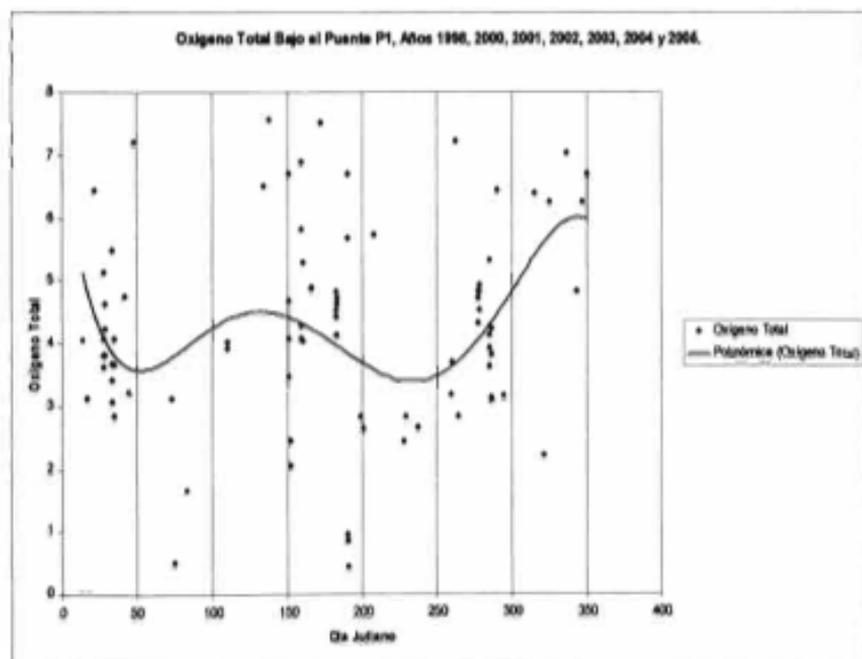


Tabla 18. Oxígeno Total Disuelto Canal de Restauración P2 Años 2003, 2002 y 1998.

Estación	Juliano	Fecha	Oxígeno Total mg/l
Secas	28	29-01-98	2,5
Secas	35	04-02-98	2,63
Lluvias	152	02-06-98	0,00
Lluvias	160	10-06-98	2,03
Lluvias	183	03-07-98	3,5
Lluvias	191	11-07-98	0
Lluvias	278	06-10-98	3,8
Lluvias	286	14-10-98	3
Lluvias	237	26-08-02	0,87
Lluvias	260	18-09-02	4,37
Lluvias	286	14-10-02	1,34
Secas	315	12-11-02	4,88
Secas	336	03-12-02	5,29
Secas	14	15-01-03	1,65
Secas	42	12-02-03	0
Secas	83	25-03-03	0,4
Secas	110	21-04-03	1,01
Secas	134	15-05-03	2,18
Lluvias	166	16-06-03	1,6
Lluvias	208	28-07-03	0,99
Lluvias	259	17-09-03	3,38
Lluvias	294	22-10-03	3,54
Secas	321	18-11-03	2,34
Secas	350	17-12-03	2,53

Gráfica 18 Oxígeno Total Disuelto Canal de Restauración P2 Años 2003, 2002 y 1998

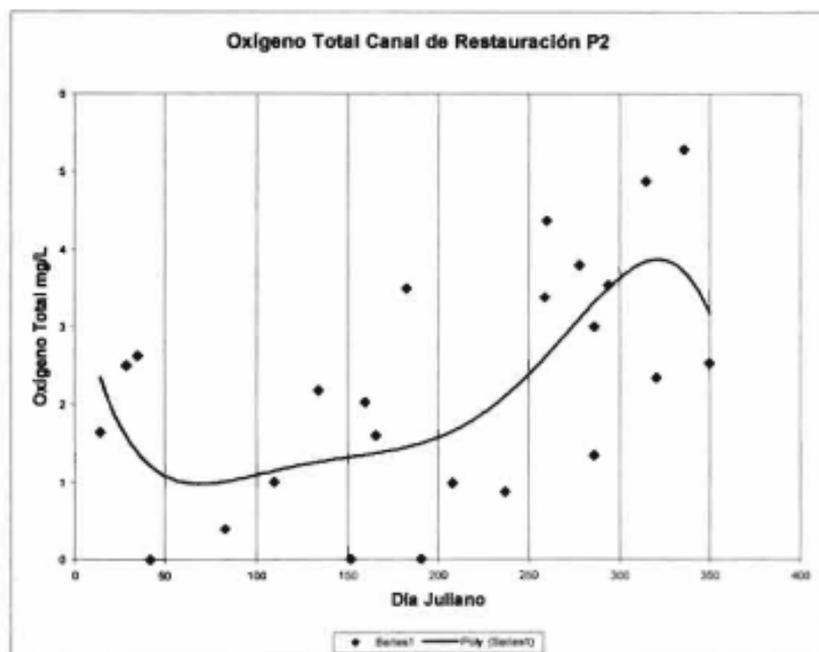


Tabla y Gráfica 19. Oxígeno Total Disuelto Contentillo P3 Años 2002, 2003, 2004 y 2005.

Estación	Juliano	Fecha	Oxígeno Total mg/l
Lluvias	237	26-08-02	3,93
Lluvias	260	18-09-02	7,22
Lluvias	286	14-10-02	8,44
Secas	315	12-11-02	10,75
Secas	336	03-12-02	9,75
Lluvias	186	18-06-03	0,27
Lluvias	208	28-07-03	1,2
Lluvias	259	17-09-03	7,1
Lluvias	294	22-10-03	8,6
Secas	321	18-11-03	5,4
Secas	350	17-12-03	4,1
Secas	21	22-01-04	2,34
Secas	48	18-02-04	5,45
Lluvias	166	15-06-04	6,7
Lluvias	201	20-07-04	6,43
Lluvias	229	17-08-04	2,2
Lluvias	264	21-09-04	6
Lluvias	228	17-08-05	4,2
Lluvias	262	20-09-05	7,1

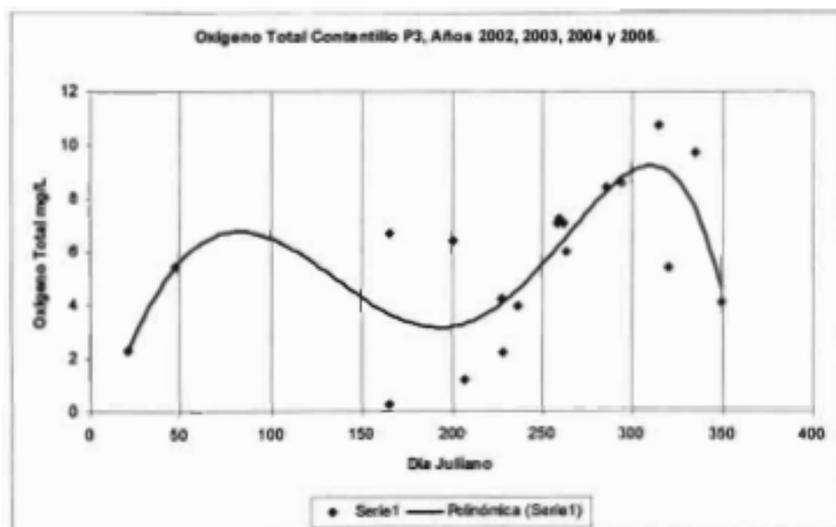


Tabla 20: Oxígeno Total Disuelto Rastro P4 Años 2002, 2003, 2004 y 2005.

Estación	Juliano	Fecha	Oxígeno Total mg/l
Lluvias	237	26-08-02	4.04
Lluvias	250	18-09-02	4.72
Lluvias	286	14-10-02	6.53
Secas	315	12-11-02	9.78
Secas	336	03-12-02	9.78
Secas	14	15-01-03	3.68
Secas	42	12-02-03	3.64
Secas	83	25-03-03	1.73
Secas	110	21-04-03	2.18
Secas	134	15-05-03	0.73
Lluvias	166	16-06-03	0.21
Lluvias	208	28-07-03	4.13
Lluvias	259	17-09-03	5.04
Lluvias	294	22-10-03	5.76
Secas	321	18-11-03	3.8
Secas	350	17-12-03	3
Secas	21	22-01-04	4.46
Secas	48	18-02-04	3.89
Secas	75	16-03-04	5.72
Secas	110	20-04-04	0.24
Secas	138	18-05-04	0.66
Lluvias	201	20-07-04	4.01
Lluvias	229	17-08-04	1.68
Lluvias	264	21-09-04	5
Secas	343	13-12-04	6
Secas	17	18-01-05	2.1
Secas	45	15-02-05	6
Secas	73	15-03-05	2.7
Lluvias	172	22-06-05	0.04
Lluvias	228	17-08-05	5.6
Lluvias	262	20-09-05	6.1
Lluvias	290	18-10-05	4.94
Secas	325	22-11-05	4.9
Secas	347	14-12-05	2.5

Gráfica 20. Oxígeno Total Disuelto Rastro P4 Años 2002, 2003, 2004 y 2005.

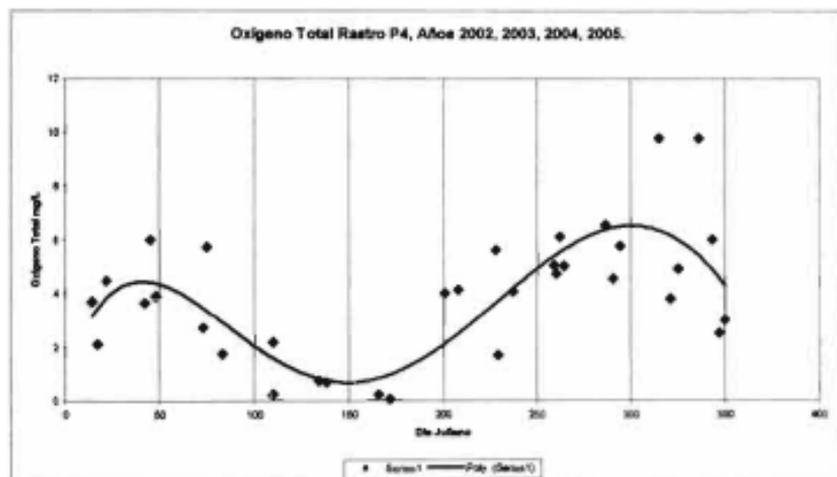


Tabla y Gráfica 21. Oxígeno Total Disuelto Mojoneras P5 Años 2002, 2003, 2004 y 2005

Estación	Juliano	Fecha	Oxígeno Total mg/l
Lluvias	237	26-08-02	0
Lluvias	260	18-09-02	0
Lluvias	286	14-10-02	0
Secas	315	12-11-02	0,07
Secas	336	03-12-02	0,12
Secas	14	15-01-03	0
Secas	42	12-02-03	1,45
Lluvias	208	28-07-03	0,08
Lluvias	259	17-09-03	0
Lluvias	294	22-10-03	0,35
Secas	321	18-11-03	0,5
Secas	21	22-01-04	2,34
Lluvias	166	15-06-04	0,12
Lluvias	201	20-07-04	0,81
Lluvias	201	20-07-04	0,8
Lluvias	229	17-08-04	2,8
Lluvias	264	21-09-04	0,2
Lluvias	199	19-07-05	1,04
Lluvias	228	17-08-05	0,6
Lluvias	262	20-09-05	6,8
Lluvias	290	18-10-05	4,7

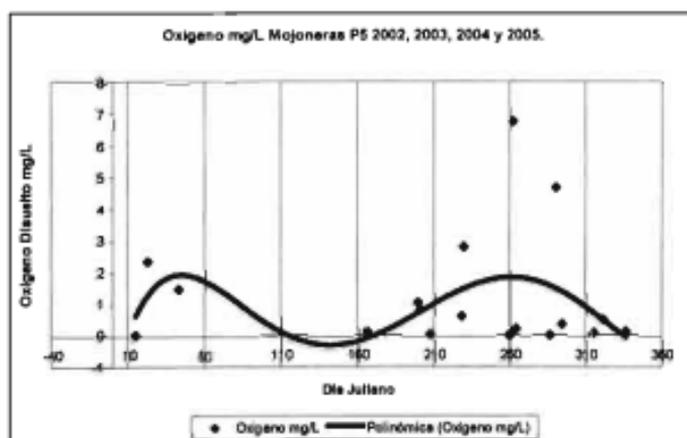


Tabla y Gráfica 22. Oxígeno Total Disuelto Afluente Villar P6 Años 2002, 2003, 2004 y 2005.

Estación	Juliano	Fecha	Oxígeno Total mg/l
Lluvias	237	26-08-02	0
Lluvias	260	18-09-02	0
Lluvias	286	14-10-02	0
Secas	315	12-11-02	0.04
Secas	336	03-12-02	0
Lluvias	166	16-06-03	0.13
Lluvias	208	28-07-03	0.02
Lluvias	259	17-09-03	1.82
Lluvias	294	22-10-03	0.69
Secas	21	22-01-04	3.34
Lluvias	201	20-07-04	0.78
Lluvias	229	17-08-04	2.8
Lluvias	264	21-09-04	2
Lluvias	199	19-07-05	0.44
Lluvias	228	17-08-05	0.6
Lluvias	262	20-09-05	1.2

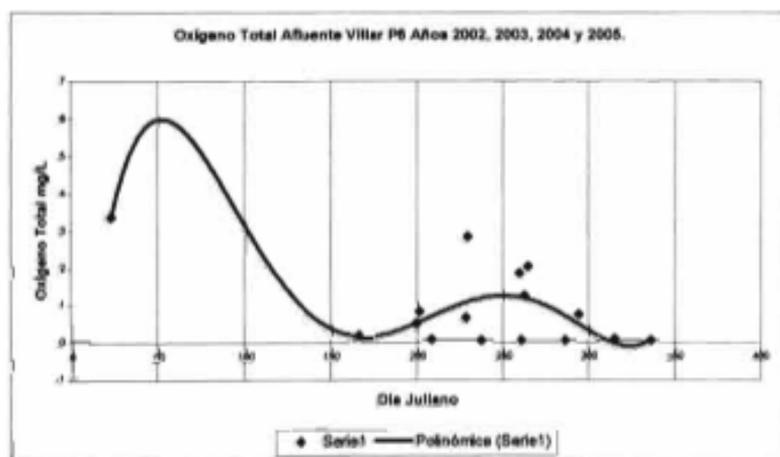


Tabla 23. Valor de pH Bajo el Puente P1 Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y1998.

Estación	Juliano	Fecha	pH
Secas	27	28-01-98	8,8
Secas	27	28-01-98	8,6
Secas	27	28-01-98	8,6
Secas	27	28-01-98	8,6
Secas	28	29-01-98	8,8
Secas	28	29-01-98	8,8
Secas	28	29-01-98	8,6
Secas	33	03-02-98	8,3
Secas	33	03-02-98	8,6
Secas	33	03-02-98	8,6
Secas	33	03-02-98	8,8
Secas	34	04-02-98	8,8
Secas	34	04-02-98	8,9
Secas	34	04-02-98	8,6
Lluvias	151	01-06-98	8,79
Lluvias	151	01-06-98	8,86
Lluvias	151	01-06-98	8,8
Lluvias	151	01-06-98	8,87
Lluvias	152	02-06-98	8,92
Lluvias	152	02-06-98	8,94
Lluvias	152	02-06-98	8,74
Lluvias	159	09-06-98	8,3
Lluvias	159	09-06-98	8
Lluvias	159	09-06-98	8,3
Lluvias	159	09-06-98	8
Lluvias	160	10-06-98	7,8
Lluvias	160	10-06-98	8,3
Lluvias	160	10-06-98	7,8
Lluvias	182	02-07-98	8,3
Lluvias	182	02-07-98	8,3
Lluvias	182	02-07-98	8,3
Lluvias	182	02-07-98	8
Lluvias	183	03-07-98	8
Lluvias	183	03-07-98	8,3
Lluvias	183	03-07-98	8
Lluvias	190	10-07-98	7,84
Lluvias	190	10-07-98	8,18
Lluvias	190	10-07-98	7,65
Lluvias	190	10-07-98	7,66
Lluvias	191	11-07-98	7,96
Lluvias	191	11-07-98	7,93
Lluvias	191	11-07-98	8,34

Tabla 23 (continuación) Valor de pH Bajo el Puente P1 Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998.

Estación	Juliano	Fecha	pH
Lluvias	277	05-10-98	8,3
Lluvias	277	05-10-98	8,3
Lluvias	277	05-10-98	8,3
Lluvias	277	05-10-98	8
Lluvias	278	06-10-98	8
Lluvias	278	06-10-98	8,3
Lluvias	278	06-10-98	8
Lluvias	285	13-10-98	7,84
Lluvias	285	13-10-98	8,18
Lluvias	285	13-10-98	7,65
Lluvias	285	13-10-98	7,66
Lluvias	286	14-10-98	7,98
Lluvias	286	14-10-98	7,93
Lluvias	286	14-10-98	8,34
Lluvias	249	06-09-00	6,58
Lluvias	289	16-10-00	7,59
Lluvias	296	23-10-00	6,83
Lluvias	297	24-10-00	6,68
Lluvias	298	25-10-00	7,57
Lluvias	237	26-08-02	7,68
Lluvias	260	18-09-02	7,81
Lluvias	286	14-10-02	7,37
Secas	315	12-11-02	7,48
Secas	336	03-12-02	6,85

Tabla 23 (continuación). Valor de pH Bajo el Puente P1 Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998.

Estación	Juliano	Fecha	pH
Secas	14	15-01-03	7,09
Secas	42	12-02-03	6,92
Secas	83	25-03-03	7,6
Secas	110	21-04-03	7,04
Secas	134	15-05-03	7,17
Lluvias	166	16-06-03	6,83
Lluvias	208	28-07-03	6,03
Lluvias	259	17-09-03	7,32
Lluvias	294	22-10-03	7,83
Secas	321	18-11-03	7,96
Secas	350	17-12-03	7,3
Secas	21	22-01-04	8,24
Secas	48	18-02-04	8,19
Secas	75	16-03-04	7,21
Secas	110	20-04-04	7,89
Secas	138	18-05-04	7,79
Lluvias	166	15-06-04	7,84
Lluvias	201	20-07-04	7,29
Lluvias	229	17-08-04	7,73
Lluvias	264	21-09-04	7,4
Lluvias	292	19-10-04	7,86
Secas	320	16-11-04	7,03
Secas	343	13-12-04	7,94
Secas	17	18-01-05	7,54
Secas	45	15-02-05	7,52
Secas	73	15-03-05	7,51
Secas	108	19-04-05	7,8
Secas	136	17-05-05	7,1
Lluvias	172	22-06-05	7,94
Lluvias	199	19-07-05	7,32
Lluvias	228	17-08-05	6,87
Lluvias	262	20-09-05	7,13
Lluvias	290	18-10-05	7,71
Secas	325	22-11-05	7,42
Secas	347	14-12-05	7,76

Gráfica 23. Valor de pH Bajo el Puente P1 Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998.

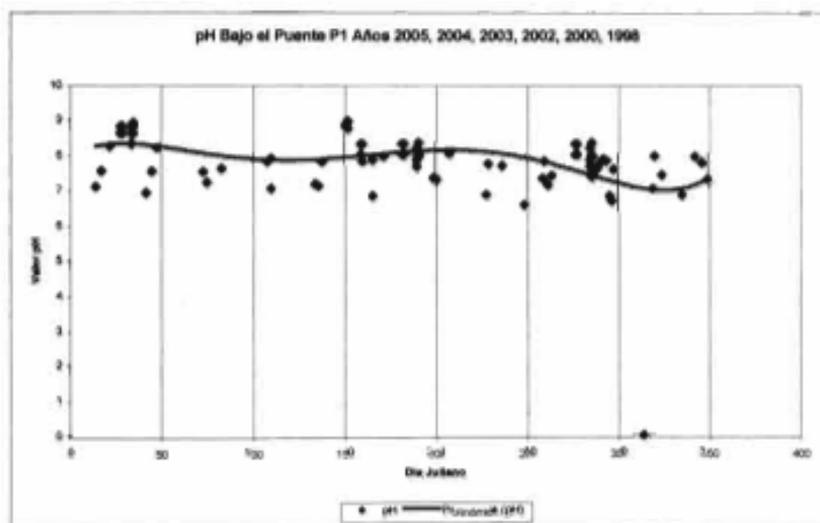


Tabla. 24. Valor de pH Canal de Restauración Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998.

Estación	Juliano	Fecha	pH
Secas	28	29-01-98	8,6
Secas	35	04-02-98	8,8
Lluvias	152	02-06-98	8,8
Lluvias	160	10-06-98	8,3
Lluvias	183	03-07-98	8,3
Lluvias	191	11-07-98	8,02
Lluvias	278	06-10-98	8,3
Lluvias	286	14-10-98	8,02
Lluvias	249	06-09-00	7,07
Lluvias	289	16-10-00	7,53
Lluvias	237	26-08-02	7,43
Lluvias	260	18-09-02	7,87
Lluvias	286	14-10-02	7,33
Secas	315	12-11-02	7,48
Secas	336	03-12-02	6,85
Secas	14	15-01-03	6,85
Secas	42	12-02-03	6,95
Secas	83	25-03-03	6,95
Secas	110	21-04-03	6,88
Secas	134	15-05-03	7,14
Lluvias	166	16-06-03	6,27
Lluvias	208	28-07-03	7,24
Lluvias	259	17-09-03	7,34
Lluvias	294	22-10-03	7,87
Secas	321	18-11-03	7,6
Secas	350	17-12-03	7,39

Gráfica 24. Valor de pH Canal de Restauración Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998.

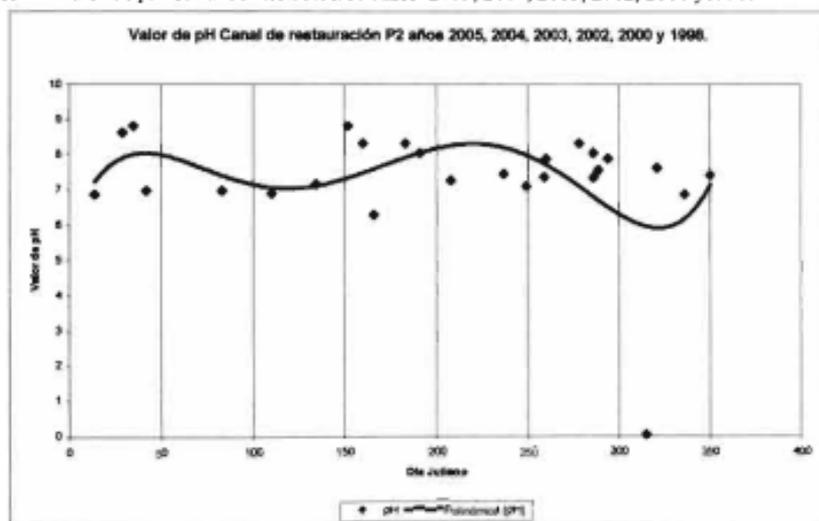


Tabla y Gráfica 25. Valor de pH Contentillo P3 Años 2005, 2004, 2003, 2002 y 2000.

Estación	Juliano	Fecha	pH
Lluvias	249	06-09-00	8,04
Lluvias	289	16-10-00	7,71
Lluvias	237	26-08-02	7,54
Lluvias	260	18-09-02	8,61
Lluvias	286	14-10-02	8,41
Secas	315	12-11-02	7
Lluvias	336	03-12-02	6,83
Lluvias	166	16-06-03	7,36
Lluvias	208	26-07-03	7,15
Lluvias	259	17-09-03	7,54
Lluvias	294	22-10-03	8,48
Secas	321	18-11-03	8,12
Secas	350	17-12-03	7,36
Secas	21	22-01-04	7,28
Secas	48	18-02-04	8,08
Lluvias	166	15-06-04	7,5
Lluvias	201	20-07-04	8,24
Lluvias	229	17-08-04	7,04
Lluvias	264	21-09-04	7,6
Lluvias	292	19-10-04	8,1
Lluvias	228	17-08-05	7,67
Lluvias	262	20-09-05	6,82

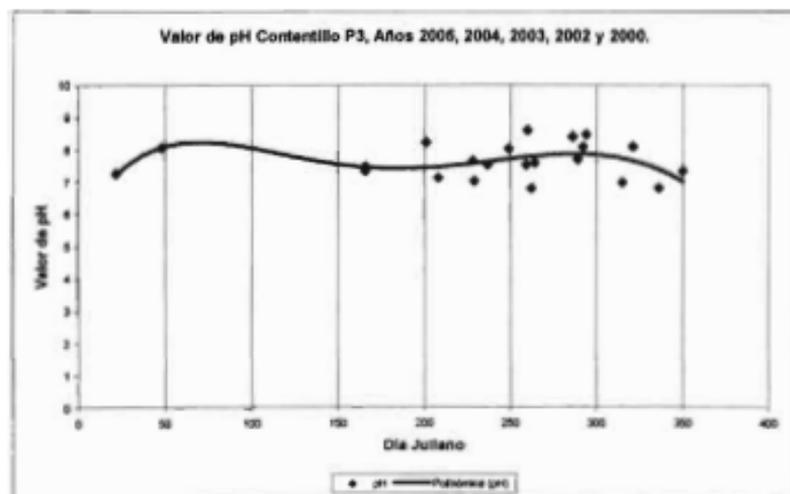
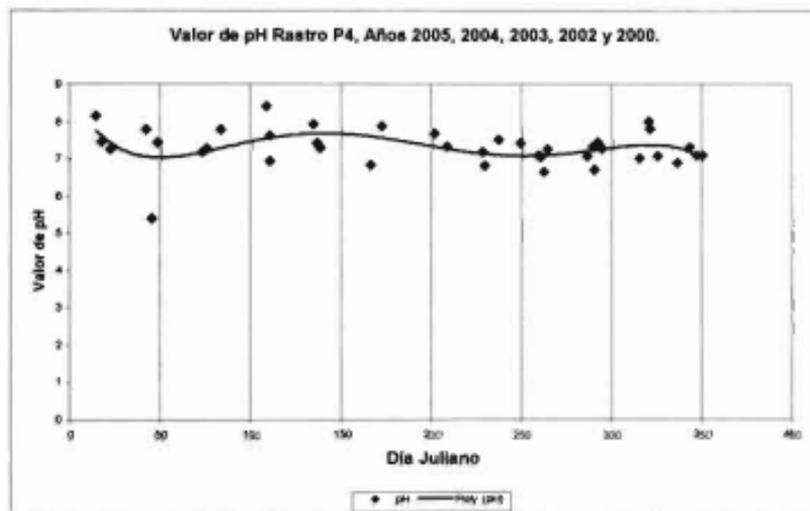


Tabla 26. Valor de pH Rastro P4, Años 2005, 2004, 2003, 2002 y 2000.

Estación	Juliano	Fecha	pH
Lluvias	249	06-09-00	7,4
Lluvias	289	16-10-00	7,31
Lluvias	237	26-08-02	7,5
Lluvias	260	18-09-02	7,04
Lluvias	286	14-10-02	7,06
Secas	315	12-11-02	7
Secas	336	03-12-02	6,66
Secas	14	15-01-03	8,14
Secas	42	12-02-03	7,78
Secas	83	25-03-03	7,78
Secas	110	21-04-03	6,92
Secas	134	15-05-03	7,91
Lluvias	166	16-06-03	6,82
Lluvias	208	28-07-03	7,32
Lluvias	259	17-09-03	7,08
Lluvias	294	22-10-03	7,26
Secas	321	18-11-03	7,79
Secas	350	17-12-03	7,08
Secas	21	22-01-04	7,24
Secas	48	18-02-04	7,43
Secas	75	16-03-04	7,26
Secas	110	20-04-04	7,61
Secas	138	18-05-04	7,28
Lluvias	201	20-07-04	7,66
Lluvias	229	17-08-04	6,8
Lluvias	264	21-09-04	7,24
Lluvias	292	19-10-04	7,43
Secas	320	16-11-04	8
Secas	343	13-12-04	7,29
Secas	17	18-01-05	7,44
Secas	45	15-02-05	5,39
Secas	73	15-03-05	7,17
Secas	108	19-04-05	8,4
Secas	136	17-05-05	7,4
Lluvias	172	22-06-05	7,87
Lluvias	228	17-08-05	7,16
Lluvias	262	20-09-05	6,63
Lluvias	290	18-10-05	6,69
Secas	325	22-11-05	7,06
Secas	347	14-12-05	7,08

Gráfica 26. Valor de pH Rastro P4, Años 2005, 2004, 2003, 2002 y 2000.



Gráfica. 27. Valor de pH Mojoneras P4 Años 2005, 2004, 2003, 2002 y 2000

Estación	Juliano	Fecha	pH
Lluvias	249	06-09-00	6,4
Lluvias	289	16-10-00	7,02
Lluvias	237	26-08-02	7,17
Lluvias	260	18-09-02	6,77
Lluvias	286	14-10-02	6,78
Secas	315	12-11-02	6
Secas	336	03-12-02	6,87
Secas	14	15-01-03	7,76
Secas	42	12-02-03	7,4
Lluvias	208	28-07-03	6,95
Lluvias	259	17-09-03	6,63
Lluvias	294	22-10-03	7,54
Secas	321	18-11-03	7,45
Secas	21	22-01-04	6,59
Lluvias	166	15-06-04	6,54
Lluvias	201	20-07-04	7,04
Lluvias	201	20-07-04	7,09
Lluvias	229	17-08-04	6,63
Lluvias	264	21-09-04	7,1
Lluvias	292	19-10-04	7,35
Lluvias	199	19-07-05	7,32
Lluvias	228	17-08-05	6,84
Lluvias	262	20-09-05	6,63
Lluvias	290	18-10-05	7,03

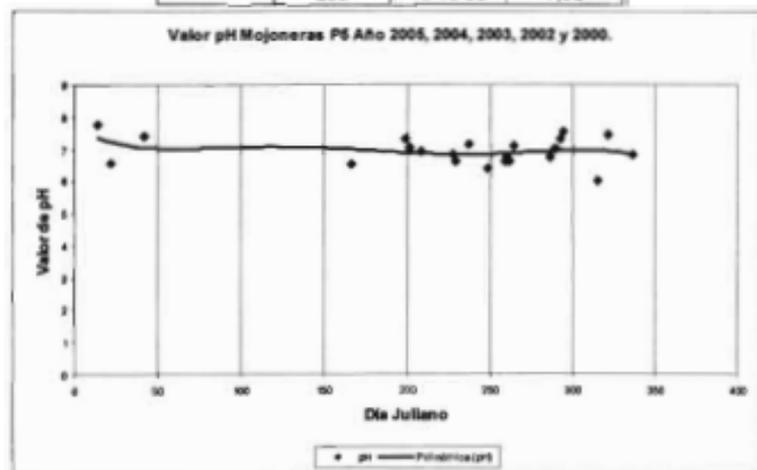


Tabla y Gráfica 28. Valor de pH Afluente Villar P6 Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000.

Estación	Juliano	Fecha	pH
Lluvias	249	08-09-00	6,61
Lluvias	289	16-10-00	7,22
Lluvias	237	26-08-02	6,82
Lluvias	260	18-09-02	6,99
Lluvias	286	14-10-02	7,3
Secas	315	12-11-02	6
Secas	336	03-12-02	6,97
Lluvias	166	16-06-03	6,33
Lluvias	208	28-07-03	7,34
Lluvias	259	17-09-03	7,09
Lluvias	294	22-10-03	7,59
Lluvias	201	20-07-04	7,52
Lluvias	229	17-08-04	6,94
Lluvias	264	21-09-04	7,57
Secas	320	16-11-04	7,2
Lluvias	199	19-07-05	7,63
Lluvias	228	17-08-05	6,77
lluvias	262	20-09-05	6,29



Tabla 29. Conductividad Bajo el Puente P1 Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998.

Estación	Juliano	Fecha	Conductividad mohm/cm
Secas	27	28-01-98	54150
Secas	27	28-01-98	53010
Secas	27	28-01-98	53730
Secas	27	28-01-98	54960
Secas	28	29-01-98	53340
Secas	28	29-01-98	52950
Secas	28	29-01-98	54270
Secas	33	03-02-98	55650
Secas	33	03-02-98	57030
Secas	33	03-02-98	55650
Secas	33	03-02-98	59400
Secas	34	04-02-98	54480
Secas	34	04-02-98	57210
Secas	34	04-02-98	54310
Lluvias	151	01-06-98	55410
Lluvias	151	01-06-98	55320
Lluvias	151	01-06-98	57420
Lluvias	151	01-06-98	57210
Lluvias	152	02-06-98	56220
Lluvias	152	02-06-98	57300
Lluvias	152	02-06-98	56550
Lluvias	159	09-06-98	58710
Lluvias	159	09-06-98	58260
Lluvias	159	09-06-98	57840
Lluvias	159	09-06-98	56400
Lluvias	160	10-06-98	59340
Lluvias	160	10-06-98	56700
Lluvias	160	10-06-98	57330
Lluvias	182	02-07-98	58300
Lluvias	182	02-07-98	57800
Lluvias	182	02-07-98	56460
Lluvias	182	02-07-98	56400
Lluvias	183	03-07-98	59220
Lluvias	183	03-07-98	56660
Lluvias	183	03-07-98	57340
Lluvias	190	10-07-98	31240
Lluvias	190	10-07-98	25220
Lluvias	190	10-07-98	43950
Lluvias	190	10-07-98	46650
Lluvias	191	11-07-98	25920
Lluvias	191	11-07-98	27940

Tabla 29 (continuación). Conductividad Bajo el Puente P1 Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998.

Lluvias	191	11-07-98	29920
Lluvias	277	05-10-98	58400
Lluvias	277	05-10-98	57900
Lluvias	277	05-10-98	57400
Lluvias	277	05-10-98	56800
Lluvias	278	06-10-98	59600
Lluvias	278	06-10-98	56800
Lluvias	278	06-10-98	58300
Lluvias	285	13-10-98	39300
Lluvias	285	13-10-98	40200
Lluvias	285	13-10-98	43900
Lluvias	285	13-10-98	46500
Lluvias	286	14-10-98	38200
Lluvias	286	14-10-98	38300
Lluvias	286	14-10-98	39600
Lluvias	249	06-09-00	12600
Lluvias	289	16-10-00	38800
Lluvias	296	23-10-00	15700
Lluvias	297	24-10-00	66440
Lluvias	298	25-10-00	63200
Lluvias	237	26-08-02	59900
Lluvias	260	18-09-02	74000
Lluvias	286	14-10-02	41460
Secas	315	12-11-02	37100
Secas	336	03-12-02	84900
Secas	14	15-01-03	42700
Secas	42	12-02-03	44700
Secas	83	25-03-03	14600
Secas	110	21-04-03	55300
Secas	134	15-05-03	54500
Lluvias	166	16-06-03	8460
Lluvias	208	28-07-03	43500
Lluvias	259	17-09-03	6280
Lluvias	294	22-10-03	14170
Secas	321	18-11-03	50350
Secas	350	17-12-03	50800

Tabla y Gráfica 29 (continuación). Conductividad Bajo el Puente P1 Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998.

Secas	21	22-01-04	80000
Lluvias	48	18-02-04	64500
Secas	75	16-03-04	55013
Secas	110	20-04-04	53860
Secas	138	18-05-04	66000
Lluvias	201	20-07-04	51400
Lluvias	264	21-09-04	7273
Lluvias	292	19-10-04	66000
Secas	320	16-11-04	5666
Secas	343	13-12-04	7166
Secas	17	18-01-05	55633
Secas	45	15-02-05	65233
Secas	73	15-03-05	11213
Secas	108	19-04-05	71166
Secas	136	17-05-05	66866
Lluvias	172	22-06-05	32743
Lluvias	199	19-07-05	34300
Lluvias	228	17-08-05	49087
Lluvias	262	20-09-05	27950
Lluvias	290	18-10-05	60466
Secas	325	22-11-05	25275
Secas	347	14-12-05	16200

Conductividad Bajo el Puente P1 Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998

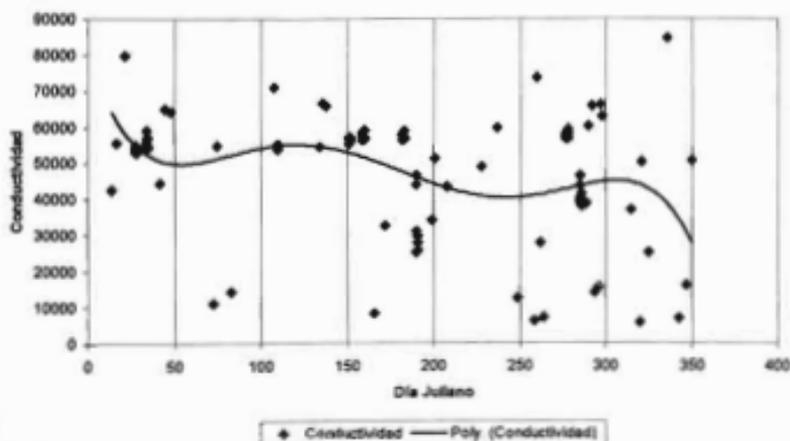


Tabla 30. Conductividad Canal de Restauración P2 Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998.

Estación	Juliano	Fecha	Conductividad mohm/cm
Secas	28	29-01-98	56370
Secas	35	04-02-98	56390
Lluvias	152	02-06-98	44190
Lluvias	160	10-06-98	56100
Lluvias	183	03-07-98	56680
Lluvias	191	11-07-98	27680
Lluvias	278	06-10-98	56600
Lluvias	286	14-10-98	35400
Lluvias	249	06-09-00	3370
Lluvias	289	16-10-00	8820
Lluvias	237	26-08-02	56600
Lluvias	260	18-09-02	66520
Lluvias	286	14-10-02	32200
Secas	315	12-11-02	7580
Secas	336	03-12-02	77600
Secas	14	15-01-03	41800
Secas	42	12-02-03	44100
Secas	83	25-03-03	14400
Secas	110	21-04-03	69550
Secas	134	15-05-03	67200
Lluvias	166	16-06-03	10600
Lluvias	208	28-07-03	37500
Lluvias	259	17-09-03	3480
Lluvias	294	22-10-03	2070
Secas	321	18-11-03	30300
Secas	350	17-12-03	37100

Gráfica 30. Conductividad Canal de Restauración P2 Años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998.

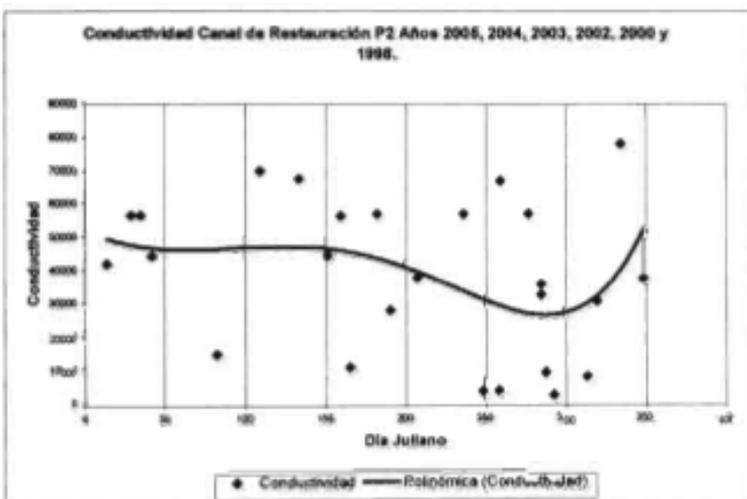


Tabla 31. Conductividad Contentillo P3 Años 2005, 2004, 2003, 2002 y 2000.

Estación	Juñano	Fecha	Conductividad mohn/cm
Lluvias	249	06-09-00	510
Lluvias	289	16-10-00	394
Lluvias	237	26-08-02	574
Lluvias	260	18-09-02	344
Lluvias	286	14-10-02	416
Secas	315	12-11-02	1150
Secas	336	03-12-02	431
Lluvias	166	16-06-03	974
Lluvias	208	28-07-03	350
Lluvias	259	17-09-03	407
Lluvias	294	22-10-03	408
Secas	321	18-11-03	1030
Secas	21	22-01-04	751
Secas	48	18-02-04	473
Lluvias	166	15-06-04	324
Lluvias	201	20-07-04	471
Lluvias	229	17-08-04	1242
Lluvias	264	21-09-04	312
Lluvias	292	19-10-04	386
Lluvias	228	17-08-05	335
Lluvias	262	20-09-05	531

Gráfica 31. Conductividad Contentillo P3 Años 2005, 2004, 2003, 2002 y 2000.

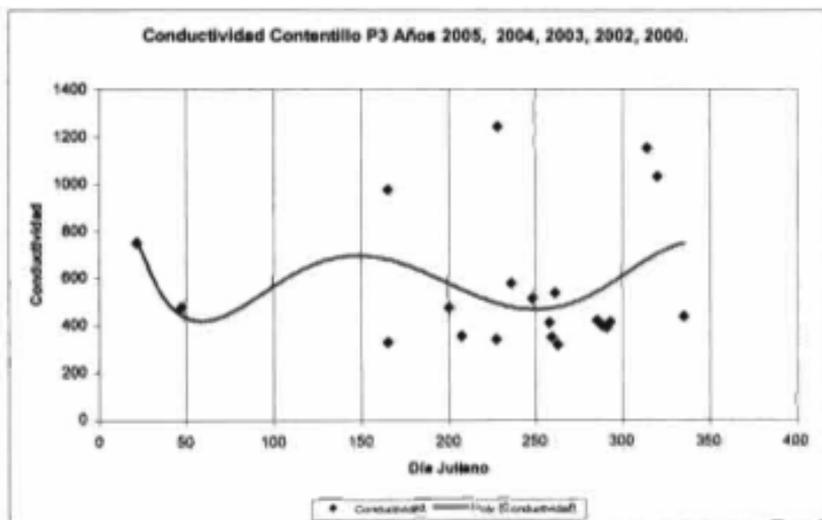


Tabla 32. Conductividad Rastro P4 Años 2005, 2004, 2003, 2002 y 2000

Estación	Juliano	Fecha	Conductividad mohm/cm
Lluvias	249	06-09-00	436
Lluvias	289	16-10-00	367
Lluvias	237	26-08-02	353
Lluvias	260	18-09-02	415
Lluvias	286	14-10-02	311
Secas	315	12-11-02	605
Secas	336	03-12-02	430
Secas	14	15-01-03	1807
Secas	42	12-02-03	1169
Secas	83	25-03-03	430
Secas	110	21-04-03	302
Secas	134	15-05-03	315
Lluvias	166	16-06-03	493
Lluvias	208	28-07-03	225
Lluvias	259	17-09-03	521
Lluvias	294	22-10-03	363
Secas	321	18-11-03	495
Secas	350	17-12-03	298
Secas	21	22-01-04	753
Secas	48	18-02-04	330
Secas	75	16-03-04	274
Secas	110	20-04-04	316
Secas	138	18-05-04	362
Lluvias	201	20-07-04	358
Lluvias	229	17-08-04	340
Lluvias	264	21-09-04	443
Lluvias	292	19-10-04	354
Secas	320	16-11-04	3583
Secas	343	13-12-04	295
Secas	17	18-01-05	317
Secas	45	15-02-05	335
Secas	73	15-03-05	357
Secas	108	19-04-05	799
Secas	136	17-05-05	533
Lluvias	172	22-06-05	343
Lluvias	228	17-08-05	506
Lluvias	262	20-09-05	420
Lluvias	290	18-10-05	570
Secas	325	22-11-05	421
Secas	347	14-12-05	460

Gráfica 32. Conductividad Rastro P4 Años 2005, 2004, 2003, 2002 y 2000.

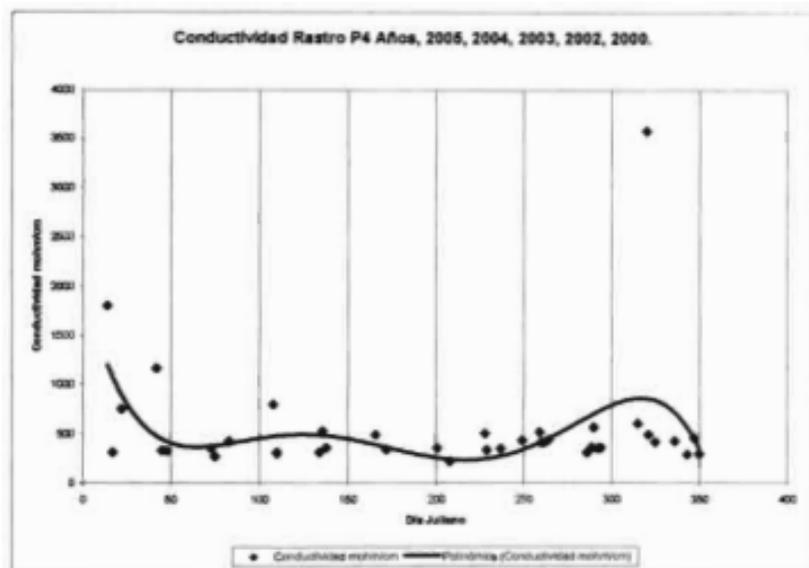


Tabla 33. Conductividad Mojoneras P5 Años 2005, 2004, 2003, 2002 y 2000

Estación	Juliano	Fecha	Conductividad mohm/cm
Lluvias	249	06-09-00	202
Lluvias	289	16-10-00	227
Lluvias	237	26-08-02	608
Lluvias	260	18-09-02	367
Lluvias	286	14-10-02	357
Secas	315	12-11-02	360
Secas	336	03-12-02	372
Secas	14	15-01-03	1092
Secas	42	12-02-03	1318
Lluvias	208	28-07-03	396
Lluvias	259	17-09-03	350
Lluvias	294	22-10-03	455
Secas	321	18-11-03	588
Secas	21	22-01-04	529
Lluvias	166	15-06-04	431
Lluvias	201	20-07-04	757
Lluvias	201	20-07-04	395
Lluvias	229	17-08-04	483
Lluvias	264	21-09-04	356
Lluvias	292	19-10-04	404
Lluvias	199	19-07-05	319
Lluvias	228	17-08-05	225
Lluvias	262	20-09-05	460
Lluvias	290	18-10-05	860

Gráfica 33. Conductividad Mojoneas P5 Años 2005, 2004, 2003, 2002 y 2000.

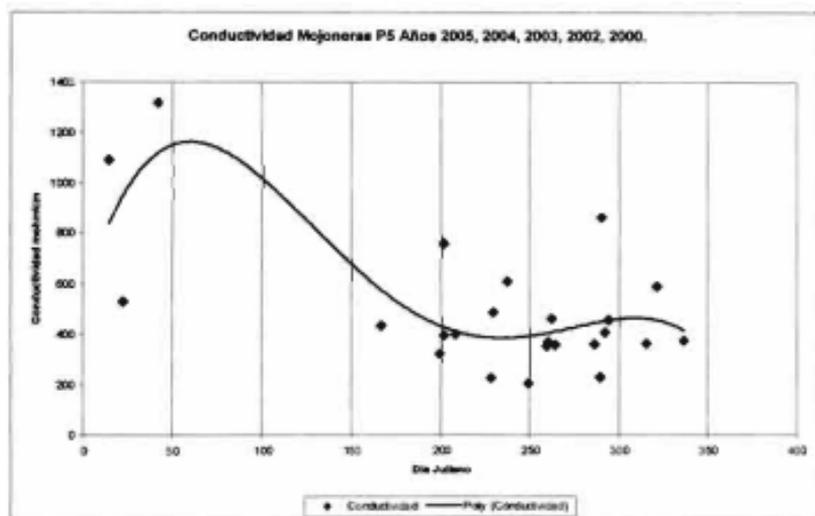


Tabla y Gráfica 34. Conductividad Afluente Villar P6 Años 2005, 2004, 2003, 2002 y 2000

Estación	Día Juliano	Fecha	Conductividad
Lluvias	249	06-09-00	1050
Lluvias	289	16-10-00	700
Lluvias	237	26-08-02	1041
Lluvias	260	18-09-02	683
Lluvias	286	14-10-02	1740
Secas	315	12-11-02	1417
Secas	336	03-12-02	1850
Lluvias	166	16-06-03	1145
Lluvias	208	28-07-03	546
Lluvias	259	17-09-03	1353
Lluvias	294	22-10-03	656
Lluvias	201	20-07-04	394
Lluvias	229	17-08-04	672
Lluvias	264	21-09-04	1240
Secas	320	16-11-04	354
Lluvias	199	19-07-05	913
Lluvias	228	17-08-05	609
Lluvias	262	20-09-05	1375

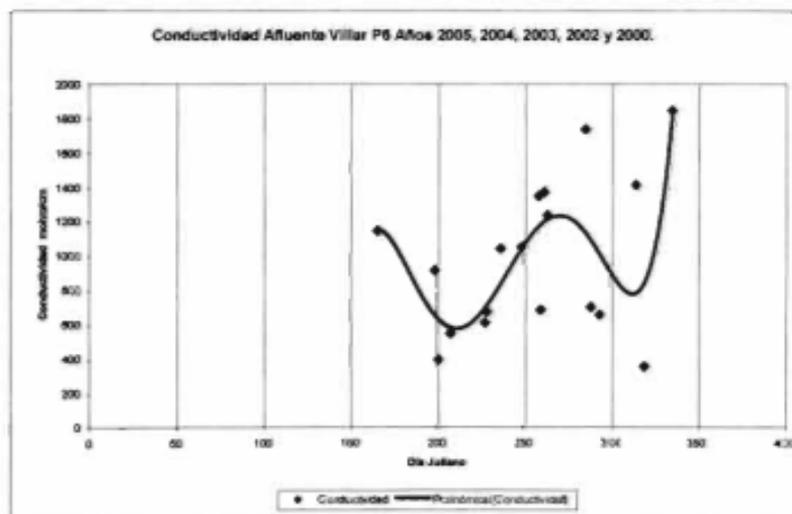


Tabla 35. Media \pm desviación estándar y número de datos de todos los años (1998, 2000, 2002, 2003, 2004, 2005).

Hidroológica	Estación	Coliformes Totales Media de datos brutos	Coliformes Fecales Media de datos brutos	Coliformes Totales Media de datos Normalizados	Coliformes Fecales Media de datos Normalizados
secas	P1	147335 \pm 208747 (30)	76762 \pm 108795 (36)	6448 \pm 50 (30)	3809 \pm 30 (36)
secas	P2	94306 \pm 206756 (11)	84742 \pm 185540 (11)	1446 \pm 41 (11)	1236 \pm 41 (11)
secas	P3	975 \pm 236 (4)	648 \pm 476 (6)	955 \pm 1 (4)	509 \pm 2 (8)
secas	P4	3306 \pm 4530 (17)	170838 \pm 369591 (23)	904 \pm 8 (17)	2003 \pm 89 (23)
secas	P5	2330 \pm 2701 (5)	1435 \pm 1444 (6)	480 \pm 34 (5)	421 \pm 20 (6)
secas	P6	1001 \pm 1414 (2)	680 \pm 779 (4)	45 \pm 216 (2)	139 \pm 29 (4)
lluvias	P1	262384 \pm 359813 (62)	159094 \pm 151130 (62)	78973 \pm 9 (62)	53826 \pm 9 (62)
lluvias	P2	401261 \pm 685781 ^{a,b,c,d} (15)	360323 \pm 641039 ^{a,b,c,d} (15)	20168 \pm 25 (15)	15629 \pm 29 (15)
lluvias	P3	7194 \pm 7995 ^a (14)	5793 \pm 5941 ^a (15)	3377 \pm 4 (14)	2770 \pm 4 (15)
lluvias	P4	12517 \pm 23323 ^b (15)	8135 \pm 12690 ^b (17)	5411 \pm 3 (15)	3678 \pm 4 (17)
lluvias	P5	14463 \pm 22686 ^c (16)	9096 \pm 19571 ^c (17)	6296 \pm 4 (16)	2815 \pm 4 (17)
lluvias	P6	16113 \pm 31244 ^d (14)	12431 \pm 28338 ^d (15)	6479 \pm 4 (14)	3860 \pm 4 (15)

Mismo superíndice indica que son diferentes ($p < 0.05$)

Tabla 36 Media \pm desviación estándar y número de datos, los años 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005.

Hidrológica	Estación	Coliformes totales Media de datos brutos	Coliformes Fecales media de datos brutos	Coliformes Totales Media de datos Normalizados	Coliformes Fecales Media de datos Normalizados
secas	P1	628 \pm 564 (18)	838 \pm 1693 (22)	244 \pm 9 [*] (16)	327 \pm 5 (22)
secas	P2	1929 \pm 3055 (9)	1352 \pm 1934 (9)	393 \pm 14 (9)	332 \pm 13 (9)
secas	P3	975 \pm 236 (4)	648 \pm 476 (6)	955 \pm 1 (4)	509 \pm 2 (6)
secas	P4	3306 \pm 4530 (17)	170838 \pm 369591 (23)	904 \pm 8 (17)	2003 \pm 89 (23)
secas	P5	2330 \pm 2701 (5)	1435 \pm 1444 (6)	480 \pm 34 (5)	421 \pm 20 (6)
secas	P6	1001 \pm 1414 (2)	680 \pm 779 (4)	45 \pm 216 (2)	139 \pm 29 (4)
lluvias	P1	13140 \pm 22558 (20)	9441 \pm 17359 (20)	4887 \pm 4 [*] (20)	3223 \pm 5 (20)
lluvias	P2	2102 \pm 1374 (9)	1650 \pm 1121 (9)	1675 \pm 2 (9)	1210 \pm 3 (9)
lluvias	P3	7194 \pm 7995 (14)	5793 \pm 5941 (15)	3377 \pm 4 (14)	2770 \pm 4 (15)
lluvias	P4	12517 \pm 23323 (15)	8135 \pm 12690 (17)	5411 \pm 3 (15)	3678 \pm 4 (17)
lluvias	P5	14463 \pm 22886 (16)	9096 \pm 19571 (17)	6296 \pm 4 (16)	2815 \pm 4 (17)
lluvias	P6	16113 \pm 31244 (14)	12431 \pm 28338 (15)	6479 \pm 4 (14)	3860 \pm 4 (15)

Mismo superíndice indica que son diferentes ($p < 0.05$)

Tabla 37. Media \pm desviación estandar y número de datos de los años 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005. Resultado de prueba de medias por t-student

Hidrológicas	Estación	Coiformes Totales Media de datos brutos	Coiformes Fecales Media de datos brutos	Coiformes Totales Media de datos Normalizados	Coiformes Fecales Media de datos Normalizados
secas	P1	147335 \pm 208747* (30)	76762 \pm 108795 (36)	6448 \pm 50 (30)	3809 \pm 30 (36)
secas	P2	94306 \pm 206756 (11)	84742 \pm 185540 (11)	1446 \pm 41 (11)	1236 \pm 41 (11)
secas	P3	975 \pm 236 (4)	648 \pm 476 (6)	955 \pm 1 (4)	509 \pm 2 (6)
secas	P4	3306 \pm 4530* (17)	170838 \pm 369591 (23)	904 \pm 8 (17)	2003 \pm 89 (23)
secas	P5	2330 \pm 2701 (5)	1435 \pm 1444 (6)	480 \pm 34 (5)	421 \pm 20 (6)
secas	P6	1001 \pm 1414 (2)	680 \pm 779 (4)	45 \pm 216 (2)	139 \pm 29 (4)
lluvias	P1	262384 \pm 359813 ^{h,k,r,s,t} (62)	159094 \pm 151130 (62)	76973 \pm 9 (62)	53826 \pm 9 (62)
lluvias	P2	401261 \pm 665781 ^{h,k,r,s,t} (15)	360323 \pm 641039 ^{h,k,r,s} (15)	20168 \pm 25 (15)	15629 \pm 29 (15)
lluvias	P3	7194 \pm 7995 ^h (14)	5793 \pm 5941 ^h (15)	3377 \pm 4 (14)	2770 \pm 4 (15)
lluvias	P4	12517 \pm 23323 ^{h,r} (15)	8135 \pm 12690 ^h (17)	5411 \pm 3 (15)	3678 \pm 4 (17)
lluvias	P5	14463 \pm 22686 ^h (16)	9096 \pm 19571 ^c (17)	6296 \pm 4 (16)	2815 \pm 4 (17)
lluvias	P6	16113 \pm 31244 ^h (14)	12431 \pm 28338 ^h (15)	6479 \pm 4 (14)	3860 \pm 4 (15)

Tabla No. 38. Media \pm desviación estándar y número de datos. Todos los años para la Estación Bajo el Puente (P1). Resultado de pruebas ANOVA. Diferencias entre los años pero de la misma estación hidrológica

Hidrológica	Año	Coliformes Totales Media de datos brutos	Coliformes Fecales Media de datos brutos	Coliformes Totales media de datos Normalizados	Coliformes Fecales media de datos Normalizados
secas	1998	315000 \pm 201103 ^{abc,d} (14)	196071 \pm 82326 (14)	272455 \pm 2 ^{abc,d} (14)	180379 \pm 2 ^{abc,d} (14)
secas	2000	ND	ND	ND	ND
secas	2002	500 \pm 0 [*] (1)	200 \pm 0 (1)	500 \pm 1 [*] (1)	200 \pm 1 [*] (1)
secas	2003	579 \pm 694 ^b (7)	543 \pm 539 (7)	97 \pm 21 ^b (7)	182 \pm 12 ^b (7)
secas	2004	210 \pm 0 [*] (1)	1619 \pm 2915 (7)	210 \pm 1 ^c (1)	650 \pm 4 ^c (7)
secas	2005	754 \pm 511 ^d (7)	444 \pm 421 (7)	561 \pm 3 ^d (7)	318 \pm 2 ^d (7)
lluvias	1998	381071 \pm 384252 ^{*,1,2,h,i} (42)	230357 \pm 133098 (42)	286081 \pm 2 ^{*,1,2,h,i} (42)	205704 \pm 2 ^{*,1,2,h,i} (42)
lluvias	2000	35520 \pm 37545 [*] (5)	27570 \pm 28888 (5)	23427 \pm 3 [*] (5)	18307 \pm 3 [*] (5)
lluvias	2002	4000 \pm 2646 ^f (3)	3200 \pm 2022 (3)	3478 \pm 2 ^f (3)	2821 \pm 2 ^f (3)
lluvias	2003	1978 \pm 1484 ^g (4)	1510 \pm 1506 (4)	1832 \pm 2 ^g (4)	1028 \pm 3 ^g (4)
lluvias	2004	10977 \pm 11820 ^h (3)	5833 \pm 4922 (3)	5631 \pm 5 ^h (3)	4121 \pm 3 ^h (3)
lluvias	2005	6470 \pm 7745 ⁱ (5)	3566 \pm 5011 (5)	2762 \pm 5 ⁱ (5)	1323 \pm 6 ⁱ (5)

Tabla 39. Media \pm desviación estándar y número de datos de Análisis Físicoquímicos de todos los años 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005.

Hidrología	Estación	Temperatura	pH	Conductividad	Color Means	Turbiedad
secas	P1	24.7 \pm 1.4 (34)	7.9 \pm 0.7 (37)	47069 \pm 21867 (37)	86 \pm 62.7 (12)	13.7 \pm 32.3 (12)
secas	P2	24 \pm 1.7 (11)	7.4 \pm 0.7 (11)	46672 \pm 22447 (11)		
secas	P3	22.5 \pm 2.4 (6)	7.4 \pm 0.5 (6)	2323 \pm 3821 (6)		
secas	P4	24.1 \pm 2 (20)	7.4 \pm 0.6 (23)	480 \pm 377 (23)	149.6 \pm 119.3 (12)	16.4 \pm 13 (12)
secas	P5	23.6 \pm 2 (6)	7 \pm 0.7 (6)	710 \pm 400 (6)		
secas	P6	23.8 \pm 2.9 (4)	7 \pm 0.8 (4)	12567 \pm 22849 (4)	131 (1)	14 (1)
lluvias	P1	28.4 \pm 1.7 (60)	7.9 \pm 0.5 (64)	46011 \pm 17133 (63)	571.3 \pm 671.2 (15)	30.9 \pm 39.3 (14)
lluvias	P2	28 \pm 1.5 (15)	7.7 \pm 0.6 (15)	33187 \pm 22841 (15)	1785 \pm 1718.3 (2)	194 \pm 121.6 (2)
lluvias	P3	27.9 \pm 1.1 (14)	7.7 \pm 0.5 (16)	499 \pm 254 (16)	2665.4 \pm 5885.1 (9)	134.1 \pm 226.7 (8)
lluvias	P4	27.5 \pm 1.6 (14)	7.2 \pm 0.3 (17)	401 \pm 87 (17)	1889.4 \pm 4169.2 (10)	99.8 \pm 103 (10)
lluvias	P5	27.8 \pm 1.3 (14)	6.9 \pm 0.3 (18)	425 \pm 171 (18)	2503.7 \pm 3718.4 (12)	203.9 \pm 287.6 (11)
lluvias	P6	27.1 \pm 1.9 (12)	7.1 \pm 0.4 (15)	941 \pm 377 (15)	811.8 \pm 1156.5 (8)	26 \pm 17.9 (8)

Tabla 39 (continuación) Media \pm desviación estándar y número de datos de Análisis Físicoquímicos de todos los años 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005.

Hidrológica	Estación	SST	SS	Materia Flotante	DBO	Detergentes	N Amoniacal	Fosforo Total	Oxigeno Total
secas	P1	159.8 \pm 373.3 (12)	43.7 \pm 51.7 (12)	101 \pm 0 (13)	236.9 \pm 197.4 (17)	0.08 \pm 0.05 (9)	8.52 \pm 9.62 (12)	2.17 \pm 2.98 (23)	4.43 \pm 1.67 (34)
secas	P2				103.8 \pm 109.5 (4)			1.41 \pm 1.24 (9)	2.31 \pm 1.64 (11)
secas	P3			101 \pm 0 (1)	21.2 \pm 12.3 (6)			1.98 \pm 1.05 (6)	6.3 \pm 3.28 (6)
secas	P4	29 \pm 20.4 (12)	59.7 \pm 52.5 (12)	101 \pm 0 (12)	30.5 \pm 53.4 (23)	0.14 \pm 0.06 (10)		3.71 \pm 6.19 (23)	3.87 \pm 2.63 (20)
secas	P5				23 \pm 13 (6)			4.88 \pm 2.07 (6)	0.75 \pm 0.95 (6)
secas	P6	29 (1)	103 (1)	101 \pm 0 (1)	100 \pm 104.3 (4)		3.63 (1)	3.68 \pm 3.43 (4)	1.13 \pm 1.92 (3)
lluvias	P1	84.3 \pm 119.4 (15)	39.7 \pm 52.1 (13)	101 \pm 0 (15)	98.6 \pm 107.7 (21)	0.44 \pm 1.24 (13)	4.83 \pm 4.83 (14)	3.22 \pm 5.96 (22)	4.04 \pm 1.64 (58)
lluvias	P2	246 \pm 104.7 (2)		101 \pm 0 (2)	29.5 \pm 30.2 (9)	0.87 \pm 0.59 (2)	0.58 (1)	6.44 \pm 7.26 (9)	2.19 \pm 1.5 (13)
lluvias	P3	89.3 \pm 96.3 (9)	29.4 \pm 50 (7)	101 \pm 0 (9)	18.9 \pm 13.4 (16)	0.32 \pm 0.46 (9)	4.9 \pm 3.48 (8)	10.01 \pm 18.61 (16)	5.34 \pm 2.73 (13)
lluvias	P4	130.7 \pm 177.6 (10)	38.7 \pm 53 (8)	101 \pm 0 (10)	32.3 \pm 52 (17)	0.2 \pm 0.29 (10)	5.56 \pm 3.97 (9)	6.91 \pm 10.85 (17)	4.1 \pm 2.05 (14)
lluvias	P5	212.8 \pm 484.6 (12)	31.2 \pm 49.3 (10)	101 \pm 0 (12)	36.8 \pm 29.7 (18)	0.17 \pm 0.2 (12)	5.89 \pm 6.57 (10)	8.16 \pm 7.03 (18)	1.22 \pm 2.01 (15)
lluvias	P6	38.3 \pm 28.3 (8)	34.3 \pm 52.8 (6)	101 \pm 0 (8)	28.7 \pm 17 (15)	0.2 \pm 0.23 (8)	3.75 \pm 2.69 (7)	4.77 \pm 3.17 (15)	0.61 \pm 0.9 (13)

Tabla 39 (continuación) Media \pm desviación estándar y número de datos de Análisis Fisicoquímicos de todos los años 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005.

Hidrológica	Estación	grasas y aceites	sulfatos	nitratos	salinidad	Nitrógeno Total	Sólidos Totales	Sólidos Volátiles	Sól. Susp. Totales
secas	P1	12.49 \pm 9.25 (10)	2250 \pm 1675 (11)	0.44 \pm 0.52 (11)	35.5 \pm 4.6 (24)		3812 \pm 9621 (14)		
secas	P2	39.2 \pm 24.47 (2)	1944 \pm 2185 (9)	0.32 \pm 0.37 (9)	34.2 \pm 8.4 (10)		14069 \pm 19857 (2)		
secas	P3	26.53 \pm 22.83 (4)	51 \pm 10 (6)	17.88 \pm 40.75 (6)	10.4 \pm 3.4 (5)				
secas	P4	15 \pm 10.76 (9)	38 \pm 21 (11)	4.21 \pm 5.73 (11)	6.6 \pm 3.2 (10)				
secas	P5	46.9 \pm 31.68 (2)	61 \pm 35 (6)	0.73 \pm 0.95 (6)	7.5 \pm 2.1 (6)				
secas	P6	34.6 (1)	111 \pm 41 (3)	0.57 \pm 0.81 (3)	15.3 \pm 9.5 (3)				
lluvias	P1	13.07 \pm 12.59 (7)	607 \pm 491 (7)	3.41 \pm 5.12 (7)	34.1 \pm 4.8 (49)	6.09 \pm 6.39 (2)	2748 \pm 9341 (47)	25576 \pm 16501 (5)	5.5 \pm 3.54 (2)
lluvias	P2	49.3 \pm 65.2 (2)	502 \pm 458 (7)	7.27 \pm 12.58 (7)	27.5 \pm 10.6 (13)	3.65 \pm 3.46 (2)	1069 \pm 2139 (8)	3961 \pm 2505 (2)	14 (1)
lluvias	P3	11.91 \pm 12.06 (7)	129 \pm 142 (7)	9.67 \pm 13.03 (7)	4.1 \pm 1.7 (7)	0.63 \pm 0.7 (2)	327 \pm 17 (2)	293.5 \pm 53.03 (2)	25 (1)
lluvias	P4	24.69 \pm 40.29 (6)	74 \pm 74 (7)	8.52 \pm 7.72 (7)	3.7 \pm 1.4 (7)	1.9 \pm 1.41 (2)	360 \pm 76 (2)	310.5 \pm 38.89 (2)	8 (1)
lluvias	P5	37.26 \pm 69.51 (8)	58 \pm 41 (6)	7.61 \pm 9.98 (6)	4 \pm 1.3 (6)	7.25 \pm 8.13 (2)	1087 \pm 1094 (2)	139 \pm 12.73 (2)	20 (1)
lluvias	P6	63.04 \pm 118.01 (5)	134 \pm 64 (7)	4.12 \pm 5.55 (7)	4.1 \pm 1.3 (7)	2 \pm 0.42 (2)	598 \pm 188 (2)	568.5 \pm 160.51 (2)	

5. DISCUSION

En la tabla y gráfica 1 se muestran los valores medidos de coliformes totales y fecales de la estación "Bajo el Puente" en el año 2005, las coliformes totales variaron entre 100 y 18,900 UFC/100ml y las Coliformes fecales entre 100 y 12,300 UFC/100ml. En la gráfica se observa que los valores más altos se presentaron entre los días julianos 150 y 310, que corresponden a la época de lluvias.

En la tabla y gráfica 2 se muestran los valores medidos de coliformes totales y fecales de la estación "Bajo el Puente" en el año 2004, las coliformes totales variaron entre 210 y 24,000 UFC/100ml y las Coliformes fecales entre 130 y 8,200 UFC/100ml. En la gráfica se observa que los valores más altos de C. totales y fecales se presentaron en el día 201, en este año no se observa valores más altos en época de lluvias, como se observó en el 2005 de la misma estación, muy probablemente porque la colecta de información en el 2004 fue mucho menor en comparación al 2005; Sin embargo, al conjuntar la información de los dos años se puede observar que ambos años presentan tendencias y valores similares en ambos tipos de bacterias.

En la tabla y gráfica 4 se muestran los valores medidos de coliformes totales y fecales de la estación "Bajo el Puente" en los años 2000, 2002 y 2003, las coliformes totales variaron entre 0 y 100,000 UFC/100ml y las Coliformes fecales entre 0 y 76,000 UFC/100ml. Al igual que en los años mencionados anteriormente, los valores más altos se presentaron en la época de lluvias.

En la tabla y gráfica 5 se muestran los valores medidos de coliformes totales y fecales de la estación "Bajo el Puente" en el año 2000, las coliformes totales variaron entre 7,000 y 100,000 UFC/100ml y las Coliformes fecales entre 6,250 y 76,000 UFC/100ml. Se puede observar que solo se muestreo en la época de lluvias de este año pero se aprecia el mismo comportamiento que en los demás años.

En la tabla y gráfica 6 se muestran los valores medidos de coliformes totales y fecales de la estación "Bajo el Puente" en el año 1998, las coliformes totales variaron entre 180,000 y 1'500,000 UFC/100ml y las Coliformes fecales entre 120,000 y 750,000 UFC/100ml. Los valores

encontrados este año se encuentran muy por encima de los encontrados en otros de la misma estación. En el año de 1998 se encontraban ubicadas unas porquerizas a orillas del Canal de Restauración que vertían todos sus desechos al estero, lo que puede explicar los valores tan altos.

En la tabla y gráfica 7 se muestran los valores medidos de coliformes totales y fecales de la estación "Canal de Restauración" en los años 2003, 2002 y 2000 las coliformes totales variaron entre 200 y 8,000 UFC/100ml y las Coliformes fecales entre 100 y 6,000 UFC/100ml. Como se observa en la tabla durante el 2003 se presentaron valores elevados al principio del año (12 de febrero del 2003) en coliformes totales y fecales; pero, en la estación "Bajo el Puente" no se presentaron estos valores elevados.

En la tabla y gráfica 8 se muestran los valores medidos de coliformes totales y fecales de la estación "Canal de Restauración" en el año 1998 las coliformes totales variaron entre 460,000 y 1'100,000 UFC/100ml y las Coliformes fecales entre 460,000 y 2'400,000 UFC/100ml. Estos son los valores máximos registrados en todo el estudio, cabe notar que aún el estero no era un Área Natural Protegida.

En la tabla y gráfica 9 se muestran los valores medidos de coliformes totales y fecales de la estación "El Contentillo" en los años 2004, 2003, 2002 y 2000, las coliformes totales variaron entre 200 y 14,000 UFC/100ml y las Coliformes fecales entre 100 y 12,000 UFC/100ml. En ésta estación la mayor cantidad de la información se encuentra en la época de lluvias, dado que durante el estiaje el canal frecuentemente se encuentra seco. La promedio y desviación estandar de la salinidad de esta estación fueron de 6.75, 3.85, respectivamente, lo que hace suponer que el origen del agua en esta estación es mayormente pluvial.

En la tabla y gráfica 10 se muestran los valores medidos de coliformes totales y fecales de la estación "El Contentillo" en los años 2004 y 2005 las coliformes totales variaron entre 970 y 24,000 UFC/100ml y las Coliformes fecales entre 820 y 17,600 UFC/100ml. El año 2005 se graficó separadamente porque son muy pocos datos (2) y con valores muy elevados con relación a los otros años en la misma estación; sin embargo, no fue posible establecer de manera estadística que el incremento observado corresponda a un aumento en la media anual, por el número de datos.

En la tabla y gráfica 11 se muestran los valores medidos de coliformes totales y fecales de la estación "Rastro" en los años 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 las coliformes totales variaron entre 17 y 93,700 UFC/100ml y las Coliformes fecales entre <1 y 51,000 UFC/100ml. Al igual que en el resto de las localidades estudiadas, se presentaron los valores máximos en la época de lluvias. En la tabla y gráfica 12 se muestran los valores medidos de coliformes totales y fecales de la estación "Rastro" en los años 2003, 2002 y 2000 las coliformes totales variaron entre 17 y 16,500 UFC/100ml y las Coliformes fecales entre 0 y 15,800 UFC/100ml. Se presentan estas dos gráfica por separado porque se observa más fácilmente los máximos y mínimos registrados en secas y lluvias.

En la tabla y gráfica 13 se muestran los valores medidos de coliformes totales y fecales de la estación "Mojoneras" en el año 2003, las coliformes totales variaron entre 1550 y 7,000 UFC/100ml y las Coliformes fecales entre 1,100 y 4,200 UFC/100ml. Solamente se trabajó este sitio durante el año 2003, ya que posterior la planta de tratamiento Norte I, dejó de operar y ya no se encontró agua en el canal.

En la tabla y gráfica 14 se muestran los valores medidos de Coliformes fecales de la estación "Afluente Villar" en los años 2005 y 2004 las Coliformes fecales variaron entre 520 y 6,400 UFC/100ml. En la tabla y gráfica 15 se muestran los valores medidos de Coliformes totales y fecales de la estación "Afluente Villar" en los años 2002 y 2000 las Coliformes totales variaron entre 2000 y 120,000 UFC/100ml y las Coliformes fecales variaron entre 400 y 110,000 UFC/100ml. Como se observa en ambas gráficas toda la información es del periodo de lluvias, ya que solo en esta época se encontraba agua en el canal.

En la tabla y gráfica 16 se muestran los valores medidos de la Salinidad en la estación "Bajo el Puente" en los años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998 las Salinidades variaron entre 30 y 47 UPS, en la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar.

En la tabla y gráfica 17 se muestran los valores medidos de Oxígeno Disuelto en la estación "Bajo el Puente" en los años 2005, 2004, 2003, 2002, 2000 y 1998 las mediciones variaron entre 0.405 y 7.55 mg/l, en la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar.

En la tabla y gráfica 18 se muestran los valores medidos de Oxígeno Disuelto en la estación "Canal de Restauración" en los años 2003, 2002, 2000 y 1998 las mediciones variaron entre 0 y 5.29 mg/l, en la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar

En la tabla y gráfica 19 se muestran los valores medidos de Oxígeno Disuelto en la estación "El Contentillo" en los años 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 1.2 y 10.75 mg/l, en la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar

En la tabla y gráfica 20 se muestran los valores medidos de Oxígeno Disuelto en la estación "El Rastro" en los años 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 0.21 y 9.76 mg/l, en la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar

En la tabla y gráfica 21 se muestran los valores medidos de Oxígeno Disuelto en la estación "Mojoneras" en los años 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 0 y 6.8 mg/l, en la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar

En la tabla y gráfica 22 se muestran los valores medidos de Oxígeno Disuelto en la estación "Afluente Villar" en los años 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 0 y 3.34 mg/l, en la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar

En la tabla y gráfica 23 se muestran los valores medidos de pH en la estación "Bajo El Puente" en los años 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 6.83 y 8.94. en la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar.

En la tabla y gráfica 24 se muestran los valores medidos de pH en la estación "Canal de Restauración" en los años 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 6.27 y 8.8. En la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar.

En la tabla y gráfica 25 se muestran los valores medidos de pH en la estación "Contentillo" en los años 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 6.82 y 8.61. En la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar

En la tabla y gráfica 26 se muestran los valores medidos de pH en la estación "Rastro" en los años 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 6.63 y 8.4. En la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar

En la tabla y gráfica 27 se muestran los valores medidos de pH en la estación "Mojoneras" en los años 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 6.0 y 7.6. En la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar

En la tabla y gráfica 28 se muestran los valores medidos de pH en la estación "Afluente Villar" en los años 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 6.0 y 7.63. En la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar.

En la tabla y gráfica 29 se muestran los valores medidos de Conductividad en la estación "Bajo el Puente" en los años 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 5866 y 84,900 mohm/cm. En la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar.

En la tabla y gráfica 30 se muestran los valores medidos de Conductividad en la estación "Canal de Restauración" en los años 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 2070 y 69550 mohm/cm. En la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar

En la tabla y gráfica 31 se muestran los valores medidos de Conductividad en la estación "Contentillo" en los años 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 312 y 1242 mohm/cm. En la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar.

En la tabla y gráfica 32 se muestran los valores medidos de Conductividad en la estación "Rastro" en los años 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 225 y 3583 mohm/cm. En la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar.

En la tabla y gráfica 33 se muestran los valores medidos de Conductividad en la estación "Mojoneras" en los años 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 202 y 1318 mohm/cm. En la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar.

En la tabla y gráfica 34 se muestran los valores medidos de Conductividad en la estación "Afluente Villar" en los años 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 las mediciones variaron entre 354 y 1740 mohm/cm. En la tabla 39 se presentan la media y desviación estándar.

En la tabla 35 y 36 muestran los valores de la media, desviación estándar y número de datos de coliformes totales y fecales, en todas las estaciones, secas y lluvias, para la primera tabla en los años 1998, 2000, 20002, 2003, 2004 y 2005. Para la segunda, en los años 2000, 2002, 2003 y 2004. A cada uno de los valores se sacó el logaritmo natural y a los valores logaritimizados se calculó la media y desviación estándar al resultado se le dedujo el antilogaritmo para regresar a las unidades originales.

En la tabla 37 se muestran los valores de la media, la desviación estándar y número de datos de coliformes totales y fecales, en todas las estaciones, en secas y lluvias, los años 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005. Resultado de prueba de medias por t-student.

En la tabla 38 se muestra los valores de la media, desviación estándar y número de datos. Todos los años para la estación Bajo el Puente (P1). Resultado de pruebas de ANOVA. Diferencias entre los años pero en la misma estación hidrológica.

En la tabla 39. se muestran los valores de la media, desviación estándar y número de datos de Análisis Físicoquímicos de todos los años 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005.

En las estaciones Bajo el puente estero "El Salado" (P1) y el Canal de Restauración (P2), son los sitios que se trabajaron más rutinariamente, ya que siempre tienen agua porque están en la boca a la Dársena, situación que no ocurrió en el resto de las estaciones (P3 a P6), ubicados en la cabeza del estero, donde los lugares son más altos y la inundación por mareas es más esporádica.

De acuerdo a las distribuciones de los datos, para normalizarlos y realizar pruebas estadísticas paramétricas los datos se transformaron al logaritmo natural (\ln) que adicionalmente generan mejor representación gráfica, con los datos logaritimizados.

Con respecto a las medias y desviaciones estandar obtenidos en todos los años (1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005), estos datos son muy altos por lo que la contaminación era más alta en 1998 cuando no era ANP (Área Natural Protegida). Se presenta una diferencia entre la estación Bajo el Puente (P1) y el canal de Restauración (P2), en secas y lluvias, siendo las demas estaciones de muestreo iguales (tabla No. 37). Y además se muestra una distribución binomial en este año y los demas años de muestreo (Figuras 7, 8, 9, 10, 11 y 12)

Debido a esta distribución binomial se excluyeron los datos de 1998 para nuevos datos estadísticos y se observa que el comportamiento cambió a una distribución normal (figuras 39 y 41).

Con relación a las coliformes totales y fecales, presentan una variación anual con niveles bajos en la temporada de secas (noviembre a mayo) y valores más elevados en lluvias (junio a octubre), comportamiento que se observa en todas las estaciones. En los meses de noviembre a mayo (secas) se mantiene bajo el número de bacterias, de manera gradual y en junio (lluvias) se presentan un máximo en las cuentas de bacterias con el inicio de las lluvias; con un posterior descenso paulatino hasta el final de las lluvias en octubre, completando el ciclo hidrológico. Este comportamiento se puede observar en las gráficas No. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 13 con excepción de la gráfica, 14 y 15 en la que por no haber datos suficientes no se observa este comportamiento y en la gráfica 5 a pesar de no existir datos suficientes también presenta el comportamiento en la que hay un máximo en lluvias.

Se observa que la concentración de coliformes totales y fecales se mantiene constante durante todo el año, por lo que la influencia de la marea no es significativa.

Ya que por otro lado, los manglares garantizan la perpetuación de la calidad del agua costera al retener los nutrientes del agua y liberarlos paulatinamente, y también mantener así un nivel de eutrofización saludable en los canales. Incluso se ha sugerido su uso como tratamiento terciario de descargas urbanas para reducir la eutrofización costera (Nedwell, 1985). Es decir, los manglares también pueden funcionar como trampa de nutrientes y pueden ser útiles para el tratamiento de aguas residuales de las pozas, disminuyendo la eutrofización artificial de las lagunas o estuarios y, por lo tanto de las propias pozas que directamente utilizan esta agua. Por

supuesto, se requiere de más resultados experimentales para evitar el riesgo de que se rebase la capacidad asimilatoria del bosque de manglar y predecir los cambios que se espera ocurrirán a largo plazo en estos sistemas, al recibir descargas con altas concentraciones de nutrientes.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Anexo 3.

6. CONCLUSIONES

Entre las variables Pruebas Fisico-químicas tales como:

pH, Conductividad De acuerdo con los resultados obtenidos estadísticamente se determinó que los niveles de contaminación fecal en el agua presentan una variación anual con niveles bajos en la temporada de secas (noviembre a mayo) y valores más elevados en lluvias, esto es para todas las estaciones.

Por lo que estos indicadores de contaminación en el Estero nos muestran que depende significativamente de las estaciones secas o lluvias, y se puede predecir el grado de contaminación dependiendo de la temporada.

La variación entre los años 1998, 2000, 2002, 2003 y 2004 para coliformes fecales de acuerdo con las pruebas de homogeneidad, esta no es homogénea, pero para coliformes totales así como en la gráfica logarítmica de coliformes fecales y totales si lo es.

El efecto de la creación del ANP (Área Natural Protegida) fue positivo ya que los focos de contaminaciones detectadas, el rastro, el basurero municipal (lixiviados), descargas de aguas negras provenientes de asentamientos irregulares, humos y quemas de ladrilleras, descargas de chuqueros y establos así como uso de pesticidas, se ve disminuido y se aprecia en la gráfica de caja de bigotes del año 1998 y 2000 significativamente que fue antes de la creación del ANP y después.

La asociación, color, turbiedad, SST, Detergentes, Nitrógeno, Fósforo Total, Oxígeno, Grasas y Aceites, Nitratos, Salmidad, Sólidos Totales no son diferentes.

Solo en Temperatura hay diferencia en secas y lluvias.

7. RECOMENDACIONES

En los puntos de muestreo No. 3, 4, 5 y 6 que son puntos ubicados en la cabeza del estero, donde los lugares son más altos y la inundación por mareas es más esporádica, se observa que disminuyen los escurrimientos de aguas dulces, y solo se cuenta con el aporte de las altas precipitaciones pluviales que se presentan en los meses de lluvias que ayudan a controlar la salinidad, esto se deberá tomar en cuenta y llevar a cabo un muestreo para la determinación de salinidad en estos puntos ya que de esto dependerá el balance del manglar, ya que esto puede traer como consecuencia a medida que se disminuyan los aportes naturales de aguas dulces o el desvío de los causes naturales que lo alimentan, una acumulación de sales en el suelo.

Un programa de reforestación de manglares implica gastos superiores a los \$10,000.00 U.S. por hectárea (Lewis, 1982), es decir que con los gastos implicados en reforestar 50 ha se puede alimentar adecuadamente y mantener en saludable estado ambiental varios cientos de hectáreas de manglares.

El estero es exportador de detritos, nutrientes y organismos a ecosistemas vecinos por lo que contribuye a la productividad marina costera.

8 BIBLIOGRAFÍA

Alongó, DM., 1987. The influence of mangrove-derived tannins on intertidal meiobentos in tropical estuaries. *Oecologia* (Berlin) 71: 537-540.

Anónimo (1994). Trabajo preliminar del estero El Salado para incorporarlo al SINAP.

Secretaría de Desarrollo Social. (documento inédito).

Arenas, V. y G. de la Lanza. 1980. Organic carbon budget of a coastal lagoon in northwest México. In: Utilization of science in the decision-making process. Proceedings of the 6th Annual Conference. The Coastal Society; 179 - 195.

Bailey, C., 1988. The Social Consequence of tropical Shrimp Mariculture Development. *Ocean & Shoreline Management*, 11: 31-44.

Baillie, P.W. y B.L. Welsh, 1980. The effect of tidal resuspension on the distribution of intertidal epipelagic algae in an estuary. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 10: 143 - 164.

Blasco, F., 1988. Estudio sobre los manglares y de la vegetación tropical utilizando datos proporcionados por satélites. *Institute de la Carte Internationale de la Vegetation Inst. Interna. Map Vegetat. Univ. Paul Sabatier.*

Booz-Allen y Hamilton E. Infotec, 1988. Camarón de acuicultura (Sector Agroindustrial) BANCOMEXT. México 60 pp.

Brinkman, R. y L. J. Pons, 1972. Recognition and prediction of acid sulfate soil condition. *Internacional, Simposium on Acid Sulfate Soils*, 13 - 20 de Agosto. *Internat. Inst. for Land Reclam and Improvement. Wagenwigen*, 18 (1): 169-201.

Brown, S. y A.E. Lugo. 1982. A comparison of structural and functional characteristics of saltwater and freshwater forested wetlands. In: Gopal, B., R.E. Turner, R.G. Wetzel y Whigham (Eds.). *Wetlands Ecology and Management, Proceedings of the First International Wetland Conference*, New Delhi, India. *Nacional Institute Scientific Publications*: 109 - 130.

- Bunt, J.S., 1982. Studies of mangrove litterfall in tropical Australia. Primary Productivity and Tophodynamics. In: Clough (Ed.) Mangroves ecosystems in Australia. Aust. Inst. of Mar Sci in association with Austr. Nat. Univ. Press, Canberra, Austral., London, Miami 223 – 237.
- Burbridge, P.R., 1983. Coastal Resource Management. Government of Indonesia – United Nations Development Program, Environmental Sector Review United Nations Development Program, Yakarta.
- Carlson P.R., L.A. Yadro, C.F. Zimmermann y J.R. Montgomery, 1983. Pore Water chemistry of fan overwabs mangrove island, Florida Scientist, 46: 239 – 249.
- Carter, M.R., L.A. Burus, T.R. Cavinder, K.R. Dugger, P.L. Fore, D.B. Hicks, H.L. Revells y t.W. Schidt, 1973. Ecosystem análisis of the Big Ciprés Swamp and estuarios. U.D. environmental Protection Agency Region IV, Atlanta, Ga.
- Chapman, V. J., 1970. Mangrove Phytosociology. Trop. Ecol. No. 5: 1 – 19.
- Cintron, G., A.E. Lugo y R. Martinez, 1985. Structural and functional properties of mangroves forest. In: D'Arcy, W.G. y M.D. Correa A. (Eds) The botany and natural history of Panama: La botánica e historia natural de Panamá IV. Series: Monographs in systematic botany, 10. Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri: 53 – 66.
- Cintron, G., A.E. Lugo, D.J. Pool Y G Morris, 1978. Mangroves of and environments in Puerto Rico and adjacent islands. Biotropica, 10: 110 – 121.
- Cohen, A.D., 1968. The petrography of some Prats of southern Florida (with special referente to the origin of coal). Dissertation. Universidad de Pensylvania, University Parki, Pensylvania, E.U. 145 pp.
- Coulter, J.K. 1972. The management of acid sulphate and pseudos-acid sulphate soils for agricultura and other uses. Internacional Simposium on Acid Sulfate Soils, 13 -20 de Agosto. Internat. Inst. for Land Reclam. and Improvement. Wagenwigen, 18 (1): 225 – 201.
- Cundell, A.M., M.S. Brown, R. Stanford y R. Mitchell, 1979. Microbial degradation of Rhizophora mangle leaves immersed in the sea. Est. Coast. Mar. Sci., 9: 281 – 286.
- Curray, J.R., F.J. Emmel y P.J.S. Crompton, 1969. Holocene History of a strand plain lagoonal coast, Nayarit, México. En: Ayala- Castañares, A. y F.B. Phleger (Eds.) "Lagunas Costeras un Simposio",

- Mem. Simp Intern. Lagunas Costeras (Nov. 28 - 30, 1967.) UNAM UNESCO, México, D.F.: 63 - 100.
- Darnell, R.M. 1967. The Organic Detritus Problem En: Lauff, G.H. (Ed.), estuarios, AAAS Publ. No. 83: 374 - 375.
- Day, J.W., R.H. Day, M.T. Barreriro, F Ley-Lou, y C.J. Madden, 1982. Primary Production in the Laguna de Terminos, a Tropical Estuary in the Southern Gulf of México. *Oceanologica Acta*, 5 (4): 269-276.
- Day, J.W., W.G. Smith, P.R. Wagner y W.C. Stone, 1973. Community structure and carbon budget of a SALT marsh an shallow bay estuarine system in Louisiana. Centr for Wetland Resorce, Louisiana State University, Baton Rouge, No. LSU - SG - 72-04.
- Day, J.W., W.H. Cvonner, F.Ley-lou, R.H. Day y A. Machado-Navarro, 1987. The productivity and composition of mangrove forest, Laguna de Términos, México. *Aqua. Bot.*, 27:267-284.
- Delgadillo, A.M. y Montes, O.E., 1994. Estero El Salado: caracterización ecológica del medio natural. Reporte Técnico al Grupo SITUUR-MEGLANDA, S.A. de C.V., México. 24 pp. (No publicado)
- Durako, M.J., M.D. Murphy y K.D. Haddad, 1988. Assesment of Fisheries Habitat. Northeast Florida. *Flo. Mar. Research Publ.*, 45. 51 pp.
- Edwards, R.R.C., 1978, Ecology of Coastal Lagoon Complex in México, *Estuar. Coas. Mar. Sci.*, 6: 75-92.
- EG & G, S.A., 1993, Plan para administrar la calidad de agua en Puerto Vallarta. Presidencia Municipal de Puerto Vallarta, Jalisco. 68 pp. (No publicado)
- Espinoza, M., P. Sánchez y E. Muñoz, 1981. Valor energético de los detritus y algunos aspectos sobre la productividad y degradación de *Rhizophora mangle*, en tres zonas de manglar de la Bahía de la Paz, B.C.S. *Inf. Lab. CIB*: 137 - 179.
- Flores Verdugo, F.J., 1985. Aporte de materia orgánica por los principales productores primarios a un ecosistema Lagunar estuarino de boca efímera. Tesis Doctoral U.A.C.P y P.C.C.H., UNAM México. 191 pp.

- Flores-Verdugo, F.J., J.W. Day, Jr. Y R. Briseño-Dueñas, 1987. Structure, litterfall, decomposition, and detritus dynamics of mangroves in a Mexican coastal lagoon with an ephemeral inlet. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 35 83/90
- Fosberg, F.R., 1971. Mangroves versus Tidal Waves, *Biol. Conserv.*, 4 38/39.
- García, E., 1973, modificaciones al Sistema de clasificación Climática de Koppen (Adaptación a condición de la República Mexicana), UNAM, Inst. de Geografía. 243 pp
- García, E., 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Koppen (adaptación a condición de la República Mexicana), UNAM, Inst. de Geografía. 243 pp
- García, S. y L. Le Reste, 1987. Ciclos Vitales. Dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO Documento técnico de Pesca 203.180 pp.
- González-Farías, F. y L.D. Mee, 1988 Efecto of mangrove humic-like substances on biodegradation rate of detritus. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 119: 1-13.
- González-Farías, F., 1985. Importancia ecológica de la materia orgánica y su biodegradación en el Estero de El Verde, Sinaloa, México. Tesis Doctoral U.A.C.P.P.CCH, UNAM. México, 171 pp.
- Haddad, K.d. y B.A. Harris, 1985 Use of remote sensing to assess estuarine habitats Proceedings of the Fourth Symposium on coastal and ocean management "Coastal Zone 85". ASCE/Baltimore, Julio 30 Agosto 1, 662-675.
- Hamilton, L.S. y S.C. Snedaker, 1984, Handbook for Mangrove area Management United Nations Environmental Programme and East-West Center, Environm. And Policy Inst., Honolulu, Hawaí. 123 pp.
- Heald, E.J. y W.E. Odum, 1970. The contribution of mangroves swamps to Florida Fisheries. *Proc. Gulf Caribb. Inst.* 22: 130-135
- Heald, E.J., 1969. The production of organic detritus in a South Florida Estuary. PhD. Dissertation. Univ. of Miami, Florida. 110 pp.
- Heald, E.J., 1971. The production of organic detritus in a South Florida Estuary Univ. of Miami. Sea Grant Tech. Bull. 6: 1-110.

- Heald, E.J., 1971. The production of organic detritus in a South Florida Estuary. Univ. of Miami. Sea Grant Tech. Bull 6: 1-110.
- Hendrickx, M.E. y L. Sánchez-Osuna, 1983. Estudio de la fauna marina y costera del sur de Sinaloa, México. V. Contribución al conocimiento de los crustáceos planctónicos del Estero El Verde. Rev. Biol. Trop., 31(2):283-290.
- Hendrickx, M.E.; F. Flores-Verdugo; Am.M. van der Heiden y R. Briceño-dueñas, 1983 Fauna survey of decapod crustaceans, reptiles and coastal birds of the Estero El Verde, Sinaloa, México, with some notes on their Biology. An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univer. Nal. Autónoma, México, 10 (1) 187-194.
- Khoo, K.H., 1976 Optimal Utilization and Mangement of Fisheries Resources. In Fredercks, M.J. (Ed.) Proceedings of the Seminar on the development of the fisheries sector in malaysia. J. Malays. Econ. Assoc., 13:40-50.
- Lahmann, E.J., S.C. Snedaker y M.S. Brown, 1987 Structural comparisons of mangrove forest near shrimp ponds in southern Ecuador. Interciencia, 12 (5): 240-243
- Lankford, R.R., 1977, Coastal lagoons of México: their origin and classification, In: Wiley, M. (Ed.) Estuarine Processes, Circulation, Sediments and Transfer of Materials in the Estuary. Academic Press Inc., Nueva Yor, 2: 182-215.
- Lewis, R.R., 1982 Mangrove Forest. In: Lewis, R.R. (Ed.) Creation and Restoration of coastal plant communities. Boca Raton, Florida, CRC Press: 153-171.
- Lugo, A.E. y S.C. Snedaker, 1975 Properties of mangroves forest in Southern Florida. In: Walsh, G., S. Snedaker y H. Teas (Eds.) Proceedings of the International Symposium of the Biology and Management of Mangroves. Univ. de Florida, Gainesville: 170-211.
- Lugo, A.E. y S.C. Snedaker, 1976 The ecology of mangroves, Annu. Rev. Ecol. Syst., 5:39-64.
- Lugo, A.E., M. Sell y S.C. Snedaker, 1976. Mangrove ecosystem analysis. In: Patten, B.C. (Ed.) System Analysis and Simulation in Ecology. Academic Press, Nueva York; 113-145.
- Macnae, W., 1974. Mangrove forest and Fisheries. Roma. FAO, FAO/UNDP Indian Ocean Fishery Programme, IOFO/Dev/7434: 35pp.

- Maley, D.F., 1978. Degradation of mangrove leaf litter by the tropical sesamid crab *Chirostomanthes onicophorum*, 1978. Mar. Biol., 49: 377-385.
- Mann, K.H., 1972. Macrophyte production and detritus food chains in coastal waters Mem. Inst. Ital. Idrobiol., Palianza, Italia, 29: 353-383.
- Mann, K.H., 1982. Ecology of coastal waters. Studies in Ecology. In: Anderson, D.J., P. Greig-Smith Ma. Y F.A. Piteika (Ed.), Vol 8:317 pp.
- Martosubroto, P. y N. Naamin, 1977, Relation Between tidal forest (mangroves) and comercial shirmp production in Indonesia, Mar. Res. Indo., (18): 81-85.
- Mathias, J.A., 1975, Malasyan mangrove swamps: leaf litter breakdown and estuarine productivity. Abstracts 38th Annual Meeting of the American Society of Limnology and Oceanography, Halifax.
- McGill, J.T., 1959. Costal classification maps. In: Russell, R.J. (Ed.) Second Coastal Geography Conference. Coastal Studies Institute, Louisiana State Univ., Baton Rouge, Louisiana. 1-22.
- McHugh, J.L. 1976 Estuarine Fisheries: Are they doomed? In: Wiley, M. (Ed.) Estuarine Processes, Vol. 1 Academic Press, Nueva York: 15-27.
- Myers, N., 1984, GAIA An Atlas of Planet Management Anchor Press. Nueva York. 273 pp.
- Nedwell, D.B., 1975. Inorganic nitrogen metabolism in a eutrophicated tropical mangrove estuary. Water Res., 9: 221-231.
- Nickerson, N.H. y F.R. Thibodeau, 1985. Association Between pore water sulfide concentrations and the distribution of mangroves Biogeochem., 1: 183-192.
- Nixon, S.W. y C.A. Ovián, 1973. Ecology of a New England SALT marsh Ecological Monographs, 43: 463-498.
- Nixon, S.W., 1981 Remineralization and nutrient cycling in coastal marine ecosystems In: Neilson, B.J. y L.E. Cronin (Eds.) Estuaries and Nutrients. Humana Press. New Jersey 111-138.
- Norma Oficial Mexicana NMX-AA-102-SCFI-2006 – Detección y enumeración de Organismos Coliformes Termotolerantes y *Escherichia coli* Presuntiva- Método de filtración en membrana (cancela a la NMX-AA-102-1987)

Norma Oficial Mexicana NOM- AA -42 Análisis de agua – Determinación de Número más probable de Coliformes Totales y Fecales – 1981 México, D.F.

Noruddin M., 1987. Effects of shrimp farming and other impacts on mangroves of Bangladesh. In: Papers Contributed to the Workshop on Strategies for the Management of Fisheries and Aquaculture in Mangrove Ecosystems. FAO Fisheries Report No. 370 Supplement, Bangkok, Thailand, 23-25 Junio de 1986 : 46-66.

Odum, W.E. y E.J. Heald. 1975. Mangrove forest and aquatic productivity, Chapter 5. In: An Introduction to Land-Water Interaction. Springer-Verlag Ecological Study Series, Nueva York.

Odum, W.E., 1971., Pathways of energy flow in a south Florida Estuary Univ. of Miami Sea Grant Bull., 7: 162 pp.

Odum, W.E., 1974 Potential effects of aquaculture on inshore coastal waters Environ. Conserv., 1: 225-230.

Odum, W.E., 1980., The status of three ecosystem-level hypotheses regarding salt marsh estuaries: Tidal subsidence, outwelling, and detritus-based food chains. In: Kennedy. V.S. (Ed.) Estuarine Perspectives, Academic Press, Inc., Nueva York: 485-495.

Odum, W.E., 1982. Environmental Degradation and the tyranny of small decisions. Bio Science, 23: 728-729.

Odum, W.E., C.C. Melvor y T.J. Smith, III, 1982. The ecology of mangroves of south Florida: A Community profile. Biological Service Program, U.S. Department of the Interior FWS/OBS-81/24, 144 pp.

Odum, W.E., J.S. Fisher y J. Pickard, 1979. Factors controlling the flux of particulate organic carbon from estuarine wetland. In: Livingston, R.J. (ED). Ecological Processes in Coastal and Marine Systems. Plenum Press, No. 10, Ecological Study Series: 69-80.

Ong, J.E., 1982. Mangroves and aquaculture in Malaysia. Ambio, 11:252-257.

Pannier, F. y R.F. Pannier, 1976. Manglares un enfoque fisiológico. Biología, 6 (1): 51-57.

Página web: www.esterodelsalado.org

Pauly, D. y J. Ingles. 1986. The relationship between shrimp yields and Intertidal vegetation (mangroves) areas: a reassessment. Proc. Recruitment Workshop. C. del Carmen, México. Abril en prensa.

Penn, J. W. 1983. an assessment of potencial yields from the offshore demersal shrimp and fish stocks in Bangladesh waters (including comments on trawl fishery 1981/82) FAO/UDPN Fishery Advisory service Project (Fase 2), ROMA, FAO, Fl. DP/BGD/81/036, Documento de Campo. 29 pp

Pennington, T.D y J. Sarukan, 1968, Arboles tropicales de México, Naciones Unidas, FAO. Librería del Congreso. Catálogo número 68-57357: 413 pp.

Phral, H. von, 1979 Importancia del manglar en la biología de los camarones peneidos. In: The Mangrove Ecosystem: Human Uses and Management Implications. Reporte del seminario organizado por la UNESCO en Cali, Colombia, 27 de Noviembre - 1 de Diciembre 1978. UNESCO Reporte in Marine Science 9, UNESCO Regional Office for Science and Technology for Latin America and the Caribbean, Montevideo, Uruguay.

Pool, D. J., A.E. Lugo y S.C. Snedaker, 1975. Litter Production in Mangrove Forest of Southern Florida and Puerto Rico. In: Walsh, G., S.C. Snedaker y H.J. Teas (Eds) Proceedings of the International Symposium on Biology and Management of Mangrove. Institute of Food and Agricultural Science. Univ. of Flo., Gainesville, Florida: 213-237.

Pool, D.J., S.C. Snedaker y A.E. Lugo, 1977. Structure of mangrove forest in Florida Puerto Rico, México and Central America. Biotrópica 9: 195-212.

Prakash A.; M.A. Rashid, A. Jensen y D.V. Subba Rao, 1973. Influence of humic substances on the growth of marine phytoplankton Diatoms. Limnol. Oceanograph., 18 (4): 516-524.

Prakash, A. y M.A. Rashid, 1968. Influence of humic substances on the growth of Marine Phytoplankton: Dinoflagelates. Limnol. Oceanogr., 13: 598-606.

Reyes, J.G., 1981. estudio preliminar sobre la producción primaria y la dinámica de los nutrientes en el Estero El Verde, Sinaloa, México Tesis Maestría. UACPP-CCH, UNAM. México, 32 pp.

Rico-Gray y A. Lot-helgueras, 1983. Producción de hojarasca del manglar de la laguna de la Mancha, Veracruz, México. Biotica, 8(3): 295-302.

Riley, J.P. y D. Taylor, 1972. The concentrations of cadmium, copper, iron, manganese, molybdenum, nickel, vanadium and zinc in part of the tropical North-East Atlantic Ocean Deep-Sea Res., 19: 307-317.

Rollet, B. 1974. Ecología y Reforestación de los manglares de México Informe Técnico 6. Programa de Investigaciones y Fomento Pesquero. O.E.A. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 105 pp.

Shepard, F.P., 1973. Submarine Geology. Harper and Row Pub. Inc Nueva York 517 pp.

Snedaker, R.C. y A.E. Lugo, 1973. The role of mangroves ecosystems in the maintenance of environmental quality and a high productivity of desirable fisheries. Reporte Final. Contrato 14-16-008 606 to the Bureau of Sport Fisheries and Wildlife. 381 pp.

Snedaker, S.C., 1982. Mangrove species zonation: Why? In: Sen, D.N. y K.S. Rajpurohit (Eds.) Task for Vegetation Science Dr. W. Junk Publ., La Haya: 11-125.

Soedaker, S.C., Dickson, J.C. III, M.S. Brown y E.J. Lahmann, 1988. Ubicación de piscinas camaroneras y alternativas de manejo en ecosistemas de manglares en el Ecuador. Informe Final. Agencia para el Desarrollo Internacional Estados Unidos contrato No. DPE-5542-G-SS-4022-00. Traducido al español por PMRC. 83pp.

Staples, D.J., D.J. Vance y D.S. Healds, 1985. Habitat requirements of juvenile penaeid prawns and their relationship to offshore fisheries. In: Rothlisberg, P.C., B.J. Hill y D.J. Staples (Eds.). Second Australian National Prawn Seminar, NPS2, Cleveland, Australia. 47-54.

Subba-Rao, D.V., 1978. Spatial and temporal variations of phytoplankton production in lagoons. UNESCO Technical Papers in Marine Science, 30 pp.

Teal, J.M., 1962. Energy Flow in the Salt Marsh Ecosystem of Georgia Ecol., 43: 614-624.

Teas, H., 1979. Silviculture with saline water. In: Hollaender A. (Ed.) The biosaline concept. Plenum Publ. Corp. 117-161.

Thorhaug, A., 1987. Restoration of mangroves and seagrasses and attendant economic benefits for fisheries and mariculture. Management, Policy and Planning. In: Papers Contributed to the Workshop on Strategies for the Management of Fisheries and Aquaculture in Mangrove Ecosystems. FAO Fisheries Report No. 370 Supplement. Bangkok, Thailand. 23-25 Junio de 1986. 142-159.

- Turner, R.E. 1982. Wetland losses and coastal fisheries. An enigmatic and economically significant dependency. In: Boesh, D.F. (Ed.). Conference on coastal erosion and wet.
- Turner, R.E., 1977, Intertidal vegetation and comercial yields of penised shrimp. *Trans Am. Fish. Soc.*, 106: 411-416.
- U.S. Environmental Protection Agency. Basic Water Quality Chemistry. - 1975
- U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Análisis of Water an Wastes. - 1974.
- U.S. Environmental Protection Agency. Water Quality Criteria. - 1972.
- Vazquez-Olguin, D.L. 1986. Variaciones morfométricas de las hojas de *Zostera marina* L. de agosto a diciembre de 1982 en Bahía Falsa, San Quintin Baja California, México. Tesis de licenciatura. Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Baja California 86 pp.
- Waaland, J.R., 1977. Common Seaweeds of the Pacific COSAT. Pacific Search Press. Washington 119 pp.
- Wood, E.J.F., W.E. Odum y J.C. Zieman, 1969. Influence of seagrass on the productivity of coastal lagoons. In: Ayala-Castañares A. y F.B. Phueger, (Eds.). Coastal Lagoons a Symposium. Mem. Intern. UNAM-UNESCO, México, D.F. Nov. 67: 495-502.

ANEXOS

ANEXO 1

METODO PARA LA DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES POR EL METODO DEL NUMERO MAS PROBABLE (NMP).

I INTRODUCCION

La presencia de coliformes en el agua, indica contaminación por excretas fecales de organismos de sangre caliente, como lo es el hombre.

Las heces contienen una variedad de microorganismos y formas de resistencia de los mismos, involucrando organismos patógenos, los cuales son un riesgo para la salud pública, al estar en contacto con el ser humano.

El agua es el transporte de los microorganismos y mediante el análisis de coliformes en ella, podemos establecer los riesgos de contaminación.

Los coliformes comprende bacilos cortos, no esporulados aerobio o anaerobios facultativos gram negativos que fermentan la lactosa con producción de gas y acidez $35^{\circ} \pm 0.5^{\circ} \text{C}$ en 48 horas.

Los coliformes fecales son bacilos cortos, gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de acidez y gas a temperatura entre $35^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ y 44.5°C en periodos de 24 a 48 horas.

El 95 % de los coliformes de origen fecal da positiva la prueba de la temperatura.

Es importante señalar que estos organismos están relativamente ausentes si la contaminación no es de origen fecal. El tiempo de supervivencia del grupo coliforme fecal en agua es más corto que el de otros organismos coliformes, de origen no fecales. Por lo que una densidad alta de coliformes fecales indica una contaminación relativamente reciente.

II. METODO DE ANALISIS

1. Método de tubos múltiples de fermentación
2. Método de filtro de membrana.

III. METODO DE APLICACIÓN

Método de tubos múltiples de fermentación.

1. FUNDAMENTO

Fermentación de la lactosa con formación de gas, en condiciones específicas de tiempo y temperatura por medio del grupo coliforme.

En el caso de coniformes fecales; diferenciación posterior de bacilos coniformes de origen fecal y no fecal.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Este método es aplicable en aguas de origen natural y residual.

3. INTERFERENCIAS

Las pruebas están sujetas a interferencias debido a otras especies de bacterias; por ejemplo, la presencia de *Pseudomonas* da resultados iguales que los coliformes.

4. MATERIAL Y EQUIPO.

4.1 Incubadoras de convección mecánica con termostato.

4.2 Autoclave.

4.3 Potenciómetro o papel pH.

4.4 Balanza granataria, sensibilidad menor de 2 gramos.

4.5 Recipiente de vidrio Pyrex ó de acero inoxidable para la preparación de medios.

4.6 Pipetas con error de calibración menor de 2.5%, con tapón de algodón en el extremo superior.

4.7 Pipeteros de aluminio.

4.8 Frascos o tubos de dilución de vidrio Pyrex, con tapón que no produzca sustancias tóxicas durante la esterilización.

4.9 Tubos de ensaye de vidrio de 15 x 150 mm con tapón de rosca, de preferencia.

4.10 Tubos Durham ó hemólisis.

4.11 Gradilla metálica

4.12 Mecheros

4.13 Material común de laboratorio

NOTA: Todo el material de vidrio se esteriliza en autoclave a 15 lb de presión durante 15 minutos

5. REACTIVOS Y SOLUCIONES

5.1 Caldo lactosado. Para su preparación deben seguirse las instrucciones del fabricante. Disolver 13 g de polvo en un litro de agua destilada. Distribuir 10 ml de solución, en tubos de ensaye que tengan un tubo Dirham invertido y esterilice en autoclave a 121°C (15 libras de presión) durante 15 minutos. No se debe exponer el medio al calor prolongado. Después de la esterilización enfríe tan rápido como se pueda. El pH de la solución debe ser 6.9.

5.2 Caldo laurel triptosa. Disolver 35.6 g de polvo en un litro de agua. Proceder igual que para 5.1. Este caldo puede sustituir al lactosado.

5.3 Caldo lactosado bilis verde brillante al 2%. Disolver 40 g del material deshidratado en un litro de agua destilada. Distribuir en tubos de ensaye que contengan un tubo Dirham invertido en porciones de 10 ml. Esterilizar en autoclave a 121°C (15 libras de presión) durante 15 minutos. El pH debe ser de 7.2 después de la esterilización.

5.4 Solución madre de fosfatos. Disolver 34 g de fosfato monobásico de potasio (KH_2PO_4) en 500 ml de agua destilada, ajustar el pH a 7.2 con NaOH 1N y diluir a 1000 ml con agua destilada.

5.5 Solución de sulfato de magnesio. Disolver 50 g de sulfato de magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) en agua destilada y aforar a 1000 ml.

5.6 Agua de dilución. Agregar 1.25 ml de la solución madre de fosfatos y 5 ml de sulfato de magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) en un litro de agua destilada y distribuir en tubos con 10 ml que permitan obtener después de esterilizar un volumen de 9.9 ± 2 ml.

5.7 Medio EC. Seguir las intrucciones del fabricante. Disolver 37 gramos en polvo en un litro de agua destilada, se distribuye en tubos de fermentación con tubos Dirham para la

investigación de gases. Se esteriliza en autoclave a 121 ° C (15 libras de presión) durante 15 minutos.

5.7.1 Caldo ácido bórico. Sustituye el medio EC. Disolver 34.6 g en un litro de agua destilada, proceder en la misma forma que para 5.7.

NOTA: Los medios deshidratados deben estar en frascos perfectamente cerrados, en la oscuridad, a temperatura inferior de 30 °C y en una atmósfera de baja humedad, los frascos deben guardarse invertidos con la boca hacia abajo, no usarlos si han perdido color o se han compactado. La cantidad de medio que se prepare debe ser tal que todo el medio se ocupe en menos de una semana.

El medio líquido en los tubos de fermentación, se guarda en refrigeración.

Antes de utilizar los tubos con el medio líquido, incubar, con el propósito de descartar aquellos que produzcan burbujas de aire, sobre todo aquellos tubos que se han almacenado a baja temperatura.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 Prueba presuntiva

6.1.1 A un tubo que contenga 9 ml de agua de dilución previamente esterilizado, agregar 1 ml de muestra para obtener una dilución de 10^{-1} homogenizarlo con la misma pipeta.

6.1.2 Tomar 1 ml de la dilución 10^{-1} y pasarlo a otro tubo de ensayo que contenga 9 ml de agua de dilución estéril para obtener una dilución de 10^{-2} . Se procede de la misma forma para obtener una dilución de 10^{-3} y así sucesivamente.

- 6.1.3 Tomar 5 tubos de fermentación que contengan caldo lactosado ya estéril y, adicionar a cada uno, un mililitro de la primera dilución, tapar los 5 tubos, de esta primera serie, estos deben estar perfectamente marcados para evitar que se confundan. Homogeneizar todos los tubos.
- 6.1.4 En otros 5 tubos de fermentación esterilizados que contengan caldo lactosado estéril, adicionar un mililitro de la segunda dilución a cada uno y tapar. Homogeneizar todos los tubos.
- 6.1.5 Proceder en la misma forma con cada una de las diluciones seleccionadas.
- 6.1.6 Incubar todos los tubos de la diluciones seleccionadas a 35°C durante 24 ± 2 horas.
- 6.1.7 Revisar los tubos de fermentación para observar si dentro de los tubos Durham se han formado gas, si esto sucede se considera la prueba positiva. Anotar los tubos positivos y a que dilución pertenecen.
- 6.1.8 Incubar los tubos que no presentan formación de gas otra $24 \text{ h} \pm 2$.
- 6.2 La formación de gas dentro de $48 \text{ h} \pm 3$ horas de incubación total constituye una prueba positiva y da un indicio de la presencia de coliformes.

La ausencia de gas al final de $48 \text{ h} \pm 3$ horas de incubación total indica una prueba negativa es decir, ausencia de coliformes y por lo tanto, el análisis que concluido.

6.3 Prueba confirmativa para coliformes totales.

- 6.3.1 Cada uno de los tubos positivos del inciso 6.1.7 y los de 6.1.9 se deben resembrar en 5 tubos de fermentación que contengan caldo lactosado bilis verde brillante estéril, utilizando una asa de siembra esterilizada en la flama del mechero, ésta debe enfriarse antes de introducirla al tubo positivo.
- 6.3.2 Se incuban los tubos a $35^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

6.3.3 Examinar cada tubo a las $24 \text{ h} \pm 2$ horas. Los tubos que presentan formación de gas se consideran positivos. Incubar los tubos que no presenten formación de gas otras $24 \text{ h} \pm 2$ horas.

6.3.4 La formación de gas dentro de $48 \text{ h} \pm 3$ horas de incubación total, constituye una prueba confirmativa de la presencia de coliformes totales.

6.3.5 La ausencia de gas dentro de $48 \text{ h} \pm 3$ de incubación total constituye una prueba de la ausencia de coliformes totales.

6.4 Prueba confirmativa para coliformes fecales

6.4.1 De los tubos que resulten positivos de la prueba presuntiva, inocular usando una asa de una a tres veces en tubos de fermentación con caldo de ácido bórico o medio EC.

6.4.2 Incubar los tubos a $43 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ y $44.5 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ respectivamente, según el medio que se haya utilizado durante 48 ± 3 horas.

6.4.3 La formación de gas dentro de 48 ± 3 horas de incubación total constituye una prueba confirmativa de la presencia de coliformes fecales.

6.4.4 La ausencia de gas dentro de $48 \text{ h} \pm 3$ horas de incubación total constituye una prueba de la ausencia de coliformes fecales.

7. CALCULOS

Con el número de tubos positivos de cada serie, obtenidos hasta las 48 horas ± 2 , se busca el número más probable de coliformes en las tablas de número más probable

En caso de que no aparezca en la tabla el código obtenido. Se puede determinar por la siguiente fórmula.

$$\text{NMP/100 ml} = \frac{\text{Número de tubos positivos} \times 100}{\text{ml de muestra en los tubos negativos} \times \text{ml de muestra de todos los tubos}}$$

Los resultados se expresan en forma de quebrado, en donde el numerador es el número total de tubos positivos y el denominador el total de tubos empleados en cada dilución, por ejemplo: 3/3, 2/3, 1/3 significa 3 tubos positivos para la primera dilución, 2 para la segunda y 1 positiva para la tercera, en total 9 tubos.

Para este caso se tiene un código de 3,2,1 que da un valor de 150 coliformes por 100 ml de muestra.

Cuando se siembran más de 3 diluciones se necesita seleccionar las tres diluciones más altas.

NMX-AA-102-SCFI-2006 CALIDAD DEL AGUA

DETECCIÓN Y ENUMERACIÓN DE ORGANISMOS COLIFORMES, ORGANISMOS COLIFORMES TERMOTOLERANTES Y *Escherichia coli* PRESUNTIVA – MÉTODO DE FILTRACIÓN EN MEMBRANA (CANCELA A LA NMX-AA-102-1987)

WATER QUALITY – DETECTION AND ENUMERATION OF COLIFORM ORGANISMS, THERMOTOLERANT COLIFORM ORGANISMS AND PRESUMPTIVE *Escherichia coli* – MEMBRANE FILTRATION METHOD

NMX-AA-102-SCFI-2006

PREFACIO

En la elaboración de esta norma mexicana participaron las siguientes asociaciones, cámaras, dependencias, laboratorios privados, instituciones de educación superior e institutos de investigación:

- CENTRO DE SERVICIOS QUIMICOS DE AGUASCALIENTES.
- CENTRO NACIONAL DE METROLOGIA.
- COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO.
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.
- COMISION NACIONAL DEL AGUA.
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
- CORPORACION MEXICANA DE INVESTIGACION EN MATERIALES.
- DIRECCION GENERAL DE NORMATIVIDAD Y APOYO TECNICO.
- ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS I.P.N.
- FISHER SCIENTIFIC MEXICANA S.A. DE C.V. (CASA ROCAS, S.A.)

- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL

Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica.

- INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA.

- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA

- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES MONTERREY.

- LABORATORIO CONTROL QUIMICO/NOVAMANN, S.A. DE C.V.

- LABORATORIO DE ECOLOGIA INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

NMX-AA-102-SCFI-2006

- LABORATORIO DE PEMEX PERFORACION Y MANTENIMIENTO DE POZOS.

- LABORATORIO DE QUIMICA DEL MEDIO E INDUSTRIAL, S.A DE C.V.

- LABORATORIO IDECA, S.A. DE C.V.

- LABORATORIO QUIMICO INDUSTRIAL.

- LABORATORIOS ABC QUIMICA, INVESTIGACION Y ANALISIS, S A DE C.V

- MERCK- MEXICO, S.A.

- PERKIN ELMER DE MEXICO, S.A.

- PETROQUIMICA CANGREJERA, S.A. DE C.V.

- PETROQUIMICA MORELOS, S.A DE C.V.

- PETROQUIMICA PAJARITOS, S.A. DE C.V.

- PROTECCION AMBIENTAL Y ECOLOGIA, S.A. DE C.V.

- SECRETARIA DE SALUD.

- SERVICIOS AMBIENTALES MÚLTIPLES E INGENIERÍA, S.A. DE C.V.
- SERVICIOS DE INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL.
- SISTEMA INTERMUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.
- UAM AZCAPOTZALCO.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Facultad de Química

Instituto de Geofísica.

Instituto de Ingeniería

- VARIAN, S.A. DE C.V.

PREFACIO

Número de capítulo Página

- 0 Introducción
- 1 Objetivo y campo de aplicación
- 2 Referencias
- 3 Principio del método
- 4 Definiciones
- 5 Reactivos y patrones
- 6 Equipo y materiales
- 7 Recolección, preservación y almacenamiento de muestras
- 8 Control de calidad
- 9 Calibración

- 10 Procedimiento
- 11 Cálculos
- 12 Interferencias
- 13 Seguridad
- 14 Manejo de residuos
- 15 Bibliografía
- 16 Vigencia de esta norma
- 17 Concordancia con normas internacionales

NMX-AA-102-SCFI-2006

CDU: 628.163 CANCELA A LA NMX-AA-102-1987

CALIDAD DEL AGUA – DETECCIÓN Y ENUMERACIÓN DE ORGANISMOS COLIFORMES, ORGANISMOS COLIFORMES TERMOTOLERANTES Y *Escherichia coli* PRESUNTIVA – MÉTODO DE FILTRACIÓN EN MEMBRANA (CANCELA A LA NMX-AA-102-1987)

WATER QUALITY – DETECTION AND ENUMERATION OF COLIFORM ORGANISMS, THERMOTOLERANT COLIFORM ORGANISMS AND PRESUMPTIVE *Escherichia coli* – MEMBRANE FILTRATION METHOD

0 INTRODUCCIÓN

La presencia y extensión de la contaminación fecal es un factor importante en la determinación de la calidad de un cuerpo de agua. El análisis de muestras de agua para determinar la presencia de miembros del grupo coliforme, que habitan normalmente en el intestino del hombre y otros animales de sangre caliente, da una indicación sensible de dicho tipo de contaminación. Dado que la capacidad de algunos miembros del grupo coliforme para sobrevivir en agua es limitada, sus números pueden emplearse también para estimar el grado de contaminación fecal.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana describe un método para la detección y enumeración de organismos coliformes, organismos coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* presuntiva (E. coli) en agua, después de una filtración a través de una membrana celulósica, su subsecuente cultivo en un medio diferencial lactosado y el cálculo de sus números en la muestra.

Este método es aplicable a todo tipo de agua, exceptuando aguas salinas con altos contenidos de diatomeas o cuando números grandes de otros organismos puedan interferir con el crecimiento.

La selección de las pruebas empleadas en la detección y confirmación de los grupos de organismos coliformes, incluyendo E. coli puede verse como parte de una secuencia continua. El grado de

confirmación en una muestra en particular depende parcialmente de la naturaleza del agua y de las razones para llevar a cabo el examen. En la práctica, la detección en agua de *E. coli* presuntiva como se define en el punto 3.3 de esta norma da usualmente una indicación satisfactoria de contaminación fecal.

2 REFERENCIAS

Esta norma mexicana se complementa con la siguiente norma oficial mexicana vigente o la que la sustituya:

NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.

3. PRINCIPIO

El método se basa en la filtración de una muestra directa o una alícuota de la muestra a través de una membrana de celulosa que retiene los organismos, colocando la membrana ya sea en un medio de cultivo selectivo de agar lactosado o en un cojinete absorbente saturado con un medio líquido lactosado.

La membrana se incuba durante 24 h ya sea a 35°C - 37°C para la detección de organismos coliformes, o alternativamente a 44,0°C ± 1°C para la presencia de organismos coliformes termotolerantes.

Se lleva a cabo la cuenta directa de las colonias características desarrolladas sobre la membrana, y algunas de estas colonias se resiembran para pruebas confirmativas para producción de gas e indol. Finalmente se hace el cálculo del número de organismos coliformes, organismos coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* presuntiva que pueden estar presentes en 100 mL de la muestra.

El sistema de unidades utilizado en la presente norma debe cumplir con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-008-SCFI (ver 2 Referencias).

4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma mexicana, se establecen las siguientes definiciones:

4.1 Aguas naturales

Agua cruda, subterránea, de lluvia, de tormenta, de tormenta residual y superficial.

4.2 Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias, domésticos y similares, así como la mezcla de ellas.

4.3 Bitácora

Cuaderno de laboratorio debidamente foliado e identificado, en el cual los analistas anotan todos los datos de los procedimientos que siguen en el análisis de una muestra, así como todas las informaciones pertinentes y relevantes a su trabajo en el laboratorio. Es a partir de dichas bitácoras

que los inspectores pueden reconstruir el proceso de análisis de una muestra tiempo después de que se llevó a cabo.

4.4 Blanco analítico o de reactivos

Agua reactivo o matriz equivalente que no contiene, por adición deliberada, la presencia de ningún analito o sustancia por determinar, pero que contiene los mismos disolventes, reactivos y se somete al mismo procedimiento analítico que la muestra problema.

4.5 Descarga

Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

4.6 *Escherichia coli* presuntiva (*E. coli*)

Bacilo Gram negativo, aeróbico o anaerobio facultativo no esporulado que se caracteriza por poseer la enzima beta-galactosidasa, se desarrolla a $44^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, fermenta la lactosa y el manitol produciendo ácido y gas, produce indol a partir del triptofano, es oxidasa negativo y no hidroliza la urea.

4.7 Fermentación

Oxidación aeróbica- anaeróbica de compuestos por la acción enzimática de los microorganismos.

4.8 Filtro de membrana

Técnica que se utiliza para determinar la cantidad de organismos presentes en un volumen de muestra determinado.

4.9 Medio selectivo

Medio de cultivo sólido- líquido que contiene sustancias químicas específicas que permite el desarrollo de un grupo de organismos específicos, inhibiendo al mismo tiempo el desarrollo de otros.

4.10 Medios diferenciales

Medio de cultivo sólido- líquido que contiene sustancias químicas específicas que permiten al observador diferenciar distintos tipos de organismos.

4.11 Muestra

La que se tome en el punto de interés, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento de muestreo

4.12 Organismo aerobio

Organismo que requiere de oxígeno molecular para su desarrollo

4.13 Organismo anaerobio

Organismo que se desarrolla en ausencia de oxígeno molecular.

4.14 Organismo Anaerobio facultativo

Organismo que se desarrolla tanto en condiciones aerobias como anaerobias

4.15 Organismos coliformes

Comprende todos los bacilos aerobios o anaerobios facultativos Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa a 35°C a 37°C con producción de gas y ácido en un periodo de 24 h a 48 h.

4.16 Organismos coliformes fecales (termotolerantes)

Comprende todos los bacilos aerobios o anaerobios facultativos, Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44°C ± 1°C en un plazo de 24 h.

4.17 Parámetro

Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad del agua.

5. REACTIVOS Y PATRONES

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser grado analítico a menos que se indique otra cosa.

Agua: Debe entenderse agua que cumpla con las siguientes características:

a) Resistividad: megohm-cm a 25°C: 0,2 MÍN ;

b) Conductividad: $\mu\text{S/cm}$ a 25°C: 5,0 MÁX ;

c) pH: 5,0 a 8,0.

En caso de utilizar medios deshidratados, seguir las recomendaciones del fabricante para su preparación y uso.

5.1 Diluyente.

5.1.1 Diluyente de peptona (0,1%)

Peptona 1,0 g

Agua para llevar a 1 000 mL.

Disolver la peptona en aproximadamente 950 mL de agua.

Ajustar el pH con solución de hidróxido de sodio 1 mol/L o ácido clorhídrico 1 mol/L de modo que después de la esterilización sea de $7,0 \pm 0,1$. Aforar a 1 000 mL con agua, distribuir en volúmenes convenientes y esterilizar en autoclave a $121^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ durante 15 min a una presión manométrica de $0,098066\text{MPa}(1\text{Kg/cm}^2)$.

5.1.2 Solución salina de peptona:

Peptona 1,0 g

Cloruro de sodio (NaCl) 8,5 g

Agua para llevar a 1 000 mL.

Disolver los componentes hirviéndolos en aproximadamente 950 mL de agua. Ajustar el pH con solución de hidróxido de sodio 1 mol/L o ácido clorhídrico 1 mol/L de modo que después de la esterilización sea de $7,0 \pm 0,1$. Llevar a 1 000 mL con agua, distribuir en volúmenes convenientes y esterilizar en autoclave a $121^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ durante 15 min a una presión manométrica de $0,098 066\text{MPa}(1\text{Kg/Lcm}^2)$.

5.1.3 Solución amortiguadora de fosfato:

Fosfato monobásico de potasio (KH_2PO_4) 42,5 mg

Cloruro de magnesio (MgCl_2) 190,0 mg

Agua para llevar a 1 000 mL

5.1.3.1 Solución de fosfato:

Disolver 34 g de fosfato en 500 mL de agua. Ajustar a pH $7,2 \pm 0,5$ con solución de hidróxido de sodio 1 mol/L y aforar a 1 000 mL con agua.

5.1.3.2 Solución de cloruro de magnesio:

Disolver 38 g de cloruro de magnesio en 1 000 mL de agua.

Para usarla, añadir 1,25 mL de solución de fosfato (6.1.4.1) y 5,0 mL de solución de cloruro de magnesio (6.1.4.2) a 1 000 mL de agua. Distribuir en volúmenes convenientes y esterilizar en autoclave a $121^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ durante 15 min a una presión manométrica de 0,098 066 MPa (1 Kg/cm^2).

5.2 Medios de aislamiento

Utilizar uno o más de los siguientes medios de cultivo ya sea en forma sólida como agar o bien como caldo para saturar cojinetes absorbentes:

5.2.1 Medio Endo para membrana

Triptosa 10,0 g

Tiopeptona 5,0 g

Tripticasa (casitona) 5,0 g

Extracto de levadura 1,5 g

Lactosa 12,5 g

Cloruro de sodio (NaCl) 5,0 g

Fosfato dibásico de potasio (K_2HPO_4) 4,375 g

Fosfato monobásico de potasio (KH_2PO_4) 1,375 g

Lauril sulfato de sodio ($NaC_{12}H_{25}SO_4$) 0,05 g

Desoxicolato de sodio 0,1 g

Sulfato de sodio (Na_2SO_4) 2,1 g

Fucsina básica 1,05 g

Agua para llevar a 1 000 mL

Disolver los componentes en agua conteniendo 20 mL de etanol 95% (v/v). Calentar a ebullición, quitar inmediatamente y enfriar a 45°C. No colocar en autoclave. El pH final debe ser de 7.1 a 7.3. Almacenar el medio a 4°C en la oscuridad y desechar el medio que no se haya usado después de 4 días.

NOTA - Este medio puede solidificarse adicionando de 1,2 % a 1,5 % (m/m) de agar antes de hervirlo.

5.2.2 Agar LES Endo

Extracto de levadura 1,2 g

Tripticasa (casitona) 3,7 g

Tiopeptona 3,7 g

Triptosa 7,5 g

Lactosa 9,4 g

Fosfato dibásico de potasio (K_2HPO_4) 3,3 g

Fosfato monobásico de potasio (KH_2PO_4) 1,0 g

Cloruro de sodio (NaCl) 3,7 g

Desoxicolato de sodio 0,1 g

Lauril sulfato de sodio ($\text{NaC}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4$) 0,05 g

Fucsina básica 0,8 g

Agar 15,0 g

Agua para llevar a 1 000 mL.

Disolver los componentes en agua conteniendo 20 mL de etanol 95 % (v/v). Calentar a ebullición, enfriar y distribuir en volúmenes convenientes en cajas de Petri. No colocar en autoclave, almacenar el medio a 4°C en la oscuridad y desechar el medio que no se haya usado después de 2 semanas.

5.2.3 Medio MFC

Triptosa 10,0 g

Peptona proteosa No. 3 o polipeptona 5,0 g

Extracto de levadura 3,0 g

Cloruro de sodio (NaCl) 5,0 g

Lactosa 12,5 g

Sales biliares No. 3 ó mezcla de sales biliares 1,5 g

Azul anilina 0,1 g

Agua para llevar a 1000mL.

Rehidratar en agua conteniendo 10 mL de ácido rosólico (aurina) ($\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_3$) al 1 % en NaOH 0,2 N. Calentar el medio hasta su punto de ebullición, quitar inmediatamente del calor enfriar y distribuir en volúmenes convenientes en cajas de Petri. No esterilizar en autoclave. El pH final debe ser 7.4

El medio debe almacenarse entre 2°C y 10°C y cualquier porción no utilizada debe desecharse después de 96 h.

NOTAS:

1 Este medio puede solidificarse mediante la adición de 1,2 % al 5 % de agar (m/m) antes de la ebullición.

2 El reactivo de ácido rosólico ($C_{19}H_{14}O_3$) se descompondrá si se esteriliza en autoclave. La solución patrón debe almacenarse en la oscuridad entre 2°C y 10°C y debe desecharse después de 2 semanas, o antes si su color cambia de rojo oscuro o café oscuro.

5.3 Medios confirmativos

Utilizar uno o más de los siguientes:

5.3.1 Medio para la producción de gas.

Agua de lactosa peptona.

Peptona 10,0 g

Cloruro de sodio (NaCl) 5,0 g

Lactosa 10,0 g

Rojo de fenol (0.4% m/m en solución acuosa) 2,5 mL

(o indicador de Andrade) (10 mL)

Agua para llevar a 1 000 mL.

Disolver los componentes en agua y ajustar a pH 7,5. Añadir el indicador de rojo de fenol y distribuir en volúmenes de 5 mL en tubos conteniendo tubos de fermentación invertidos (Durham). Alternativamente, ajustar el pH entre 6,8 y 7,0 y añadir el indicador de Andrade. Colocar en autoclave a 110°C durante 10 min o poner a vapor durante 20 min diarios por 3 días sucesivos. Probar la esterilidad por incubación a 37°C durante 24 h.

5.3.2 Medio para la producción de indol

Agua de triptona.

Algunas peptonas que dan resultados satisfactorios a 37° no son satisfactorias para la prueba de indol a 44°C. Se ha encontrado que la triptona es satisfactoria y por lo tanto se recomienda

Triptona 20,0 g

Cloruro de sodio (NaCl) 5,0 g

Agua para llevar a 1 000 mL.

Disolver los componentes en agua y ajustar a pH 7,5. Distribuir en volúmenes de 5 mL y colocar en autoclave a 115°C durante 10 min.

5.3.3 Medio del tubo único tanto para la producción de gas como de indol

Caldo lauril triptosa manitol con triptofano

Triptosa 20,0 g

Manitol 5,0 g

Cloruro de sodio (NaCl) 5,0 g

Fosfato dibásico de potasio (K₂ HPO₄) 2,75 g

Fosfato monobásico de potasio (KH₂ PO₄) 2,75 g

Lauril sulfato de sodio (NaC₁₂ H₂₅ SO₄) 0,1 g

L (-) triptofano 0,2 g

Agua 1 000 mL.

Añadir la triptosa, el cloruro de sodio, el manitol, los fosfatos y el triptofano al agua y calentar para disolver. Añadir el lauril sulfato de sodio y mezclar suavemente para evitar la formación de espuma. Ajustar a pH 6,8 ± 0,2. Distribuir en volúmenes de 5 mL en tubos conteniendo un tubo de fermentación invertido (Durham). Colocar en autoclave a 115°C durante 10 min (en caso de utilizar medio de cultivo comercial siga las instrucciones del fabricante).

5.4 Reactivos

5.4.1 Reactivo de Kovacs para indol

Paradimetilaminobenzaldehído

$((\text{CH}_3)_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{CHO})$ 5,0 g

Alcohol amílico $(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{OH})$

(libre de bases orgánicas) 75 mL

Acido clorhídrico (HCl) (d = 1,18 g/mL) 25 mL

Acido clorhídrico (HCl) (d = 1,18 g/mL) 25 mL

Disolver el aldehído en el alcohol. Añadir con cuidado el ácido concentrado. Proteger de la luz y almacenar a 4°C.

NOTAS:

1. El reactivo debe tener un color de amarillo claro a café claro; algunas muestras de alcohol amílico no son satisfactorias y dan un color oscuro con el aldehído.
2. También se puede utilizar reactivo de Erlich comercial para la determinación de Indol

5.4.2 Reactivo de oxidasa para la prueba de oxidasa

Clorhidrato de tetrametil-p-fenilendiamina 0,1 g

Agua para llevar a 1 000 mL

Este reactivo no es estable y por consiguiente debe prepararse para utilizarlo en pequeñas cantidades cada vez que se necesite.

6. EQUIPOS Y MATERIALES

6.1 Equipos

Aparte de los equipos que se suministran estériles, el material de vidrio y el resto del equipo deben esterilizarse.

- 6.1.1. Horno de aire caliente para esterilización con calor seco.
- 6.1.2. Autoclave.

- 6.1.3. Incubador o baño de agua, controlado termostáticamente a 35°C – 37°C.
- 6.1.4. Incubador o baño de agua, controlado termostáticamente a 44°C ± 0.1 °C.
- 6.1.5. Medidor de pH.
- 6.1.6. Campana de Flujo Laminar (Opcional).
- 6.1.7. Equipo para filtración con membrana.
- 6.1.8. Bomba o sistema de vacío.
- 6.2 Materiales
 - 6.2.1 Membranas filtrantes estériles de aproximadamente 47 mm de diámetro, con características de filtración equivalentes a un tamaño de diámetro nominal de poro de 0,45 µm.
 - 6.2.2 Pinzas de bordes lisos, para manejar las membranas.
 - 6.2.3 Frascos muestreadores, de vidrio resistente o cristal refractario de 125 mL ó 250 mL., con tapón de cristal esmerilado o tapa de rosca de baquelita, frascos de plástico desechables con tapón de rosca estériles ó, o bolsa de recolección de plástico estériles.
 - 6.2.4 Material común de laboratorio.
 - 6.2.5 Tubos de fermentación (tipo Durham)
 - 6.2.6 Asas de inoculación.

7 RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

El análisis bacteriológico de la muestra debe practicarse inmediatamente después de su recolección, es por ello que se recomienda que de no efectuarse así el análisis se incide dentro de las seis horas próximas a la recolección de la muestra y en ningún caso, este lapso debe exceder de 24 h.

Durante el periodo que transcurre del muestreo al análisis, se debe conservar la muestra a 4°C. Con objeto de inhibir la reproducción bacteriana.

8. CONTROL DE CALIDAD

Cada laboratorio que utilice este método está obligado a operar un programa de control de calidad (CC) formal.

8.1 Es obligatorio para el laboratorio mantener los siguientes registros:

- Los nombres, títulos, direcciones y número de teléfono de los analistas que ejecutaron los análisis y el encargado de control de calidad que verificó los análisis.
- Las bitácoras manuscritas del analista y del equipo en los que se contengan los siguientes datos:

a) Identificación de la muestra

b) Fecha del análisis

d) Cantidad de muestra utilizada

e) Número de muestras de control de calidad analizadas

f) Trazabilidad de las calibraciones de los instrumentos de medición

g) Evidencia de la aceptación o rechazo de los resultados

h) Además el laboratorio debe mantener la información original reportada por los equipos, en disquetes o en otros respaldos de información, de tal forma que permita a un evaluador externo reconstruir cada determinación mediante el seguimiento de la información desde la recepción de la muestra hasta el resultado final.

9. CALIBRACIÓN

Se debe contar con la calibración de los equipos y materiales siguientes

9.1 Balanza granataria y/o analítica.

10. PROCEDIMIENTO

10.1 Selección del volumen de muestra

Seleccionar un volumen de muestra tal o una dilución del mismo que dé menos de aproximadamente 100 colonias en una membrana de 47 mm ó 50 mm de diámetro. Para trabajo rutinario se recomienda una muestra de 100 mL. Cuando se espere un contenido alto de bacterias, puede tomarse una muestra más pequeña (20 mL); pero se recomienda poner en el embudo previamente 50 mL de agua de dilución estéril.

10.2 Filtración

Colocar las bases en la unidad filtrante y en ambiente, colocar la membrana con ayuda de las pinzas estériles. La cuadrícula de la membrana debe quedar visible.

Colocar el embudo con cuidado y sujetarlo.

Agitar vigorosamente la muestra, verter en el embudo y filtrar con ayuda del vacío. Enjuagar con agua de dilución estéril.

10.3 Transferencia de la membrana.

Después del último enjuague y terminada la filtración, quitar el embudo y con ayuda de la pinza estéril, levantar la membrana y sobreponerla, ya sea en:

- a) Una caja de Petri con medio de agar.
- b) Un cojinete absorbente estéril saturado previamente con medio líquido en una caja de Petri.

Asegúrese que no hay burbujas de aire atrapado entre la membrana y el medio. Para diferentes volúmenes de la misma muestra, puede reutilizarse el equipo de filtración sin desinfectarlo, siempre y cuando se filtren primero las diluciones más altas. Para filtrar otra muestra, usar otro tipo de equipo de filtración o bien desinfectar el equipo.

10.4 Incubación

Invertir las cajas de Petri y colocarlas en una incubadora o baño de agua según sea el caso. Las cajas que contienen membranas en cojinetes absorbentes deben colocarse siempre en recipientes herméticos para evitar la desecación del medio.

Para aislar los organismos Coliformes Totales. Incubar una membrana ya sea 35°C - 37°C o entre 18 h y 24 h; para aislar los organismos termotolerantes; incubar la otra membrana a 44°C ± 1°C entre 18 h y 24 h.

El mismo tipo de medio generalmente puede usarse para ambas membranas, pero utilizar el medio MFC solamente a 44 ± 1°C y los medios Endo y LES Endo a 35°C ó 37°C.

10.5 Examen de las membranas

Después de la incubación, las cajas o membranas deben examinarse inmediatamente. Si esto no es posible, almacenarse entre 4°C y 5°C durante periodos cortos, siempre y cuando esto no afecte la apariencia de las colonias.

10.5.1 Organismos coliformes

Examinar las membranas y contar como organismos coliformes presuntivos todas las colonias, independientemente del tamaño que muestren, que tengan las siguientes características después de su incubación a 35°C ó 37°C.

- En caldo o agar Endo (6.2.1): Un color rojo oscuro con brillo metálico verde - dorado
- En agar LES Endo (6.2.2): Un color rojo oscuro con brillo metálico verde - dorado

10.5.2 Considerar como organismos coliformes termotolerantes presuntivos todas las colonias que muestren, después de incubación a $44^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, las mismas características coloniales que se describen anteriormente (10.5.1). Si se usa medio MFC (6.2.3), las colonias serán de color azul.

10.6 Es importante hacer notar que las cuentas de colonias en membranas a $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y a $44^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ son solamente resultados de coliformes presuntivos. Dado que no se detecta la producción de gas, hay también un supuesto adicional de que los organismos que forman las colonias pueden producir gas. Para el análisis de agua cruda o parcialmente tratada, esto puede ser suficiente, pero para agua potable es importante llevar a cabo las pruebas confirmativas.

10.6.1 Resembrado, incubación y examen.

Para confirmar los resultados de la membrana, resembrar cada colonia (10.5.1) o un número representativo de ellas (una por tubo de fermentación) en agua lactosa Peptona (6.3.1) e incubar a $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 48 h: la producción de gas durante este periodo confirma la presencia de organismos coliformes.

Para organismos coliformes termotolerantes y E. coli presuntiva en membranas, ya sea que hayan sido incubadas a $44^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ó $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, resembrar cada colonia (10.5.1) o un número

representativo de ellas (una por tubo), en agua lactosa peptona y agua triptona e incubarlos a 44°C ±1°C durante 24 h. La producción de gas en agua lactona peptona confirma la presencia de organismos coliformes termotolerantes y el desarrollo de un color rojo en la superficie del cultivo en agua de triptona después de la adición de 0.2 a 0.3 mL de reactivo de Kovacs (5.4.1) confirma la presencia de *E. coli* presuntiva.

NOTAS:

- 1 El uso de caldo de lauril triptosa manitol con triptofano permite analizar tanto la producción de gas como de indol en un solo tubo.
- 2 La detección de *E. coli* presuntiva se considera una evidencia satisfactoria de contaminación fecal. Sin embargo, pueden llevarse a cabo mayores pruebas para la confirmación de *E. coli* si se considera necesario.
- 3 El uso de caldo EC (con tubo de fermentación) se puede utilizar como prueba confirmativa para *E. Coli*

10.7 Prueba de oxidasa

Las bacterias encontradas en el agua pueden cumplir con algunas características bioquímicas de organismos coliformes en muchos aspectos, pero pueden producir gas a partir de lactosa solamente a temperaturas inferiores a 37°C. Por consiguiente, dar resultados negativos en las pruebas confirmativas estándar para organismos coliformes y su presencia en agua usualmente no se considera significativo. Las especies de *Aeromonas*, que se encuentran naturalmente en el agua, tienen una temperatura óptima de crecimiento en el rango de 30 a 35°C pero a pesar de ello pueden producir ácido y gas a partir de lactosa a 37°C. Tienen poco significado como indicadores de contaminación fecal y se distinguen del grupo coliforme por una reacción de oxidasa positiva.

10.7.1 Llevar a cabo la prueba de oxidasa con subcultivos puros de organismos fermentadores de lactosa, crecidos en medio nutriente de agar, como sigue:

- Colocar de 2 a 3 gotas de reactivo de oxidasa (6.4.2), recientemente preparado, en un papel filtro en una caja de Petri. (o en su caso utilizar reactivo comercial)
- Con una varilla de vidrio o una asa de inoculación de platino (no de nicromel), transferir un poco del crecimiento al papel filtro preparado.

- Considerar la aparición de un color azul oscuro púrpuro dentro de un periodo de 10 s como una reacción positiva.

NOTA.- En cada ocasión en la que se utilice el reactivo de oxidasa, llevar a cabo pruebas de control con cultivos de organismos que se sepa dan una reacción positiva (*Pseudomona aeruginosa*) y uno que dé una reacción negativa (*E. coli*).

II. CÁLCULOS

A partir del número de colonias características contadas en las membranas y tomando en cuenta los resultados de las pruebas confirmativas, calcular el número de organismos coliformes, organismos coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* presuntiva presentes en 1 100 mL de la muestra, expresando el resultado como unidades formadoras de colonias en un volumen de referencia especificado en la muestra (generalmente 100 mL ó 1 mL) de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$\frac{\text{Colonias coliformes totales}}{\text{Volumen de referencia}} \approx \frac{\text{Colonias coliformes contadas} \times \text{Volumen de referencia}}{\text{Volumen filtrado de muestra}}$$

que puede expresarse como:

$$C_s = \frac{\sum N_i}{(n_1 V_1 F_1) + (n_2 V_2 F_2) + \dots + (n_n V_n F_n)}$$

donde:

C_s es el número de unidades formadoras de colonias en el volumen de referencia V_s de la muestra.

$\sum N_i$ es la suma de las colonias en todas las cajas o membranas contadas filtradas/siembras de dilución F_i .

n_i es el número de cajas contadas para una dilución particular F_i .

V_i es el volumen de dilución de la muestra F_i en la placa i .

F_i es la dilución usada para la porción de muestra V_i ($F = 1$ una muestra no diluida,

F es 0,1 para una dilución a 10 veces, etc.).

Vs es el volumen de referencia seleccionado para expresar la concentración de los microorganismos en la muestra.

NOTA.- La cuenta final así obtenida es el promedio ponderado de las cuentas de cada una de las placas.

11.1 Reporte de la prueba

El reporte de la prueba debe hacer referencia a esta norma y dar toda la información relevante, incluyendo:

- a) Todos los detalles necesarios para la identificación completa de la muestra,
- b) La técnica y medios de cultivo empleados;
- c) El tiempo, temperatura y condiciones de incubación,
- d) Los resultados, expresados de acuerdo con lo establecido en el punto 10.
- e) Cualquier suceso particular observado durante el curso del análisis y cualquier operación no especificada en el método o considerada opcional que pueda haber influido en los resultados.

12. INTERFERENCIAS

Colocar en el material de muestreo, previo a la esterilización, 0.1 mL de solución de tiosulfato de sodio al 10% en el caso de agua residual con el propósito de inhibir la acción del cloro que puede contener la muestra.

13. SEGURIDAD

13.1 Este método puede no mencionar todas las precauciones de seguridad asociadas con su uso. El laboratorio es responsable de mantener un ambiente seguro y un archivo de las normas de seguridad respecto a la exposición y manejo seguro de las sustancias químicas especificadas en este método. Debe tenerse un archivo de referencia de las hojas de información de seguridad el cual debe estar disponible a todo el personal involucrado en estos análisis.

13.2 Los ácidos y bases concentradas empleadas en este método pueden causar severas quemaduras e irritaciones en la piel, por lo que debe utilizarse ropa protectora tal como batas, guantes y lentes de seguridad cuando se manejan estos compuestos químicos, por lo que se deben prepararse en campana de extracción.

14. MANEJO DE RESIDUOS

Es la responsabilidad del laboratorio cumplir con todos los reglamentos federales, estatales y locales referente al manejo de residuos, particularmente las reglas de identificación, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos.

14.1 Cada laboratorio debe contemplar dentro de su programa de Control de Calidad el destino final de los residuos generados durante la determinación

14.2 Los desechos ácidos se deben neutralizar para su posterior desecho

14.3 Todas las muestras que cumplan con la norma de descarga a alcantarillado pueden descargarse en mismo sistema

15. BIBLIOGRAFÍA

NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.

NOM-031-ECOL-1993 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de octubre de 1993.

NMX-AA-003-1980 Aguas residuales muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.

NMX-AA-008-SCFI-2000 Análisis de agua - Determinación del pH - Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de diciembre de 2000

NMX-AA-014-1980 Cuerpos receptores muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de septiembre de 1980.

NMX-AA-089/01-1986 Protección al ambiente - Calidad del agua - Vocabulario - Parte 1. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de julio de 1986.

NMX-AA-102-1987 Calidad del agua - Detección y enumeración de organismos coliformes, termotolerantes y *escherichia coli* presuntiva - Método de filtración en membrana. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 1987.

NMX-AA-115-SCFI-2001 Análisis de agua - Criterios generales para el control de la calidad de resultados analíticos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

NMX-AA-116-SCFI-2001 Análisis de agua - Guía de solicitud para la presentación de métodos alternos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

NMX-BB-014-1973 Clasificación y tamaños nominales para utensilios de vidrio, usados en laboratorio. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de agosto de 1973.

ISO 9308/1 Water quality - Detection and enumeration of coliform organisms, thermotolerant coliform organisms and presumptive Escherichia coli by the membrane filtration method

Procedimiento Obligatorio para el Muestreo de Descargas - Artículo 278-B de la Ley Federal de Derechos - 1997.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20a edición, 1998.

Criterios Ecológicos de Calidad del Agua, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre de 1989.

16. VIGENCIA DE ESTA NORMA

La presente norma entrará en vigor 60 días naturales después de la publicación de esta declaratoria de vigencia en el Diario Oficial de la Federación.

17. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma mexicana es equivalente a la norma internacional ISO 9308/1.

México D.F., a

MIGUEL AGUILAR ROMO

DIRECTOR GENERAL

RCG/OMF/DLR

METÓDO WINKLER PARA LA DETERMINACION DE OXIGENO DISUELTO

I. INTRODUCCION

Todo organismo vivo necesita del oxígeno, en una u otra forma, para mantener su proceso metabólico del cual obtiene la energía necesaria para su crecimiento y reproducción.

Tanto el nitrógeno como el oxígeno están clasificados como gases pocos solubles, y como no reaccionan químicamente con el agua, su solubilidad está en función de sus presiones parciales de vapor saturado y de la temperatura a la cual se encuentra el agua. En general existen tres factores que afectan la concentración de oxígeno disuelto en un cuerpo de agua natural, que son: presión atmosférica, temperatura y salinidad o contenido de sólidos disueltos.

La solubilidad del oxígeno atmosférico en agua dulce varía desde 14.6 mg/l a 0 °C hasta 7 mg/l a 36 °C, bajo una atmósfera de presión. Este es un factor muy importante, pues la oxidación biológica aumenta con la temperatura y por consiguiente la demanda de oxígeno, por otra parte, en condiciones de alta temperatura, el oxígeno es menos soluble. Debido a estas razones, la mayoría de las condiciones críticas relacionadas con la deficiencia de oxígeno disuelto ocurren durante los meses de verano, cuando la temperatura es alta. Por esto, se debe considerar un nivel de 4 mg/l de oxígeno como mínimo durante las épocas críticas.

La solubilidad del oxígeno atmosférico varía directamente con la presión atmosférica a cualquier temperatura y sigue el comportamiento de los gases ideales, pudiéndose calcular por medio de la ley de Henry.

En los desechos líquidos, el oxígeno disuelto es el factor que determina el tipo de transformaciones biológicas que tienen lugar en su seno, efectuadas por microorganismos aerobios y anaerobios, según haya presencia o ausencia de oxígeno disuelto.

La presencia de oxígeno disuelto previene o reduce el inicio de la putrefacción y la producción de cantidades objetables de sulfuros, mercaptanos y otros compuestos de mal olor, ya que los microorganismos aerobios usan al oxígeno disuelto para la oxidación de la materia orgánica e inorgánica produciendo sustancias finales inofensivas tales como bióxido de carbono y agua; en cambio los microorganismos anaerobios efectúan la oxidación utilizando el oxígeno disuelto de ciertas sales inorgánicas, obteniéndose productos malolientes. Por lo tanto, es muy importante mantener las condiciones favorables para el desarrollo de los macroorganismos aerobios con el fin de evitar olores ofensivos en las fuentes naturales de agua.

Los niveles de oxígeno disuelto pueden usarse como indicadores de la contaminación excesiva por desechos, en base a la demanda de oxígeno de tales desechos y por consiguiente las concentraciones bajas de oxígeno disuelto se asociarán, en general, con aguas de baja calidad mientras que las concentraciones altas estarán asociadas con agua de buena calidad.

El oxígeno también es esencial para la estabilización final de las aguas de desecho. Los cambios que sufra con respecto del tiempo, profundidad o sección de una masa de agua son útiles para indicar el grado de estabilidad o características de mezclado.

En aguas crudas ayuda a la eliminación de constituyentes indeseables, como el hierro y manganeso, mediante la precipitación de la forma oxidada.

Así se puede ver que las mediciones de oxígeno disuelto son vitales para conocer las condiciones (aerobias o anaerobias) de las aguas naturales que reciben materia de desecho. Por eso, una meta de cualquier programa de control de la contaminación de corrientes, es poder garantizar un mínimo de oxígeno disuelto en el agua, tal que permita el desarrollo de la vida acuática. Sin embargo, también se debe considerar que su presencia, en el caso de la industria, puede causar corrosiones del hierro y del acero.

II METODOS DE ANALISIS

1. Método Empírico
2. Método Iodométrico o de Winkler.

1. Método Empírico. Existen métodos para determinar la solubilidad del oxígeno en el agua destilada, los cuales se han desarrollado mediante estudios matemáticos, sólo son un instrumento auxiliar, pues únicamente sirven para determinar la concentración de saturación del agua destilada.
2. Método Iodométrico o de Winkler. Este método tuvo su origen en 1888, sin embargo, es el método más usado en el campo y en su caso en el laboratorio, debido a su gran exactitud, manueabilidad y bajo costo. Se basa en reacciones de óxido - reducción. Antes de usar el método, el analista debe considerar los efectos de las interferencias.

2.1 INTERFERENCIAS

Varias modificaciones del método iodométrico se dan para minimizar el efecto de las interferencias. Entre las más comunes están; la modificación de azida, la de permanganato, la floculación con aluminio y la floculación con ácido sulfámico - sulfato de cobre.

La modificación de azida remueve la interferencia causada por nitritos, que es la más común en efluentes tratados biológicamente y en muestra incubadas para DBO.

La modificación de permanganato se usa cuando están presentes iones ferrosos.

Usar la modificación de floculación con aluminio en presencia de sólidos suspendidos.

La floculación con ácido sulfámico - sulfato de cobre en el licor de lodos activados.

2.2 MATERIAL Y EQUIPO

Balanza analítica
Frascos para reactivos
Frascos de 300 ml. Especiales para DBO
Bureta graduada de 25 ml.
Soporte metálico
Pinzas para bureta
Pipetas Mohr de 10 ml
Pipetas volumétricas de 100 ml
Matraces de 250 ml.

2.3 REACTIVOS Y SOLUCIONES

2.3.1 Solución de Sulfato Manganoso. Disolver 480 g de $MnSO_4 \cdot 4H_2O$, 400 g de $MnSO_4 \cdot 2H_2O$ ó 364 g de $MnSO_4 \cdot H_2O$ en agua destilada, filtrar y diluir a un litro. Cuando se tenga incertidumbre sobre el contenido del agua de cristalización se puede obtener una solución equivalente ajustando su densidad a un valor de 1.270

a 20 °C. No debe dar color con el almidón cuando se adicione una solución de KI acidulada.

2.3.2 Reactivo de álcali -ioduro -azida. Preparar el reactivo por cualquiera de los dos procedimientos

Disolver 500 g de NaOH (ó 700 g de KOH) y 135 g de NaI (ó 150 g de KI) en agua destilada y diluir a un litro. Agregar a esta solución 10 g de NaN₃ disueltos en 40 ml de agua. Indistintamente se pueden usar las sales de sodio o potasio. Este reactivo no debe producir coloración con el almidón, cuando se diluya y acidule.

Disolver 400 g de NaOH en 500 ml de agua destilada hervida y fría; enfriar ligeramente, y entonces disolver 900 g de NaI en la solución cáustica. Aparte disolver 10 g de NaN₃ en 40 ml de agua destilada, adicionarlo a la solución anterior y diluir a un litro. El volumen final puede ser ligeramente superior a un litro por las concentraciones muy altas de las sales disueltas. La cantidad de NaI es suficiente para concentraciones superiores a 40 mg/l de OD. Si se usa este reactivo, modificar el procedimientos en los siguientes volúmenes. 2.5 ml del reactivo de álcali -ioduro - azida y 2 ml de H₂SO₄ conc.

2.3.3. Acido sulfúrico conc. H₂SO₄. Un mililitro equivale aproximadamente 3 ml del reactivo del álcali -ioduro -azida

2.3.4 Solución de almidón. En un mortero o en un vaso, preparar una emulsión de 5 - 6 g de almidón de patata, arraruz o soluble, con una pequeña cantidad de agua destilada. Verter esta emulsión en un litro de agua en ebullición; continuar hirviendo unos minutos y dejar sedimentar por una noche. Emplear el líquido claro sobrenadante y preservarlo con la adición de 1.25 g de ácido salicílico por litro o de unas cuantas gotas de tolueno. Conservar en refrigeración.

2.3.5 Solución madre de tiosulfato de sodio, 0.10 N. disolver 24.82 g de Na₂S₂O₃ · 5H₂O en agua destilada recién hervida y enfriada y diluir a 1 litro. Preservar con la adición de 5 ml de cloroformo o de 1 g de NaOH por litro.

2.3.6 Solución valorada de tiosulfato de sodio 0.025 N. preparar bien sea por dilución de 250 ml de la solución madre de tiosulfato de sodio a 1,000 ml o por disolución de 6.205 g de Na₂S₂O₃ · 5H₂O en agua destilada recién hervida y enfriada y diluir a 1,000 ml; 1 ml de la solución valorada de tiosulfato de sodio exactamente 0.025 N es equivalente a 0.200 mg de OD. Preservar por adición de 5 ml de cloroformo ó 0.4 g de NaOH/ ó 4 g de bórax y 5 a 10 mg de HgI₂/l. Esta solución se puede titular con biyodato o con dicromato.

2.3.6 Solución de Dicromato de potasio 0.025 N. Disolver 1.226 g en agua destilada y diluir a un litro.

3. PROCEDIMIENTO

Para fijar el oxígeno, adicionar a la botella de DBO que contiene la muestra, 2 ml de sulfato manganoso (MnSO₄) con una pipeta graduada, cuidando que la punta de la misma penetre aproximadamente 0.5 cm en el seno del agua. A continuación agregar 2 ml del reactivo álcali -ioduro, que es una solución de hidróxido de sodio (NaOH) e ioduro de sodio (NaI). La adición se hace de la misma forma que el reactivo anterior. Al hacer esta adición, se forma un precipitado café si hay oxígeno disuelto; en el caso contrario el precipitado será blanco.

Una vez agregado el álcali -ioduro, tapar la botella de DBO y agitar vigorosamente durante 30 segundos, después de lo cual dejar sedimentar el precipitado. Finalmente adicionar 2 ml de ácido sulfúrico concentrado y agitar hasta la total disolución del precipitado.

La titulación se efectúa con tiosulfato de sodio 0.025 N, usando una solución de almidón como indicador, tomando 100 ml de la muestra.

CALCULOS

ppm de OD = ml de tiosulfato x 2.03

ANEXO 2 Tablas

Estos resultados no fueron graficados por no ser representativos

Referencia	Hidroológica	Astronómica	Juliano	Estación	Fecha	Temperatura	Color
Puente	lluvias	verano	249	P1	06-09-00	28.5	680
Puente	lluvias	otoño	289	P1	16-10-00	27.9	170
Puente	lluvias	otoño	296	P1	23-10-00	23.5	1900
Puente	lluvias	otoño	297	P1	24-10-00	23.4	1500
Puente	lluvias	otoño	298	P1	25-10-00	24	23
Puente	lluvias	verano	237	P1	26-08-02	29	
Puente	lluvias	otoño	260	P1	18-09-02	29	
Puente	secas	otoño	315	P1	12-11-02	26	
Puente	secas	invierno	336	P1	03-12-02	27	
Puente	secas	invierno	14	P1	15-01-03	25	
Puente	secas	primavera	83	P1	25-03-03	24	
Puente	secas	primavera	110	P1	21-04-03	27	
Puente	secas	primavera	134	P1	15-05-03	26	
Puente	lluvias	verano	166	P1	16-06-03	27	
Puente	lluvias	verano	208	P1	28-07-03	30	
Puente	lluvias	verano	259	P1	17-09-03	27	
Puente	lluvias	otoño	294	P1	22-10-03	28	
Puente	secas	invierno	321	P1	18-11-03	26	
Puente	secas	invierno	350	P1	17-12-03	23	
Puente	secas	invierno	22	P1	22-01-04	24	
Puente	secas	invierno	48	P1	18-02-04	21	
Puente	secas	invierno	75	P1	16-03-04	24	79
Puente	secas	primavera	110	P1	20-04-04	25	44
Puente	secas	primavera	138	P1	18-05-04	23	76
Puente	lluvias	primavera	166	P1	15-06-04	30	130
Puente	lluvias	verano	201	P1	20-07-04	29	116
Puente	lluvias	verano	229	P1	17-08-04	24	1396
Puente	lluvias	otoño	264	P1	21-09-04	26	1033
Puente	lluvias	otoño	292	P1	19-10-04	30	45
Puente	secas	otoño	320	P1	16-11-04	28	58
Puente	secas	invierno	343	P1	13-12-04	25	34
Puente	secas	invierno	17	P1	18-01-05	25	97
Puente	secas	invierno	45	P1	15-02-05	25	79
Puente	secas	invierno	73	P1	15-03-05		76
Puente	secas	primavera	108	P1	19-04-05	25	35
Puente	secas	primavera	136	P1	17-05-05	25	69
Puente	lluvias	verano	172	P1	22-06-05	25	57
Puente	lluvias	verano	199	P1	19-07-05		154
Puente	lluvias	verano	228	P1	17-08-05		1332
Puente	lluvias	verano	262	P1	20-09-05		3.7
Puente	lluvias	otoño	290	P1	18-10-05		30
Puente	secas	otoño	325	P1	22-11-05		115
Puente	secas	otoño	347	P1	14-12-05		270

Puente	Juliano	Fecha	Turbiedad	SST	SS	Mat. Flotante	DBO	DQO	Deterg	Nitrógeno amoniacal	P total
P1	249	06-09-00	50	86		ausente	105	190	4,53		4,2
P1	289	16-10-00	30	58		ausente	4	12	0,62		3
P1	296	23-10-00	34	48	0	ausente	100	260		0,05	0,1
P1	297	24-10-00	10	16	0	ausente	18	45	0,11	0,02	0,1
P1	298	25-10-00	2	21	0	ausente				0,7	0,3
P1	237	26-08-02					4,9	3000			1,39
P1	260	18-09-02					26,4	4200			0,55
P1	315	12-11-02					26				2,4
P1	336	03-12-02									5,5
P1	14	15-01-03									
P1	83	25-03-03									
P1	110	21-04-03									
P1	134	15-05-03					254	661			
P1	166	16-06-03					320	576		0,58	0,5
P1	208	28-07-03					130	1300			0,3
P1	259	17-09-03					52	501			5
P1	294	22-10-03					60	570			10,7
P1	321	18-11-03					120	1414			1,4
P1	350	17-12-03					260	480			1,6
P1	22	22-01-04						8250			
P1	48	18-02-04				ausente	235	535			
P1	75	16-03-04	3	1340	13	ausente	374	973	0,17		
P1	110	20-04-04	3	24	<0,05	ausente	367	955	0,097		
P1	138	18-05-04	3,4	29	<0,05	ausente	165	1650	0,03		
P1	166	15-06-04		47	0,3	ausente	388	700	0,03	0,3	0,58
P1	201	20-07-04	10	56	<0,5	ausente	160	1620	0,04	0,2	0,5
P1	229	17-08-04	78	240	0,1	ausente	150	270	0,08	5,4	27,1
P1	264	21-09-04	85	120	0,1	ausente	66	120	0,01	14	7,2
P1	292	19-10-04	2,13	39	<0,1	ausente	272	491	0,03	4,5	0,7
P1	320	16-11-04	10	8	<0,1	ausente	8	14		4	12,25
P1	343	13-12-04	2	87	0,1	ausente	477	860		5,18	0,6
P1	17	18-01-05	5	87	0,1	ausente	146	263	0,07		
P1	45	15-02-05	4,9	46	0,1	ausente	3	1102	0,06		
P1	73	15-03-05	2,5	45	0,1	ausente	668	1200	0,12		
P1	108	19-04-05	6,4	126	<0,1	ausente	230	692			
P1	136	17-05-05	5,1	71	0,1	ausente	565	1017	0,11		
P1	172	22-06-05	2,1	8	<0,1	ausente	24,7	71	0,02	11	0,5
P1	199	19-07-05	2	38	0,2	ausente	47,7	86	0,05	7	2,8
P1	228	17-08-05	124	460	0,3	ausente	62	130	0,05	5,9	1,5
P1	262	20-09-05	0,4	22	<1	ausente	19	34	0,08	5,8	0,7
P1	290	18-10-05	2,5	6	<0,1	ausente	41	124	0,03	12	0,61
P1	325	22-11-05	3,4	41	<0,1	ausente	64	116	0,03	15,2	0,9
P1	347	14-12-05	116	14	0,3	ausente	67	122	0,03	12,5	1,6

ANEXO 3 Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Especificaciones

La concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales, no debe exceder el valor indicado como límite permisible en las Tablas 2 y 3 de esta Norma Oficial Mexicana. El rango permisible del potencial hidrógeno (pH) es de 5 a 10 unidades.

TABLA 2
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS

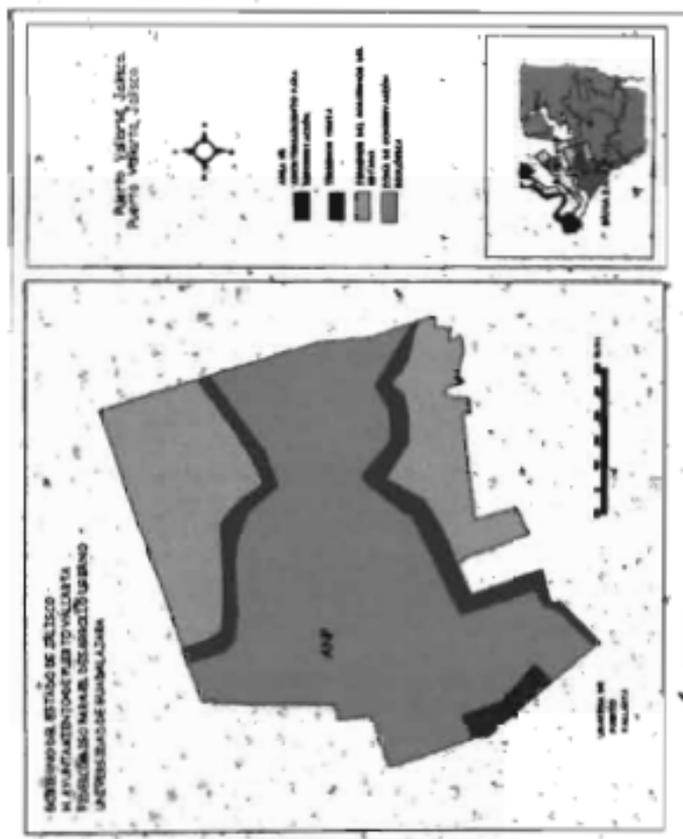
PARÁMETRO (Indicaciones por litro, excepto sulfato de amonio en mg/litro)	RIOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES						AGUAS COSTERAS						SUELO					
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)		HUMEDALES NATURALES (B)					
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.				
Amonio (N)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40			
Cadmio	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cianuro	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cobalto	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cobalto	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15	20	15			
Cromo	15	20	15	20	15	20	15	20	15															

ANEXO 4. Planos del área.

Figura 6. Localización geográfica de el Estero "El Salado"



FOTO 4. Programa de Manejo parque estatal Estero "El Salado".



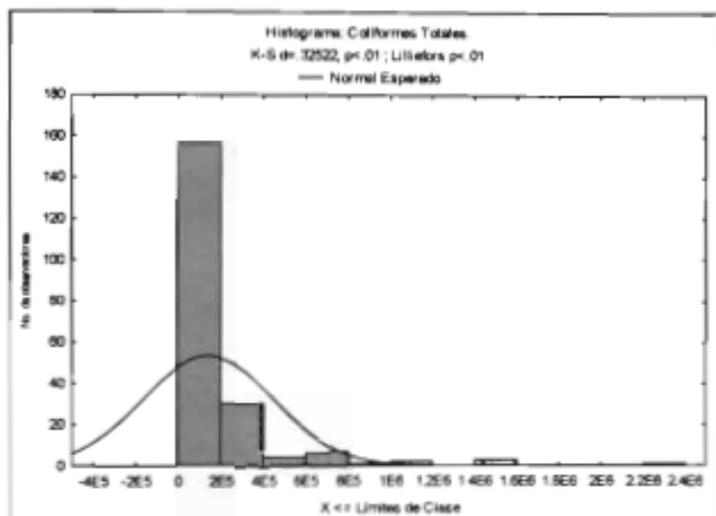


Figura #1. Histograma de Coliformes Totales (UFC/100ml) todos los años y localidades estudiadas.

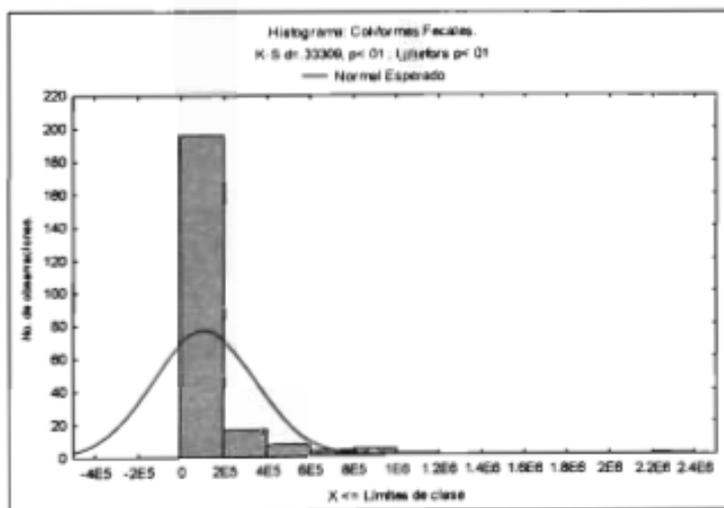


Figura 2. Histograma de Coliformes Fecales (UFC/100ml) todos los años y localidades estudiadas

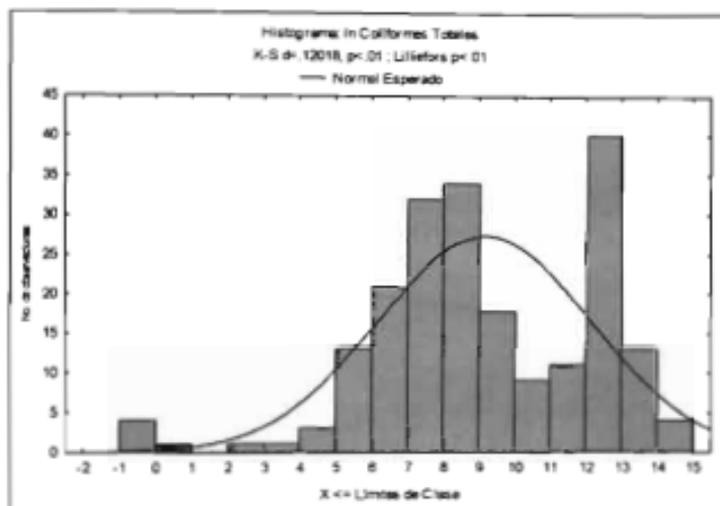


Figura #3. Histograma ln Coliformes Totales (UFC/100ml) de todos los años y localidades estudiadas.

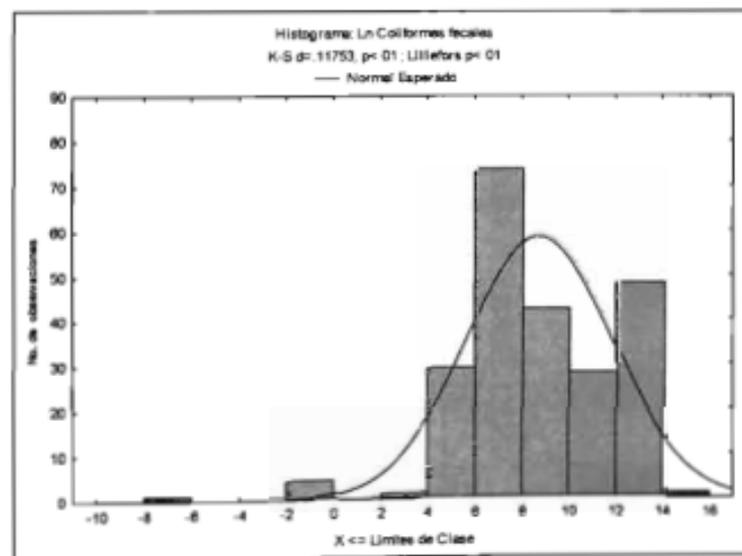


Figura #4. Histograma ln Coliformes Fecales (UFC/100ml) de todos los años y localidades estudiadas.

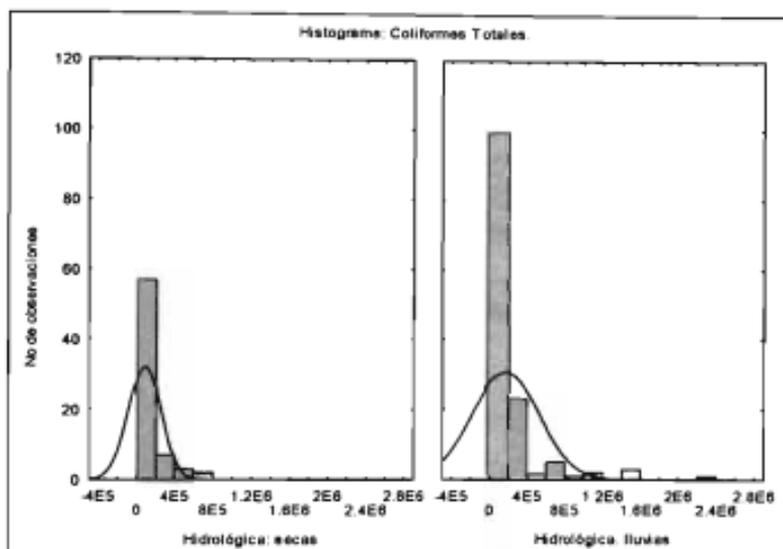


Figura #5. Histograma Coliformes Totales (UFC/100ml) de todos los años y localidades estudiadas en secas y lluvias.

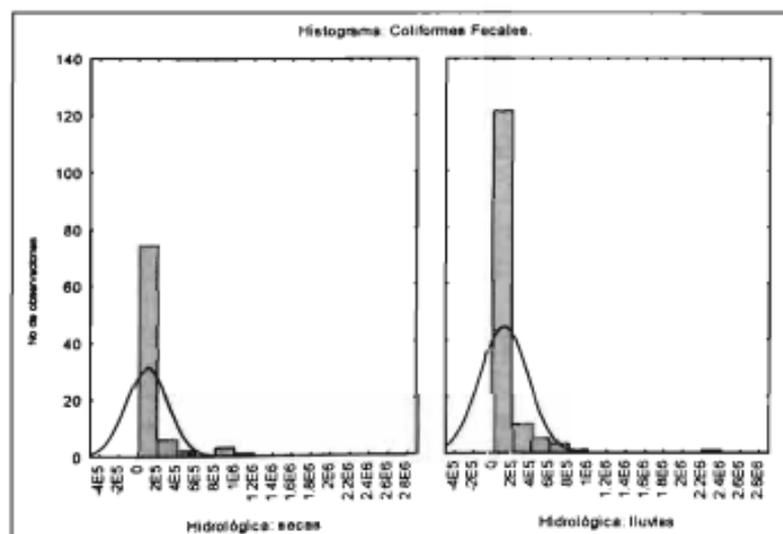


Figura #6. Histograma Coliformes Fecales (UFC/100ml) de todos los años y localidades estudiadas en secas y lluvias.

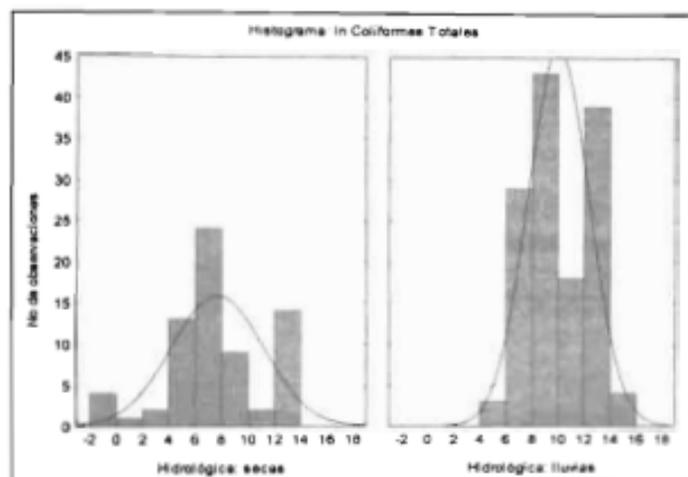


Figura #7. Histograma de In Coliformes Totales (UFC/100ml) de todos los años y localidades estudiadas en secas y lluvias.

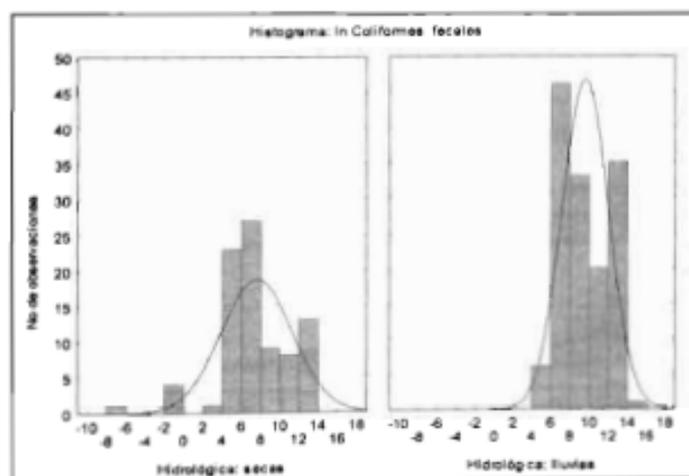


Figura #8. Histograma de In Coliformes Totales (UFC/100ml) de todos los años y localidades estudiadas en secas y lluvias.

Histograma: Coliformes Totales.

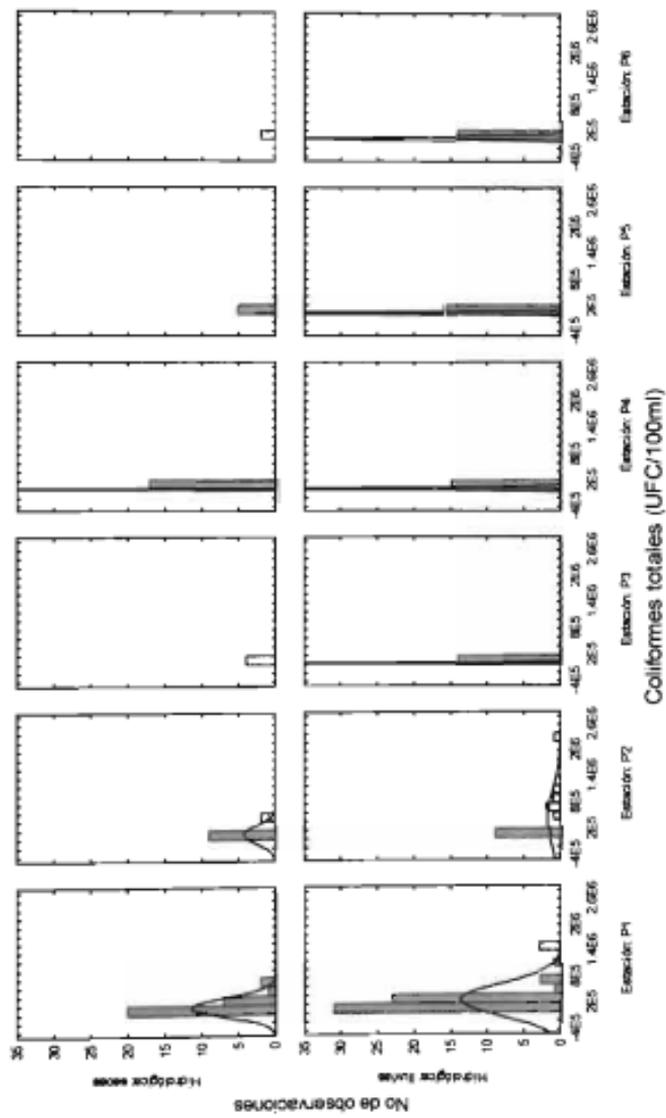


Figura #9. Histograma Coliformes Totales (UFC/100ml) todos los años, en cada una de las estaciones de muestreo y en secas y lluvias.

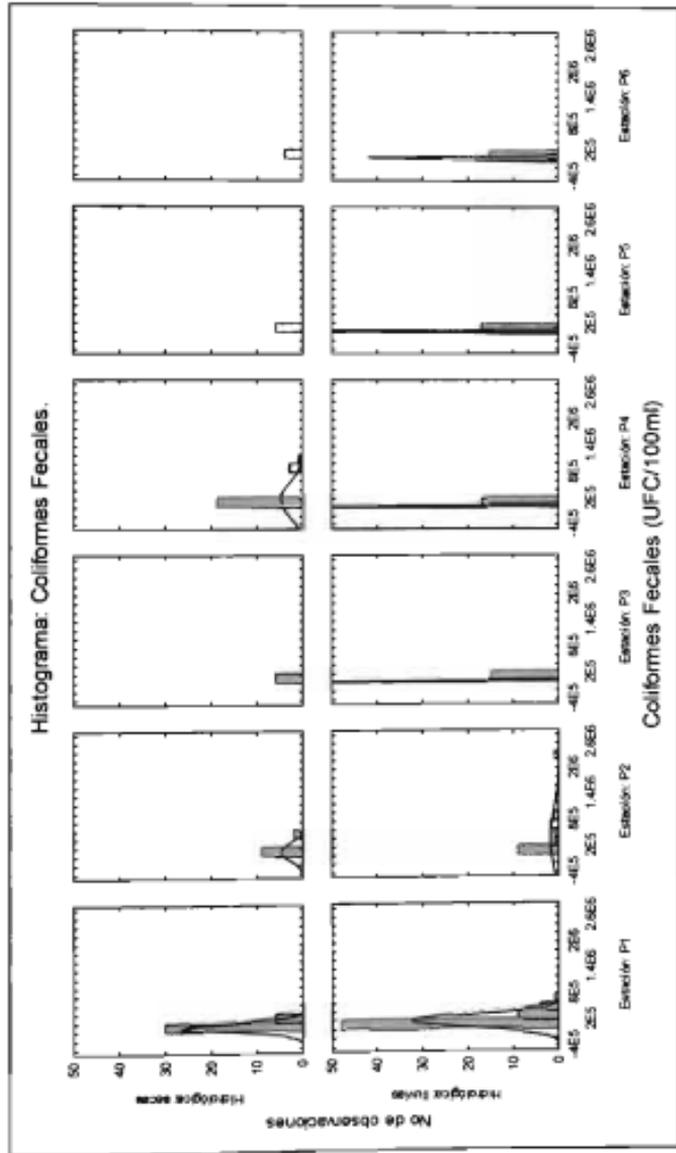


Figura #10. Histograma Coliformes Fecales (UFC/100ml) de todos los años, en cada una de las estaciones de muestreo y en secas y lluvias.

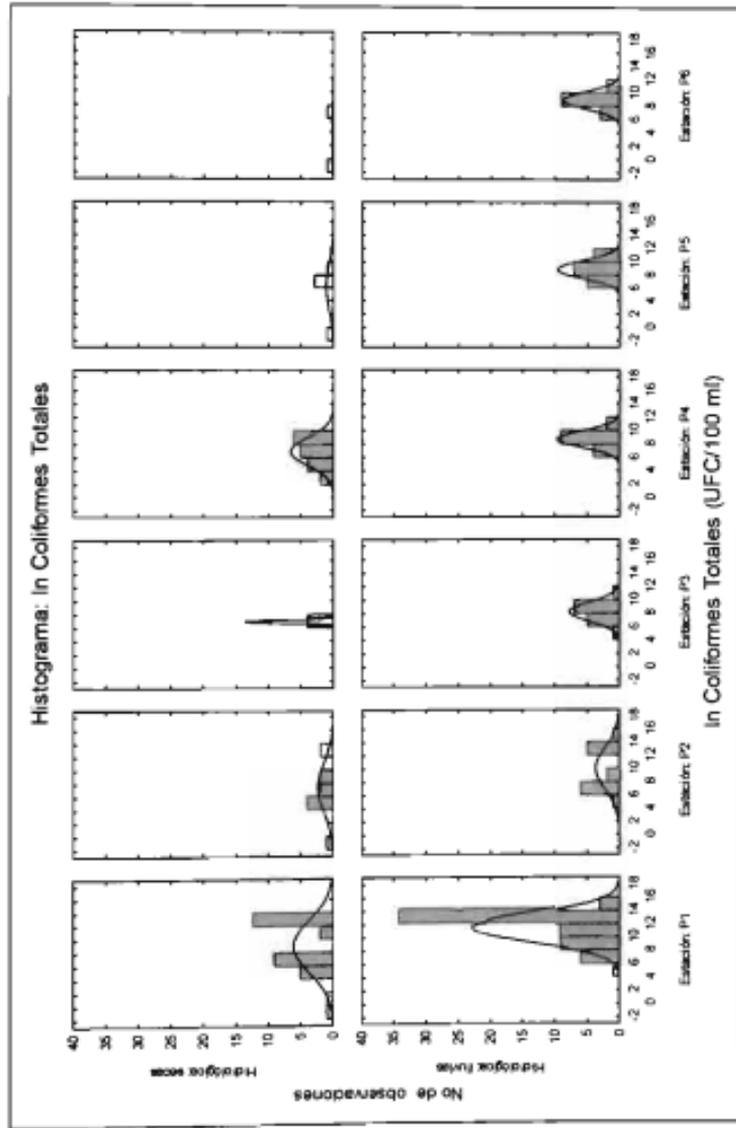


Figura #11. Histograma In Coliformes Totales (UFC/100ml) de todos los años, en cada una de las estaciones de muestreo y en secas y lluvias.

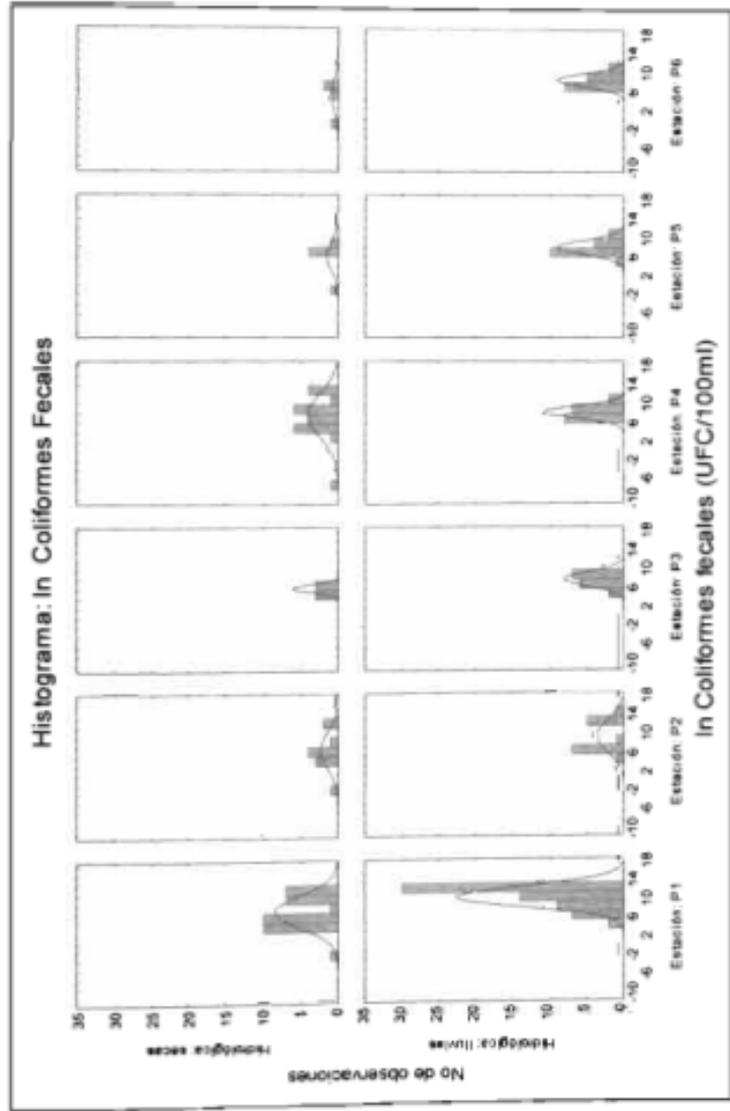


Figura 12. Histograma In Coliformes Fecales (UFC/100ml) de todos los años, en cada una de las estaciones de muestreo y en secas y lluvias.

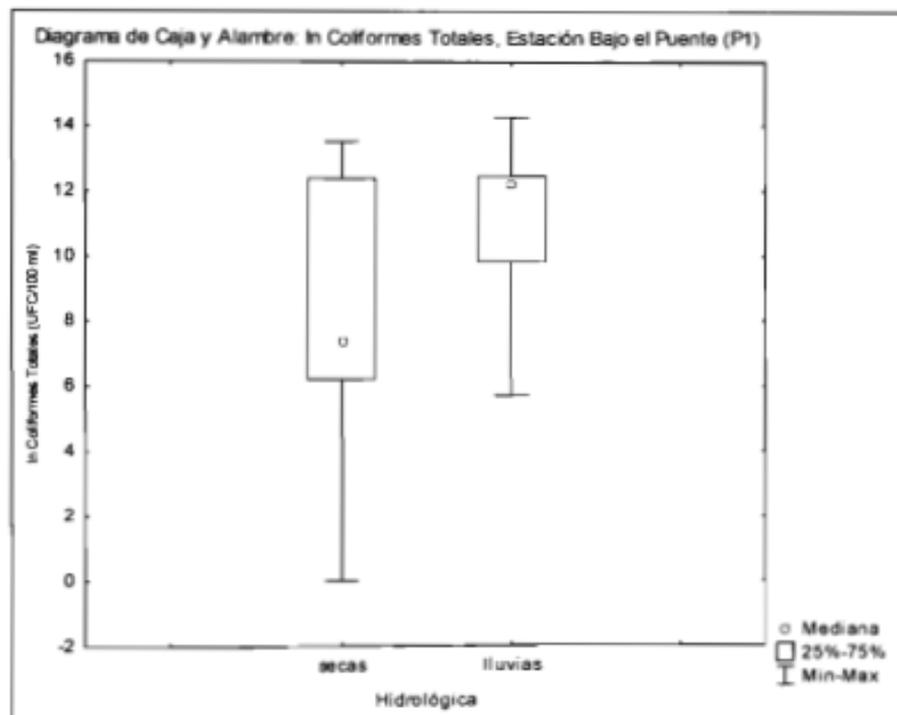


Figura 13. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Totales (UFC/100ml), todos los años, en Estación Bajo el Puente, en secas y lluvias.

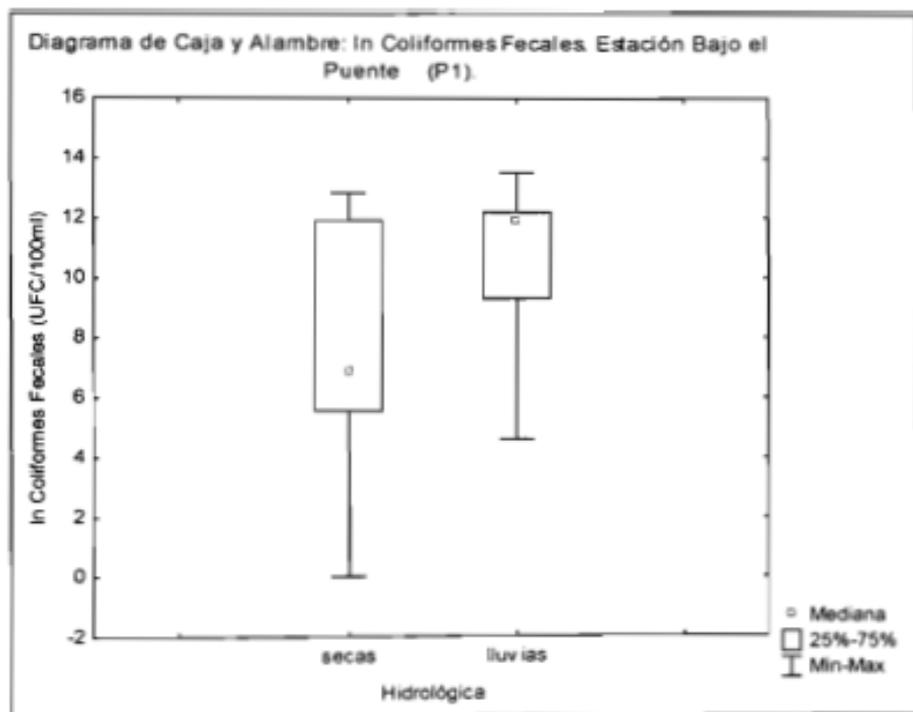


Figura 14. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Fecales (UFC/100ml), todos los años, en la Estación Bajo el Puente, en secas y lluvias.

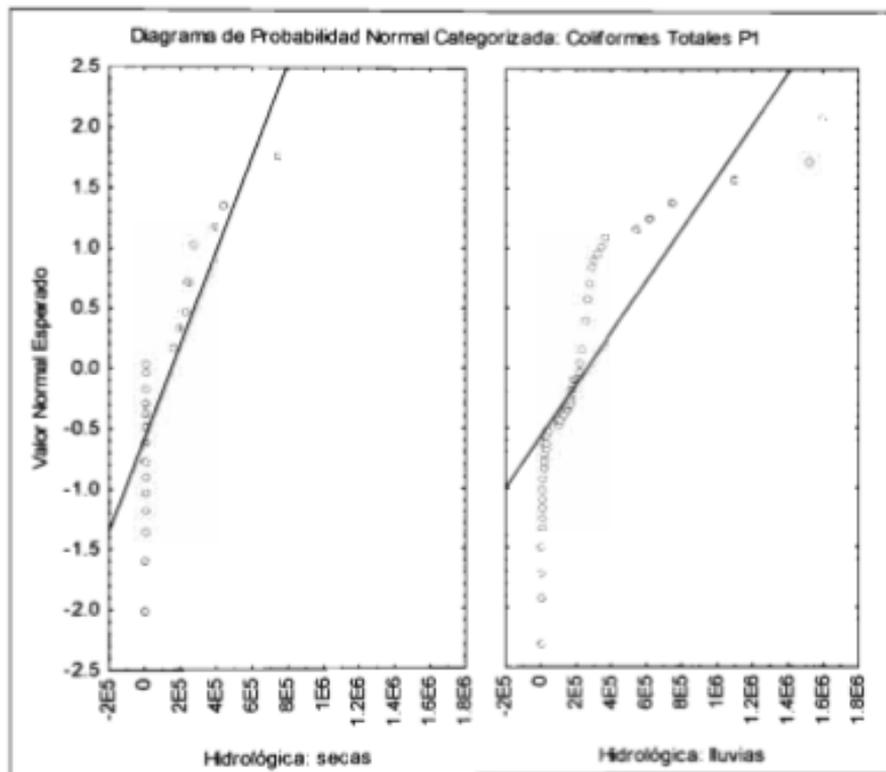


Figura 15. Diagrama de Probabilidad Normal Categorizada: Coliformes Totales (UFC/100ml) Todos los años. Estación Bajo el Puente, en secas y lluvias.

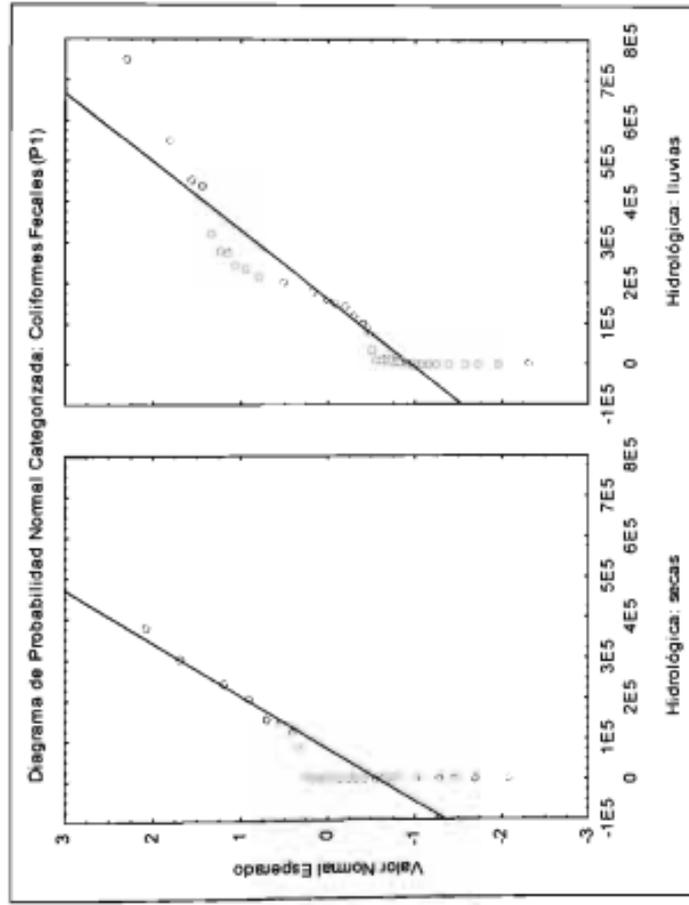


Figura 16. Diagrama de Probabilidad Normal Categorizada: Coliformes Fecales (UFC/100ml) Todos los años. Estación Bajo el Puente, en secas y lluvias.

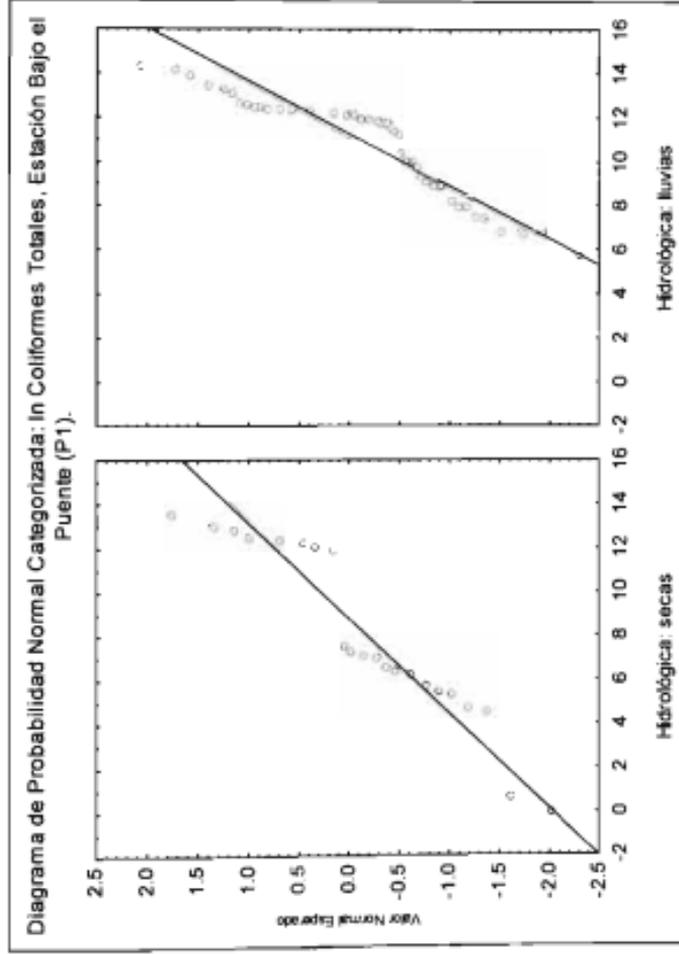


Figura 17. Diagrama de Probabilidad Normal Categorizada: In Coliformes Totales (UFC/100ml) Todos los años. Estación Bajo el Puente, en secas y lluvias.

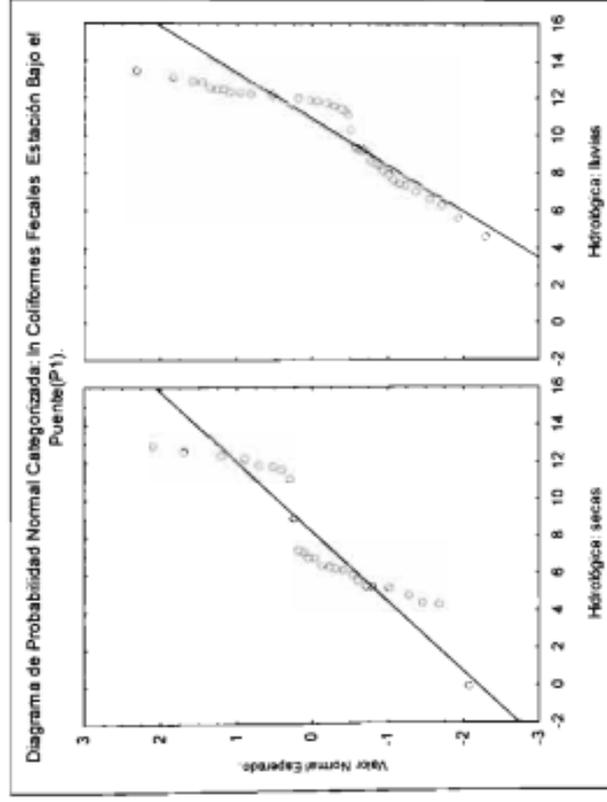


Figura 18. Diagrama de Probabilidad Normal Categorizada: In Coliformes Fecales (UFC/100ml) Todos los años. Estación Bajo el Puente, en secas y lluvias.

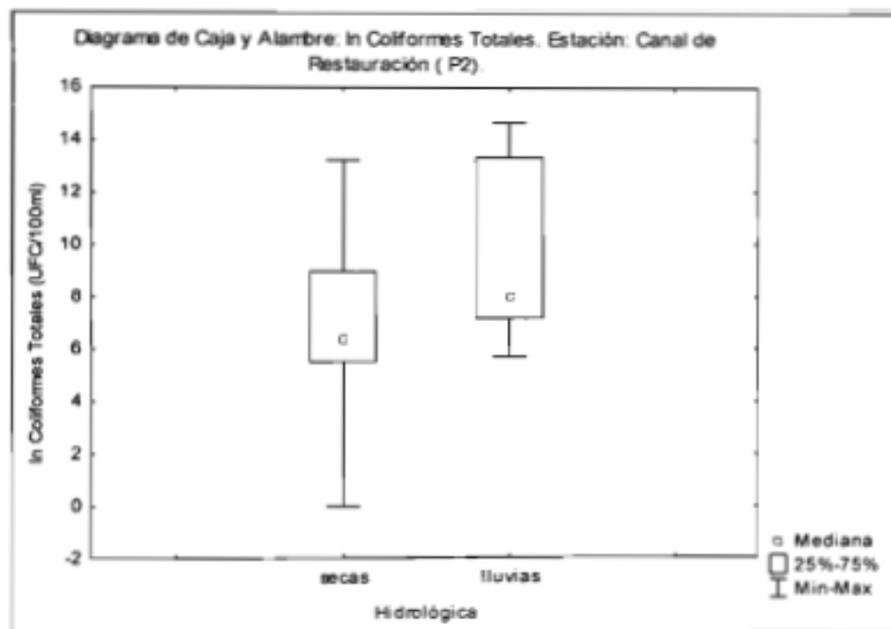


Figura 19. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Totales (UFC/100ml) Todos los años. Estación: Canal de Restauración, en secas y lluvias.

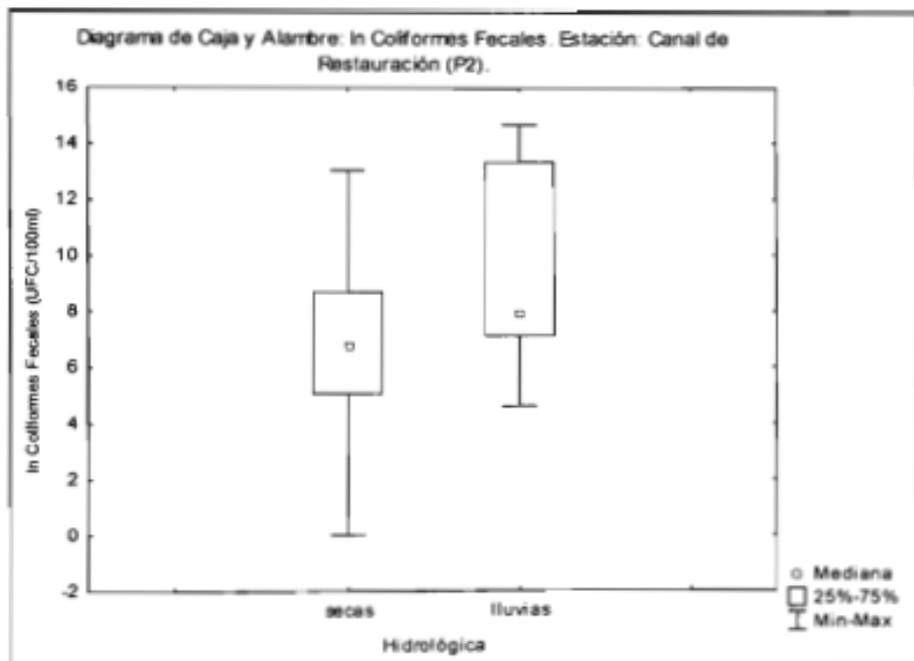


Figura 20. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Fecales (UFC/100ml)
 Todos los años. Estación: Canal de Restauración, en secas y luvias.

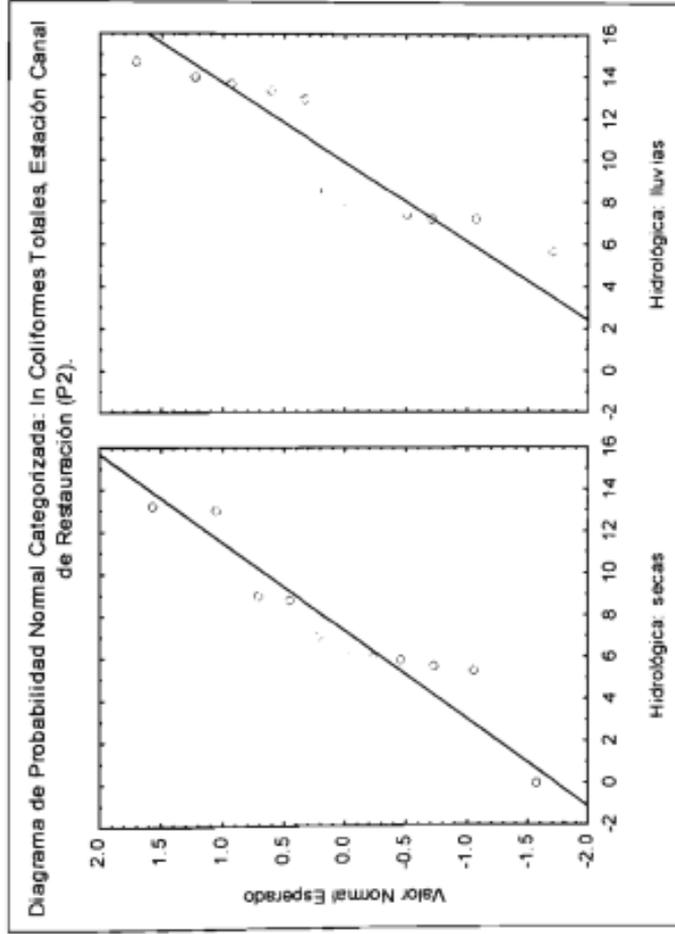


Figura 21. Diagrama de Probabilidad Normal Categorizada. In Coliformes Totales (UFC/100ml). Todos los años. Estación Canal de Restauración, en secas y lluvias.

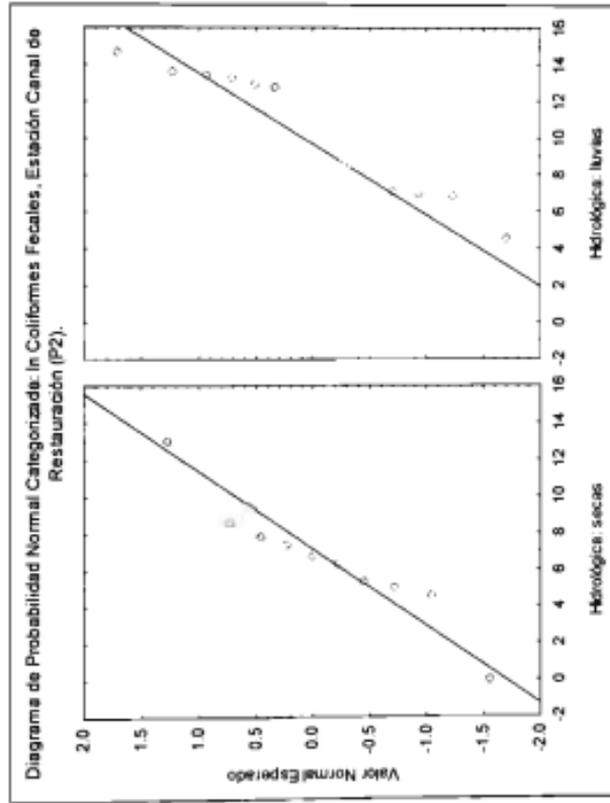


Figura 22. Diagrama de Probabilidad Normal Categorizada. In Coliformes Fecales (UFC/100ml). Todos los años. Estación Canal de Restauración, en secas y lluvias.

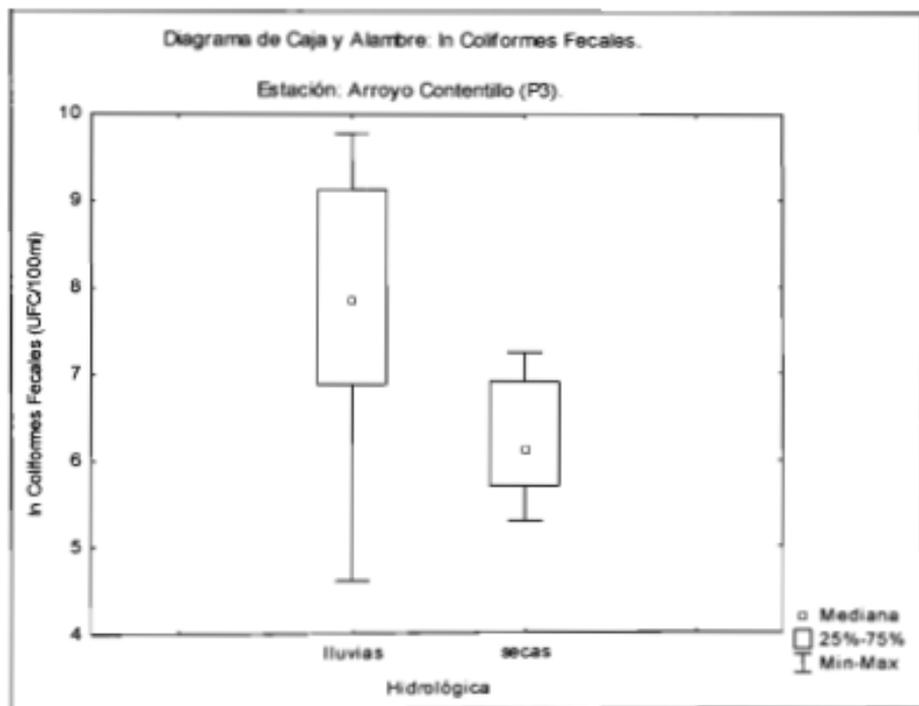


Figura 23. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Fecales (UFC/100ml)
 Todos los años. Estación: Arroyo Contentillo, en secas y lluvias.

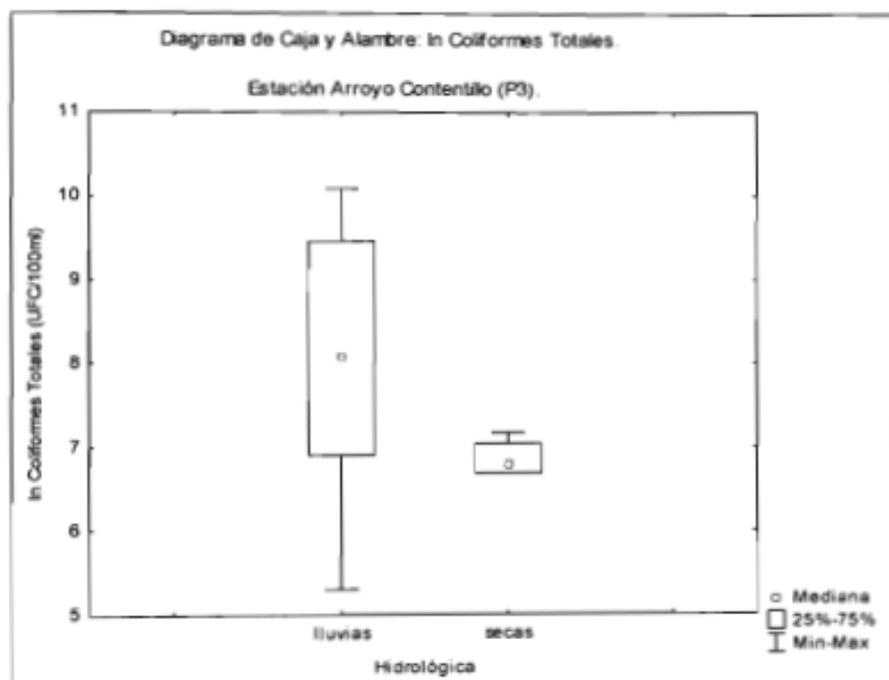


Figura 24. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Totales (UFC/100ml)
 Todos los años. Estación: Arrollo Contentillo, en secas y lluvias.

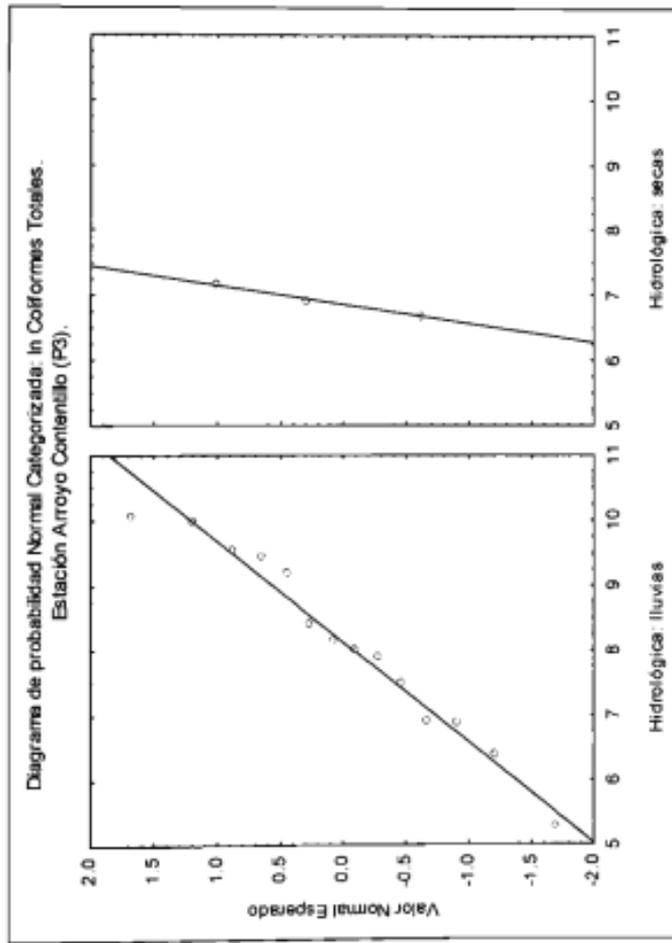


Figura 25. Diagrama de Probabilidad Normal Categorizada: In Coliformes Totales (UFC/100ml). Todos los años. Estación: Arroyo Contentillo, en secas y lluvias.

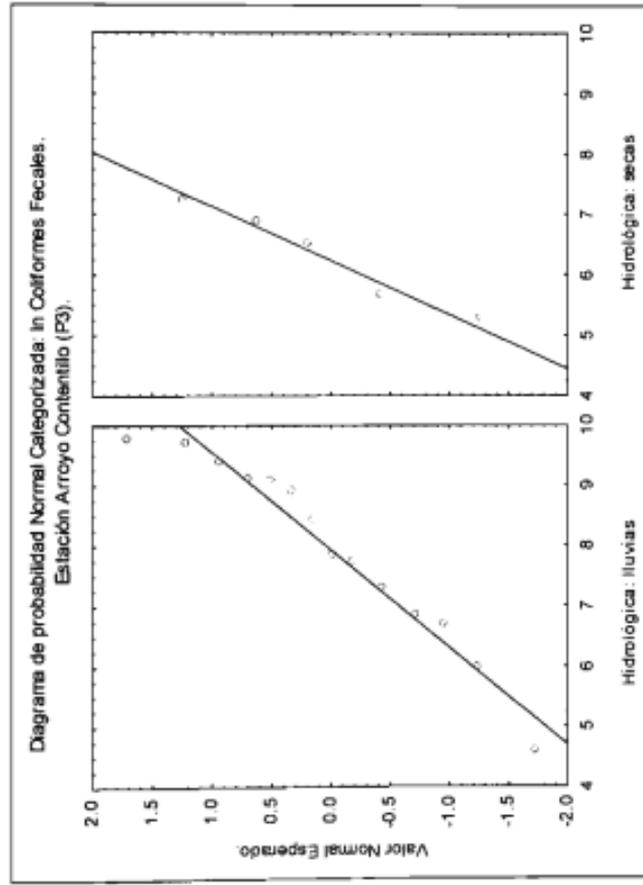


Figura 26. Diagrama de Probabilidad Normal Categorizada: In Coliformes Fecales (UFC/100ml).
Todos los años. Estación: Arroyo Contentillo, en secas y lluvias.

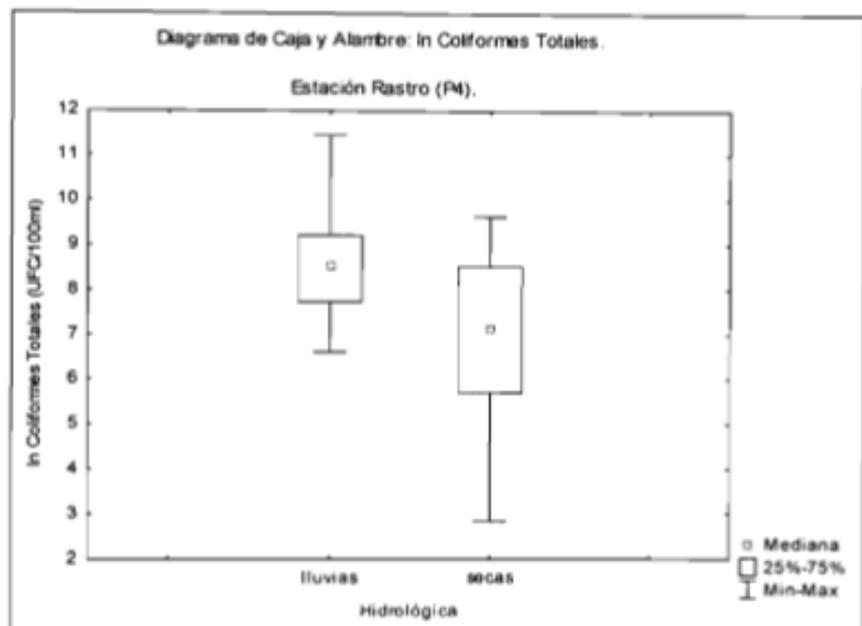


Figura 27. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Totales (UFC/100ml)
 Todos los años. Estación: Rastro, en secas y lluvias.

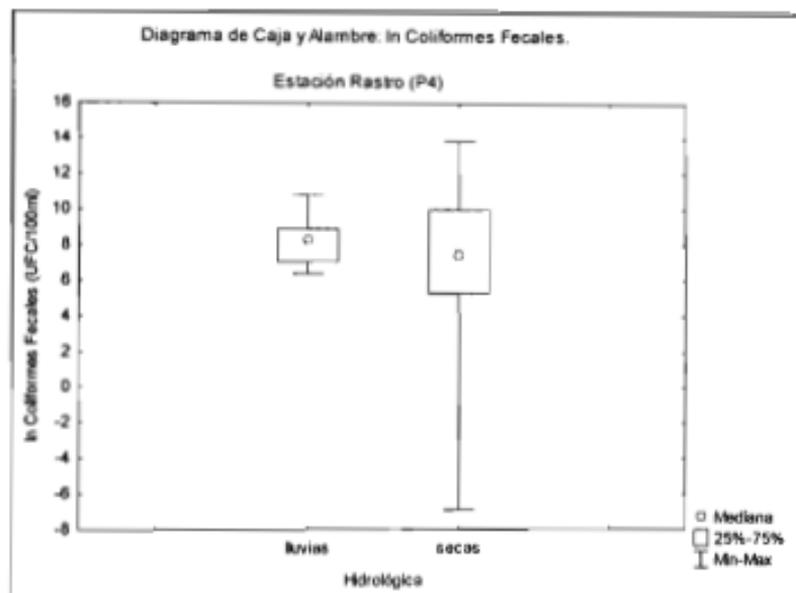


Figura 28. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Fecales (UFC/100ml)
 Todos los años. Estación: Rastro, en secas y lluvias.

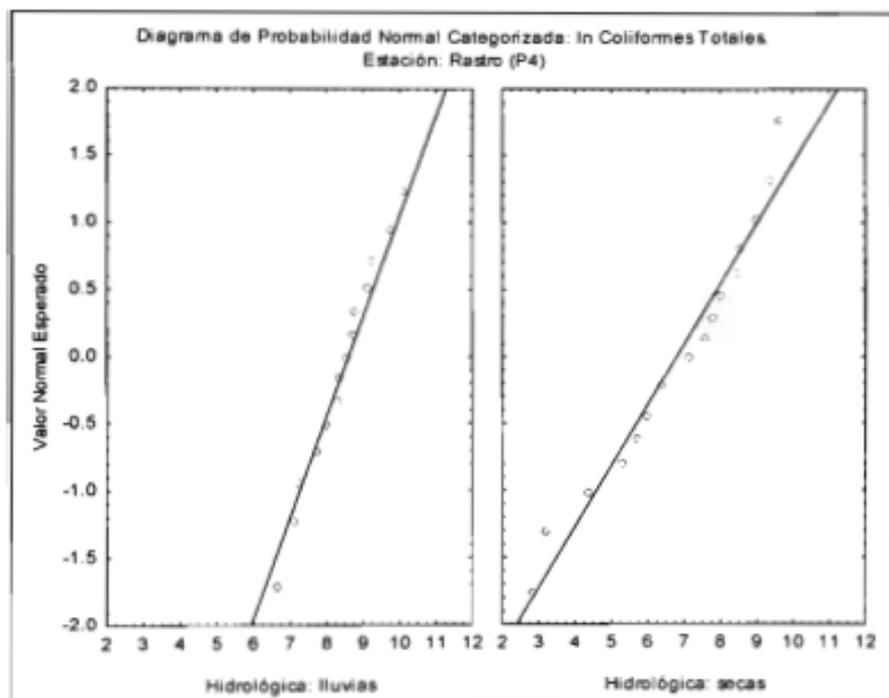


Figura 29. Diagrama de Probabilidad Normal Categorizada: In Coliformes Totaes (UFC/100ml). Todos los años. Estación: Rastro, en secas y lluvias.

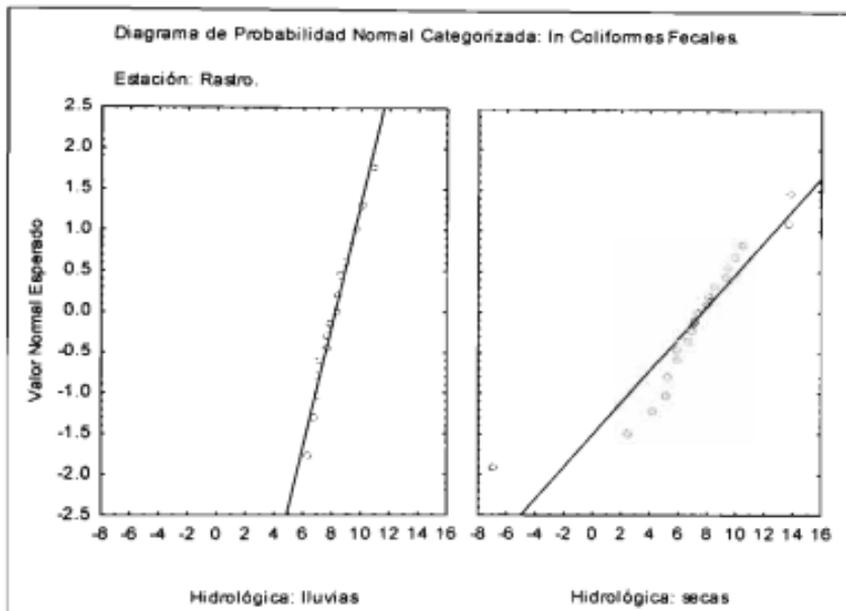


Figura 30. Diagrama de Probabilidad Normal Categorizada: In Coliformes Fecales (UFC/100ml). Todos los años. Estación: Rastro, en secas y lluvias.

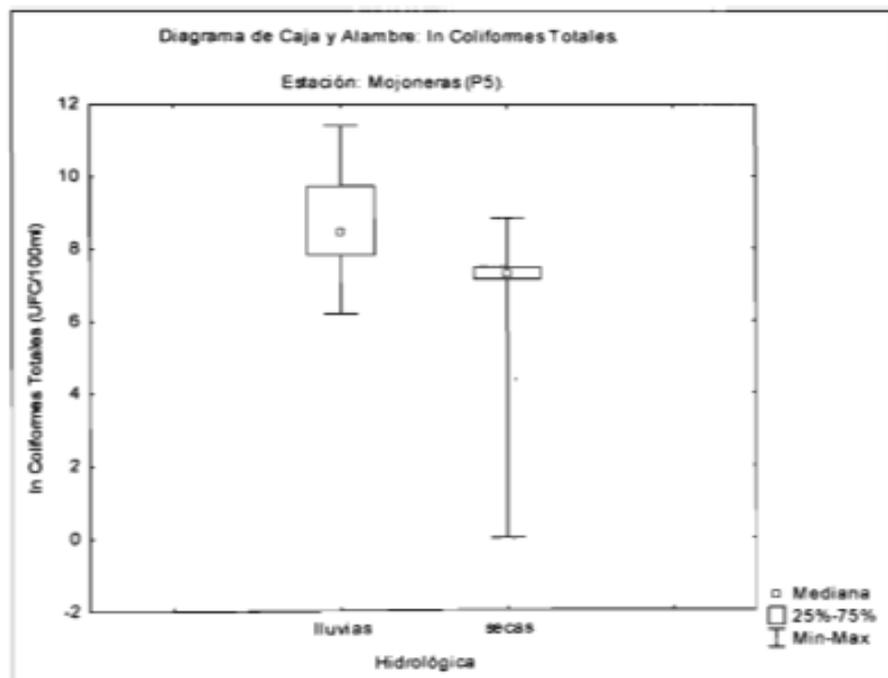


Figura 31. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Totales (UFC/100ml)
 Todos los años. Estación: Mojoneras, en secas y lluvias.

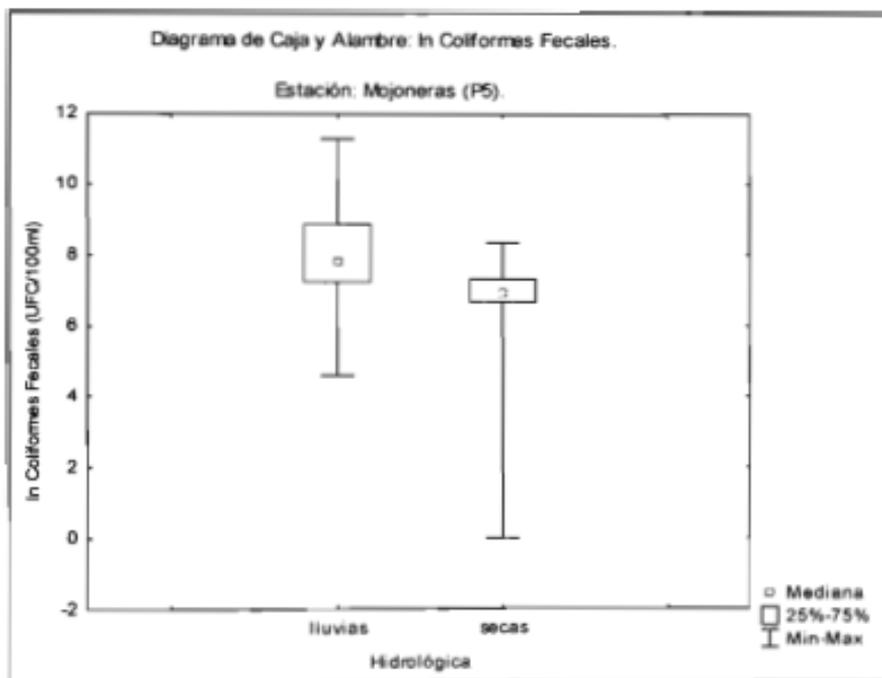


Figura 32. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Fecales (UFC/100ml)
 Todos los años. Estación: Mojoneeras, en secas y lluvias.

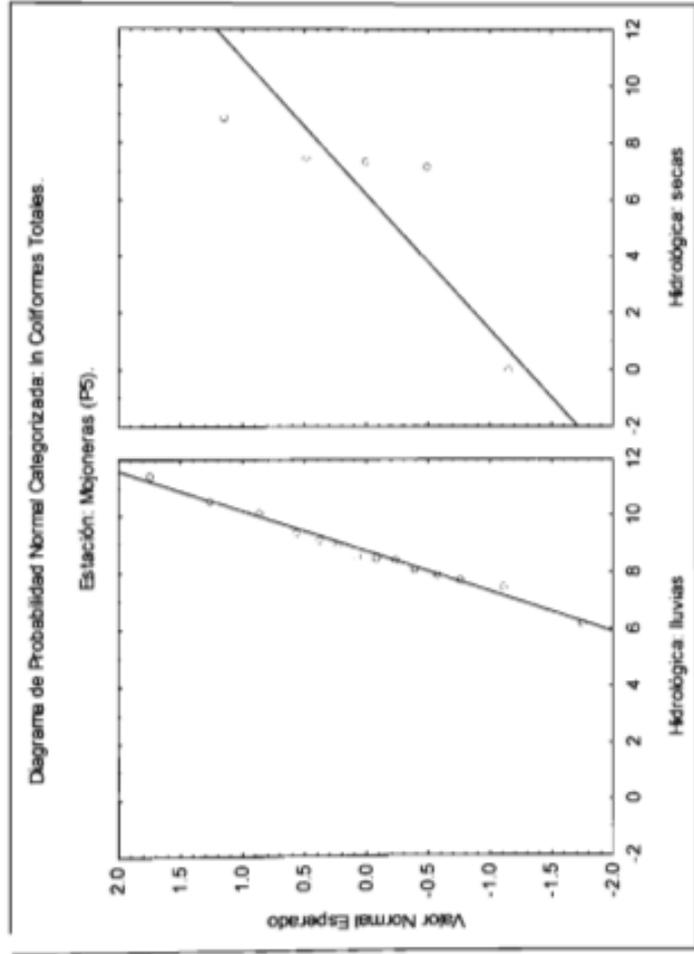


Figura 33. Diagrama de Probabilidad Normal Categorizada: In Coliformes Totales (UFC/100ml). Todos los años. Estación: Mojoneiras, en secas y lluvias

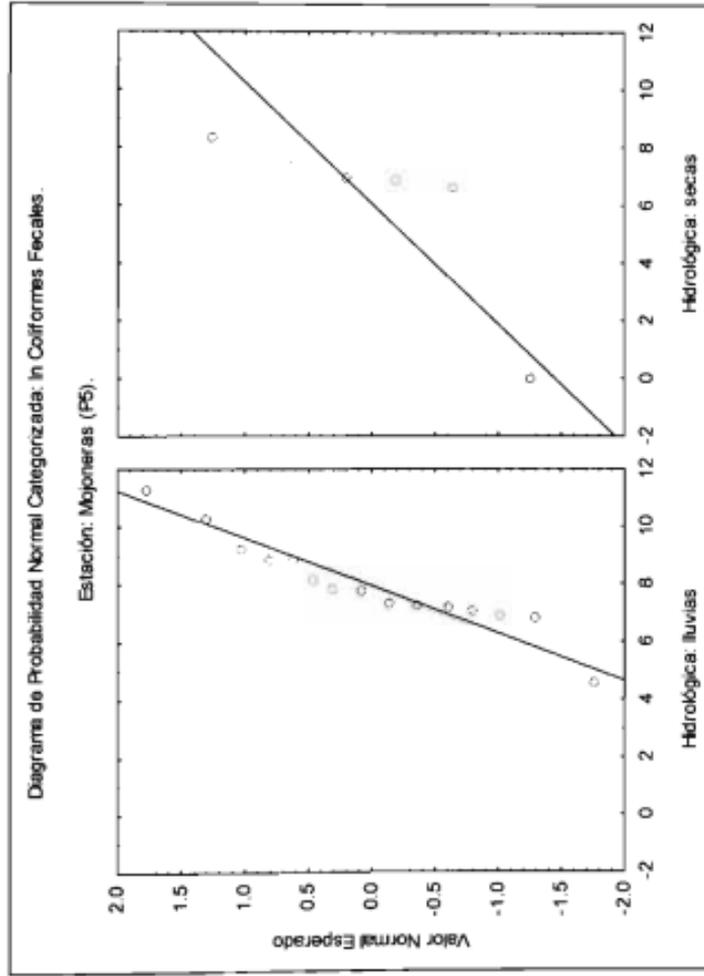


Figura 34. Diagrama de Probabilidad Normal Categorizada: In Coliformes Fecales (UFC/100ml). Todos los años. Estación: Mojoneras, en secas y lluvias.

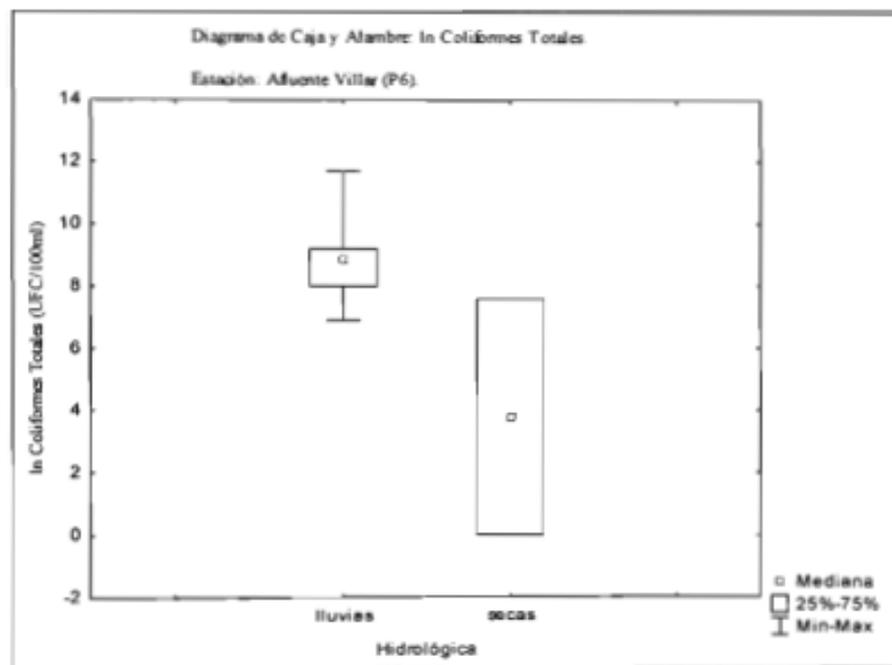


Figura 35. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Totales (UFC/100ml)
 Todos los años. Estación: Afluente Villar, en secas y lluvias.

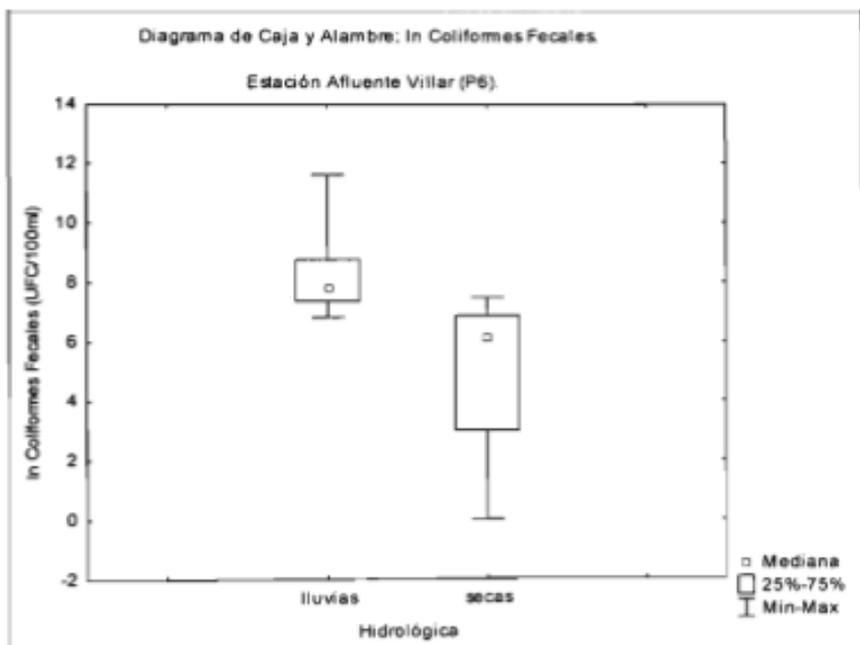


Figura 36. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Fecales (UFC/100ml)
 Todos los años. Estación: Afluente Villar, en secas y lluvias.

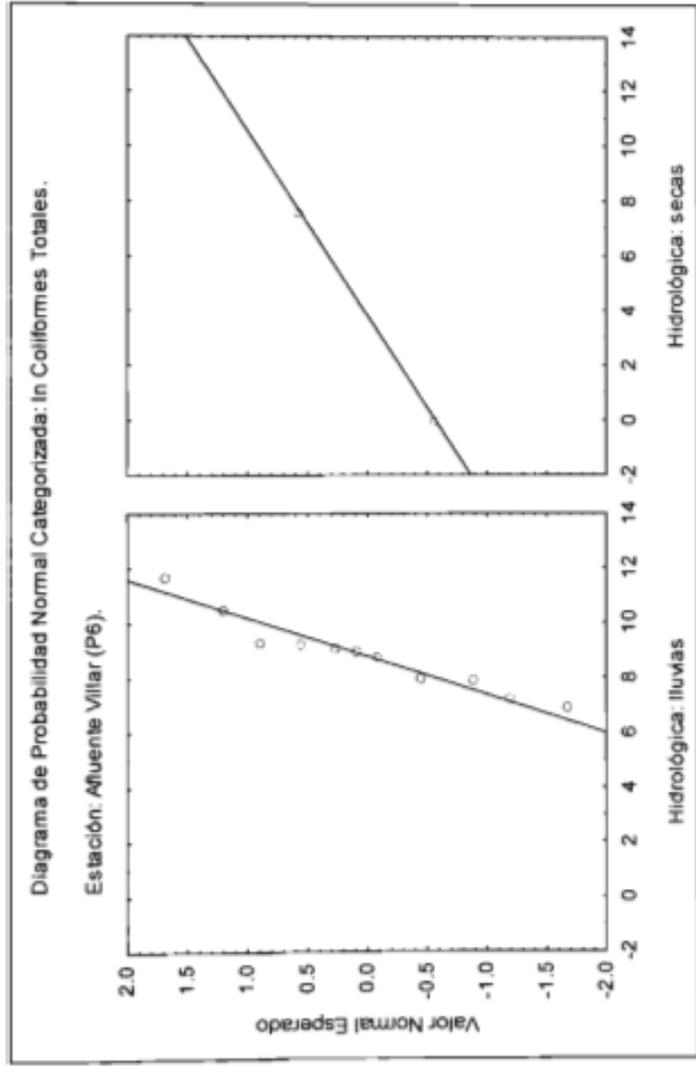


Figura 37. Diagrama de Probabilidad Normal Categorizada: In Coliformes Totales (UFC/100ml). Todos los años. Estación: Afluente Villar, en secas y lluvias.

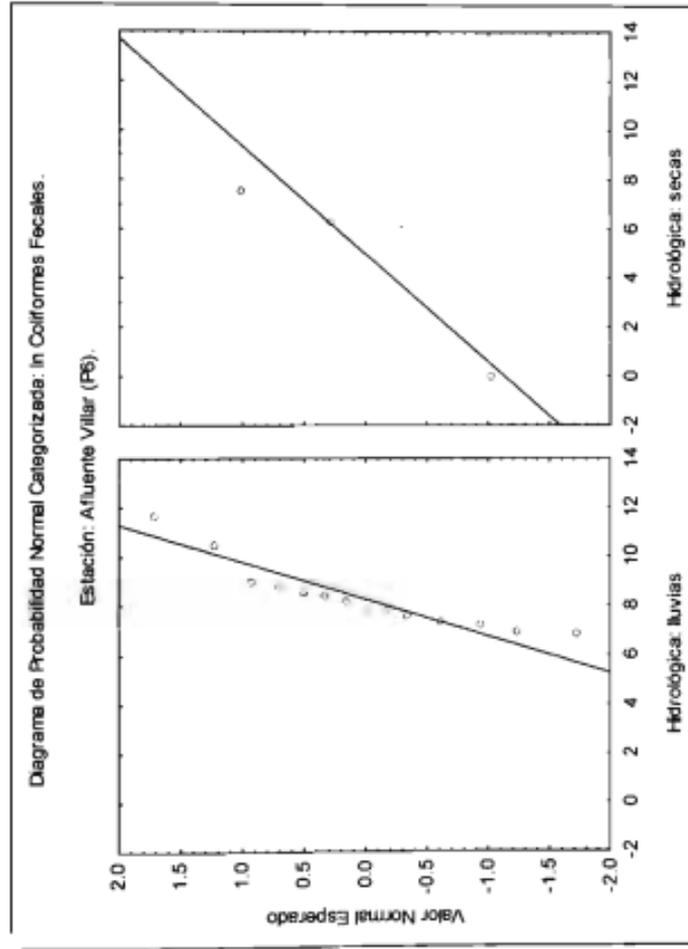


Figura 38. Diagrama de Probabilidad Normal Categorizada: In Coliformes Fecales (UFC/100ml). Todos los años. Estación: Afluyente Villar, en secas y lluvias.

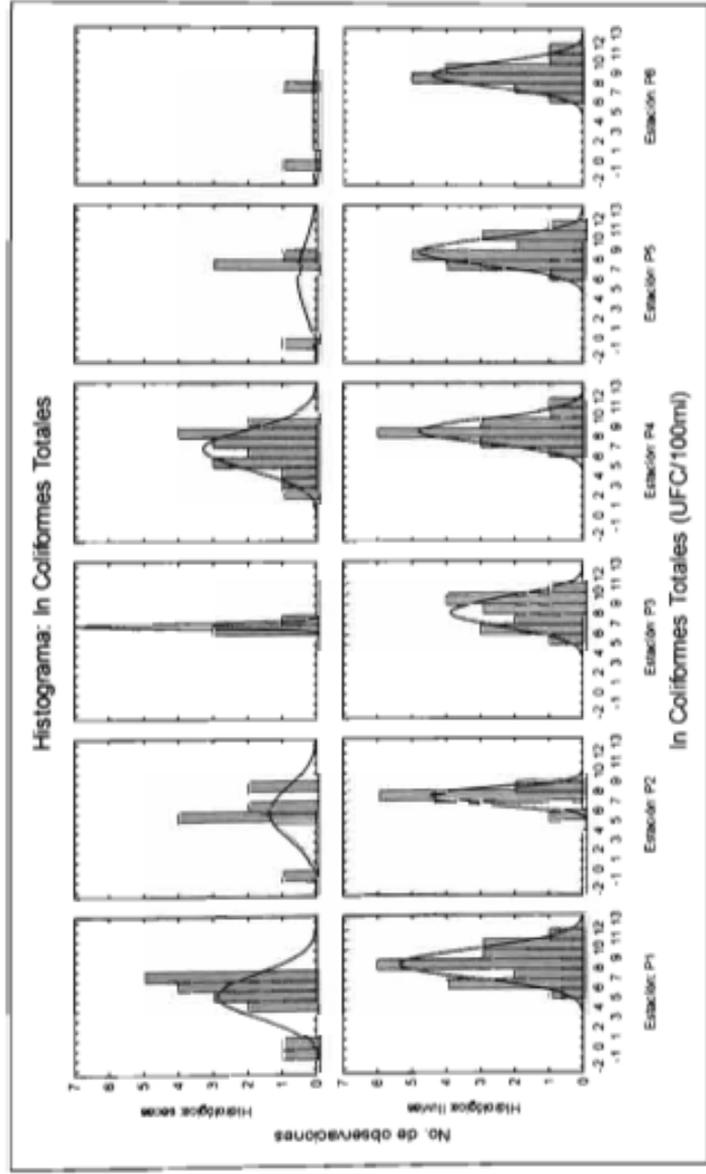


Figura 39. Histograma In Coliformes Totales (UFC/100ml) todos los años menos 1998, en cada una de las estaciones de muestreo y en secas y lluvias.

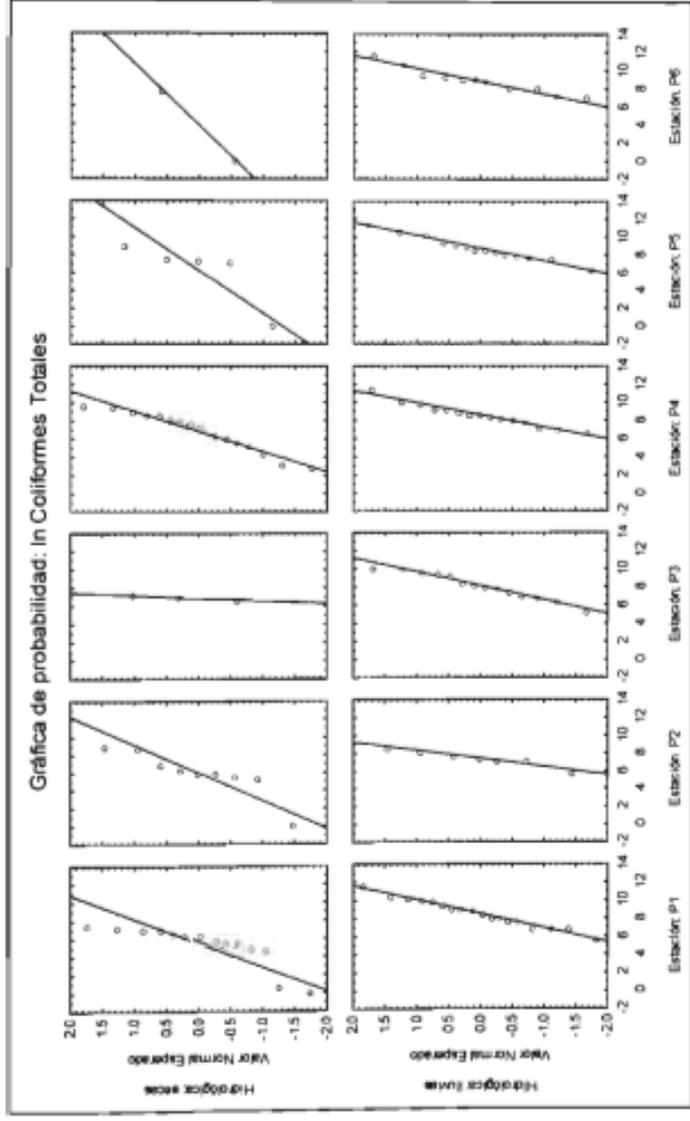


Figura 40. Diagrama de probabilidad: In Coliformes Totales (UFC/100ml) todos los años menos 1998, en cada una de las estaciones de muestreo y en secas y lluvias.

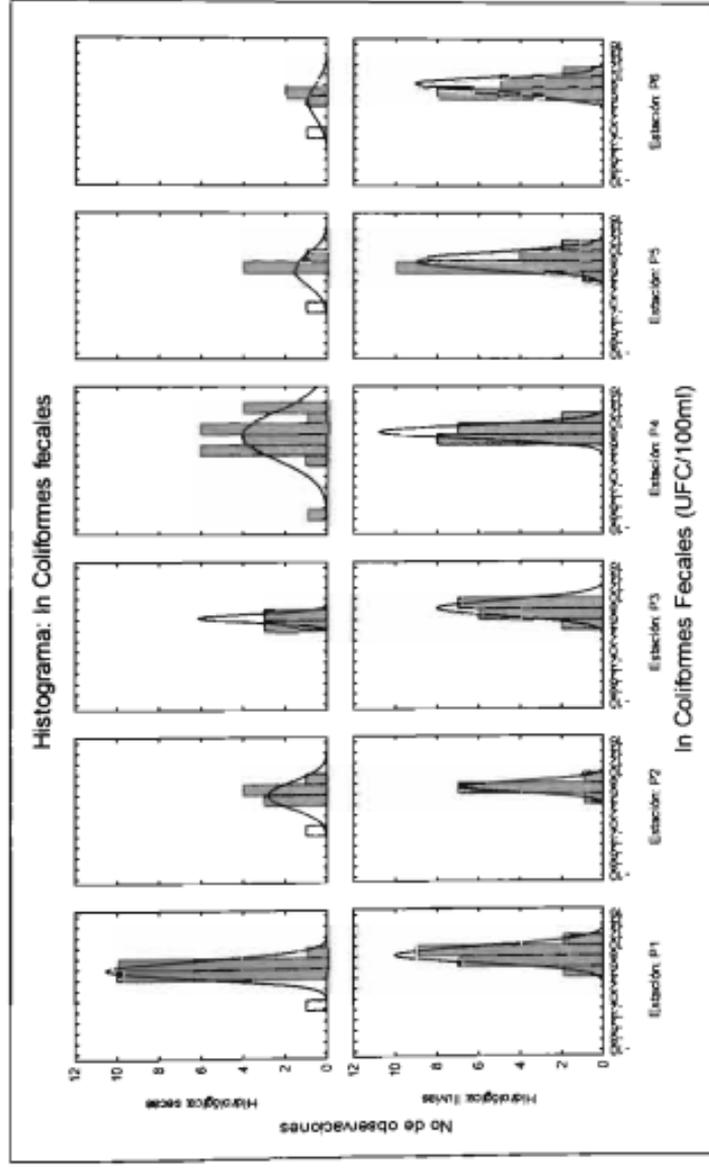


Figura 4.1. Histograma In Coliformes Fecales (UFC/100ml) todos los años menos 1998, en cada una de las estaciones de muestreo y en secas y lluvias.

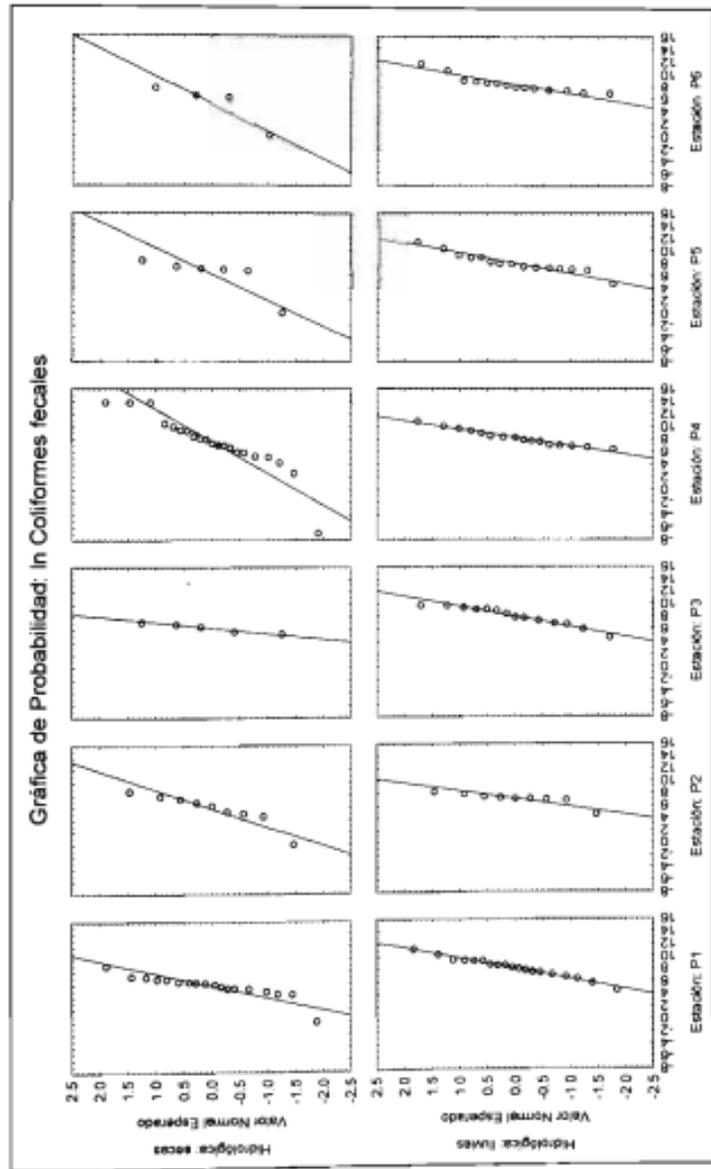


Figura 4.2. Diagrama de probabilidad: In Coliformes Fecales (UFC/100ml) todos los años menos 1998, en cada una de las estaciones de muestreo y en secas y lluvias.

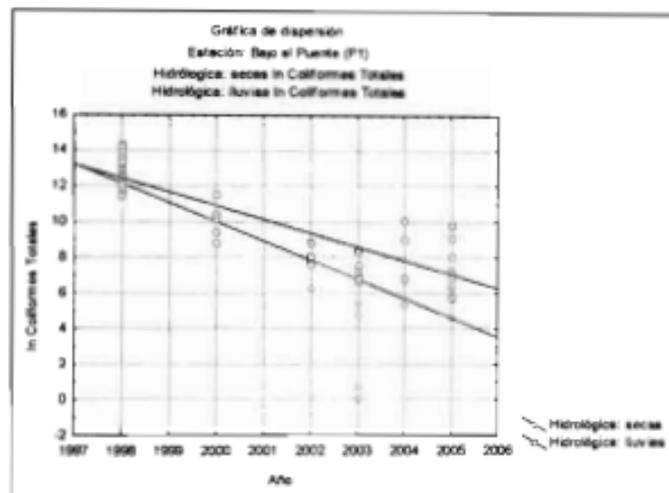


Figura 43. Diagrama de dispersión: In Coliformes Totales (UFC/100ml) todos los años, estación: Bajo el Puente (P1), en secas y lluvias.

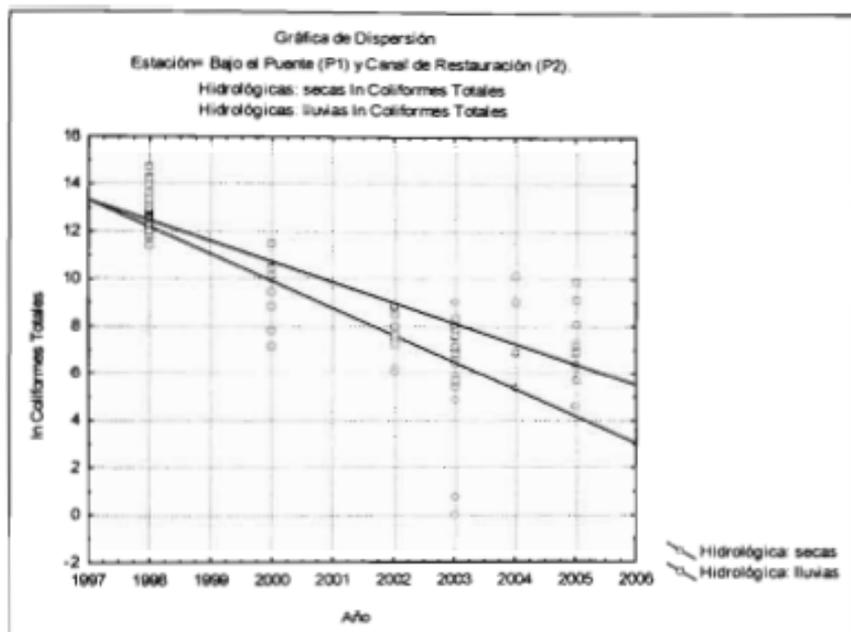


Figura 45. Diagrama de dispersión: In Coliformes Totales (UFC/100ml) todos los años, Estación: Bajo el Puente (P1) y Canal de Restauración (P2), en secas y lluvias.

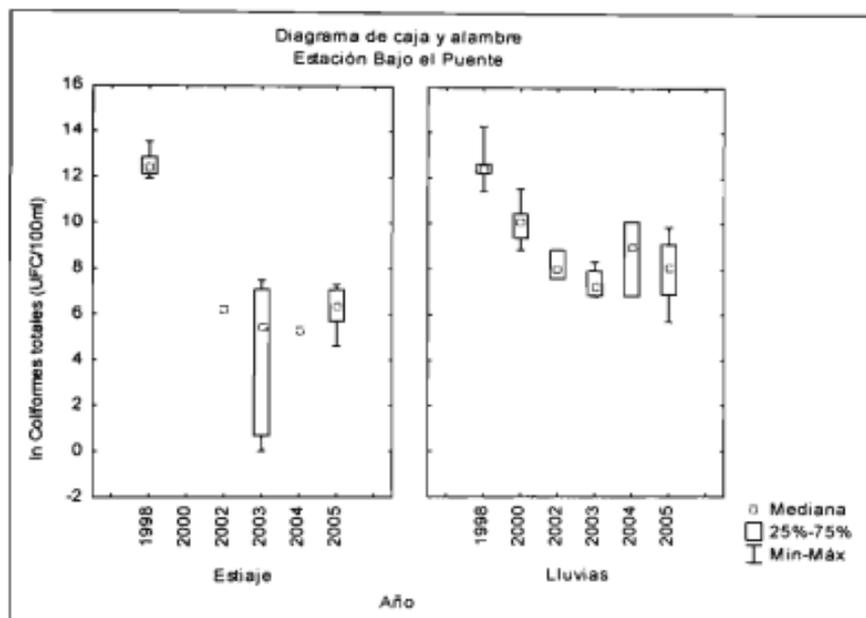


Figura 46. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Totales (UFC/100 ml). Todos los años. Estación: Bajo el Puente (P1), en secas y lluvias.

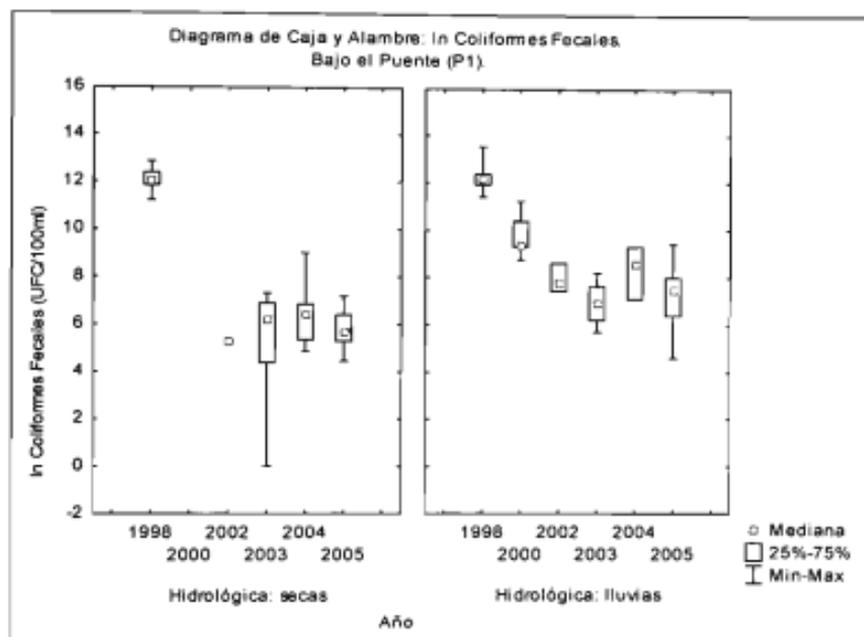


Figura 47. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Fecales (UFC/100 ml). Todos los años. Estación: Bajo el Puente (P1), en secas y lluvias.

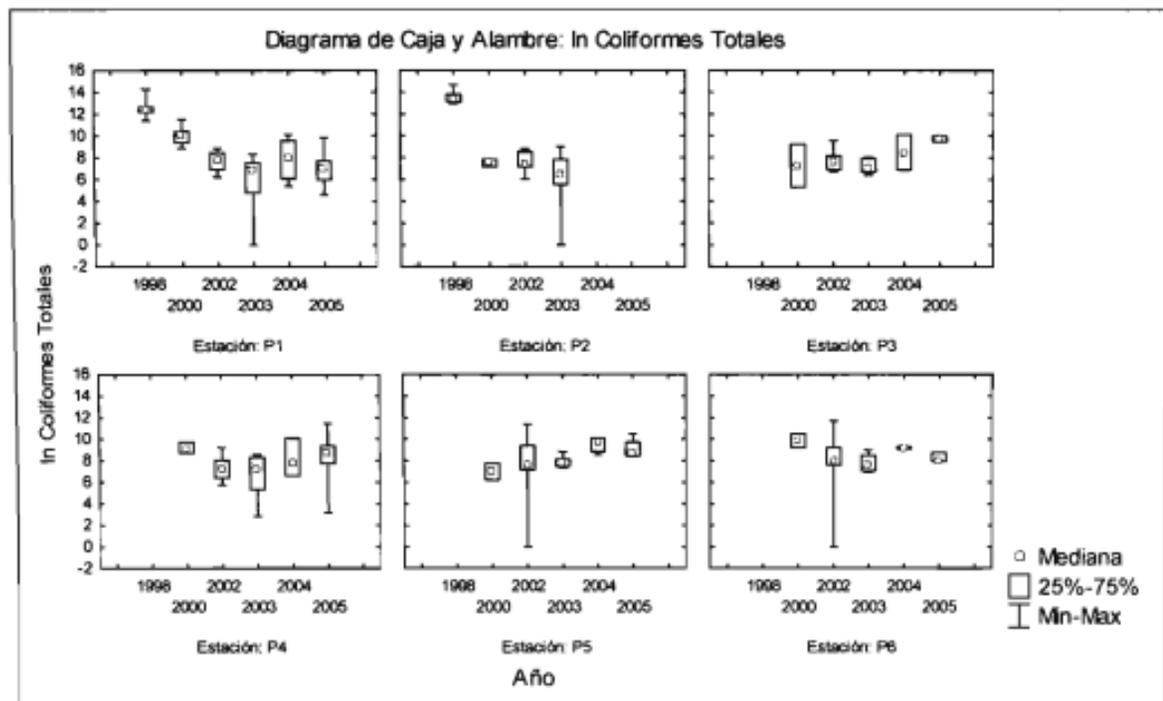


Figura 48. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Totales (UFC/100 ml). Todos los años. Todas las estaciones.

Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Fecales.

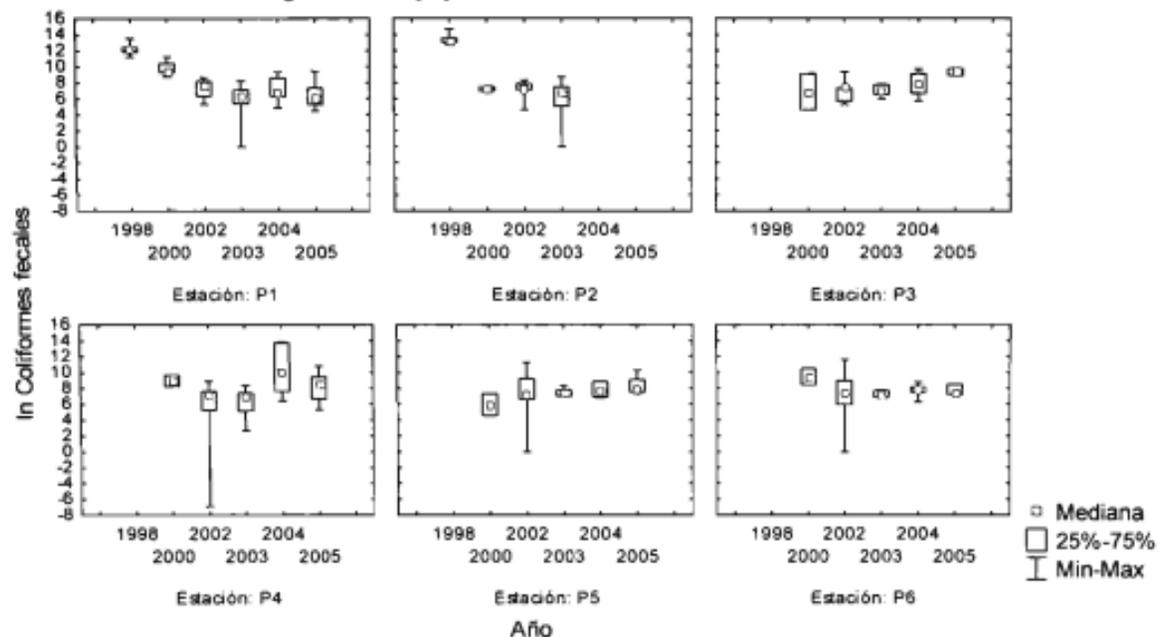


Figura 49. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Fecales (UFC/100 ml). Todos los años. Todas las estaciones.

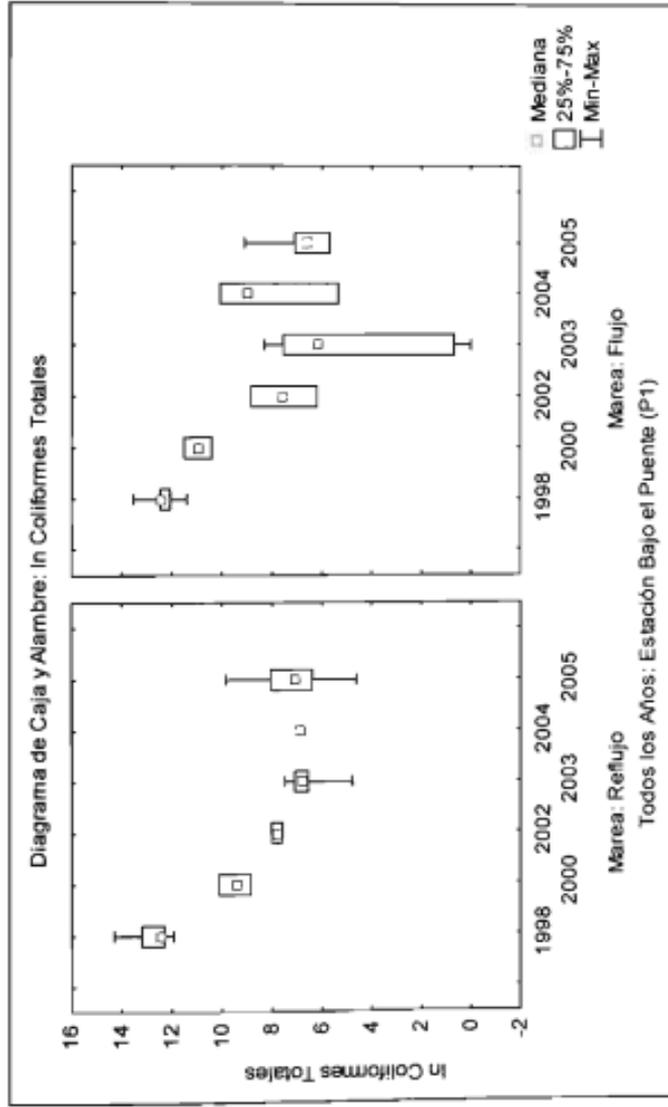


Figura 50. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Totales (UFC/100 ml). Todos los años, en secas y lluvias. Estación: Bajo el Puente (P1). Con Mareas de Flujo y Reflujo.

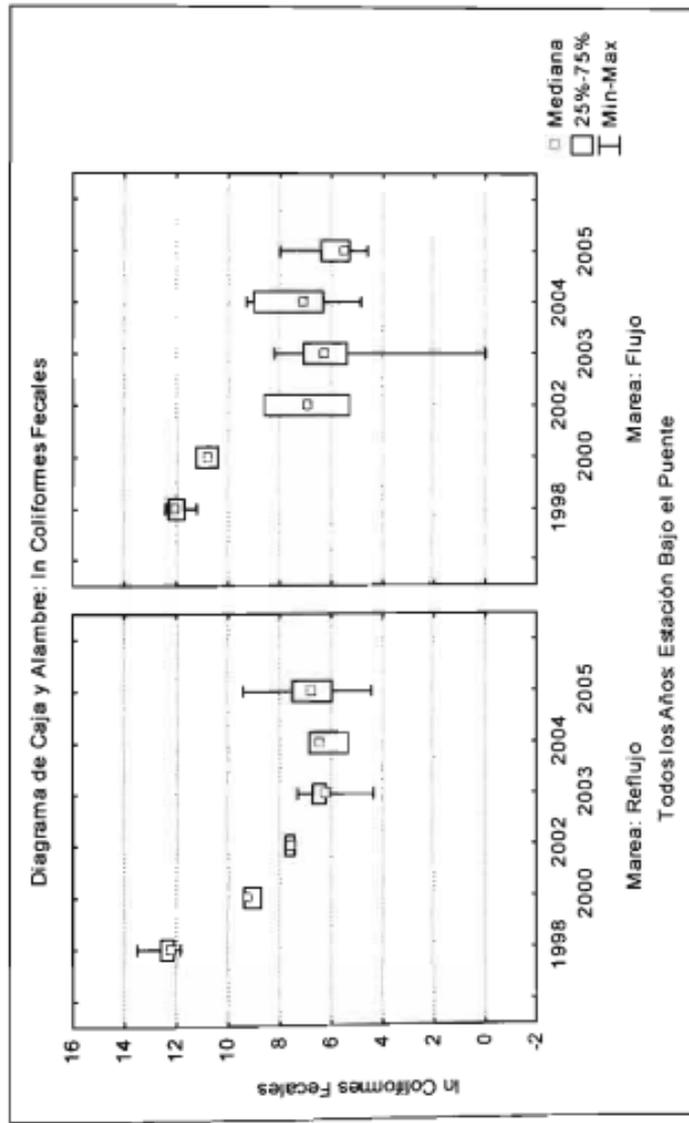


Figura 51. Diagrama de Caja y Alambre: In Coliformes Fecales (UFC/100 ml). Todos los años, en secas y lluvias. Estación: Bajo el Puente (P1). Con Mareas de Flujo y Reflujo.