



Universidad del Mar
Campus Puerto Ángel

**Indicadores Bacteriológicos y de Toxicidad
de la Calidad del Agua en el Sistema Fluvio-
lagunar Huave, Oaxaca.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA

PRESENTA

Edith Félix Ramos

DIRECTOR DE TESIS

Dr. J. Marco Vinicio Ramírez Mares



Universidad del Mar

Campus Puerto Ángel

Puerto Ángel, Oaxaca. A 23 de Noviembre de 2010.

ACTA DE REVISION DE TESIS

Después de realizar una revisión detallada de la Tesis “**Indicadores Bacteriológicos y de Toxicidad de la Calidad del Agua en el Sistema Fluvio-lagunar Huave, Oaxaca**” presentada por la Pas. en Biología Marina Edith Félix Ramos, se considera que cumple con los requisitos y la calidad necesaria para ser defendida en el examen profesional.

COMISION REVISORA

Director

Dr. J. Marco Vinicio Ramírez Mares

Revisor

Ing. Rigoberto Rojas Crisóstomo

Revisor

M. en C. Fátima Karina Delgado Vidal

Revisor

M. en C. Yolanda Huante González

Revisor

M. en C. Saúl J. Serrano Guzmán

RESUMEN

El creciente desarrollo industrial y urbano ha traído consigo la aparición de una cantidad apreciable de sustancias tóxicas, que afectan la salud humana y deterioran los ecosistemas. La calidad sanitaria del agua es de mucha importancia para la sociedad, y el control bacteriológico eficiente es esencial para complementar un buen manejo de este recurso. La concentración de bacterias indicadoras como los coliformes, se utiliza para evaluar la seguridad de uso de aguas. La toxicidad del agua, es otro de los problemas que se ha incrementado, ya que se vierten desechos químicos a los ríos. El Sistema Fluvio-lagunar Huave se localiza en la parte sureste del Estado de Oaxaca, en el Istmo de Tehuantepec. Ante la necesidad de realizar estudios que permitan evaluar la calidad del agua, en este trabajo, se determinaron en 26 sitios de recolecta de muestra de agua, la presencia de coliformes totales y de *Escherichia coli*. Los coliformes totales tuvieron valores medios de 176, 551 ± 111, 898 UFC/100 mL en la época de secas, y de 159, 757 ± 139, 500 UFC/100 mL, para la época de lluvias. Mientras que *Escherichia coli* se encontró con valores medios de 16, 231 ± 11, 989 UFC/100 mL para la época de secas, y de 52, 542 ± 34, 233 UFC/100 mL para la época de lluvias. Se aislaron grupos de los géneros *Salmonella* y *Shigella*, *Vibrio* y otros enterococos, cuya presencia está prohibida en la NOM-127-SSA1-1994. Estas cepas resistieron concentraciones hasta de 68 ‰ de salinidad. En el análisis de fitotoxicidad se emplearon semillas de lenteja (*Lens esculenta*), en 10 de los 26 sitios de recolecta se obtuvo una completa inhibición del crecimiento radicular de la planta, el índice de germinación (IG) fue de 0 % y el índice de fitotoxicidad (IF) fue de 100 %. En dos sitios de recolecta: Pozo casa 2 y Pozo casa 3, que se ubicaron en pozos del patio de diferentes casas habitación, donde el agua es utilizada para uso doméstico, se tuvieron valores de 68.55 ± 1.73 % y 50.7 ± 8.73 % de IG, y un IF de 31.5 ± 1.1% y 49.3 ± 4.9 %, respectivamente. Las escorrentías generadas por las lluvias, la influencia antropogénica y la actividad agropecuaria e industrial que se realiza en los pueblos cercanos al Sistema Fluvio-lagunar, son las principales causas que originan una alta contaminación bacteriana, así como un severo grado de toxicidad en el agua, asociado a un gran riesgo ecológico. Esta evaluación nos permite decir que, los cuerpos de agua del Sistema Fluvio-lagunar Huave, son inaceptables para abasto público; aceptable para la recreación sin contacto; aceptable para organismos muy resistentes en cuanto a pesca y vida acuática; y requiere de tratamiento para su uso industrial.

Palabras Clave: Sistema Fluvio-lagunar Huave, Coliformes Totales, *Escherichia coli*, Bacterias, Tolerancia a la salinidad y Fitotoxicidad.

ABSTRACT

The increase of the industrial and urban development has brought the appearance of an appreciable amount of toxic substances, which affects the human health and the ecosystems. The hygienic quality of the water is of much importance for the society, and the efficient bacteriological control is essential to complement a good handling of this resource. The concentration of indicating bacteria like coliforms, is used to evaluate the security of the use of water. The toxicity of the water is another problem that has increased, because the chemical remainders are spilled to the rivers. The Huave Fluvio-lagunar System is located in the Southeastern of Oaxaca State, in the Isthmus of Tehuantepec. Due to the necessity to make studies that allow to determinate the quality of the water, in this work, the presence of total coliforms and *Escherichia coli* in the water of the 26 sampling places were determined. The total coliforms presented average values of 176, 551 \pm 111, 898 CFU/100 mL at the droughts time, and 159, 757 \pm 139, 500 CFU/100 mL for the rains time. *Escherichia coli*, presented average values of 16, 231 \pm 11, 989 CFU/100 mL for the droughts time, and 52, 542 \pm 34, 233 CFU/100 mL for rain time. The isolation of *Salmonella* and *Shigella*, *Vibrio* and other enterococcus, whose appearance is prohibited in the NOM-127-SSA1-1994, was done. These strains resisted up to 68 ‰ of salinity. In the phytotoxicity analysis lentils (*Lens esculenta*) seeds were used, 10 of the 26 sites of sampling resulted with the complete inhibition of the radicle growth of the plant, the germination index (IG) was 0 % and the index of phytotoxicity (IF) was 100 %. Two sampling stations; Pozo casa 2 and Pozo casa 3, pertaining to water wells located in the backyard of two different houses, where the water is for domestic use, had values of 68.55 \pm 1.73 % and 50.7 \pm 8.73 % of IG, and 31.5 \pm 1.1 % and 49.3 \pm 4.9 % of IF, respectively. Runs-offs generated by rains, anthropogenic influence, agropecuary and industrial activity made in the towns near the Fluvio-lagunar System, are the main causes that origin high bacterial contamination, as well as severe degree of toxicity in the water, associated with a great ecological risk. This evaluation allows to say that, the water of the Fluvio-lagunar System must not be considered for human consumption; it is acceptable for recreation without contact; it is acceptable for fishing and aquatic life of very resistant organisms and requires treatment for industrial use.

Key words: Fluvio-lagunar Huave System, Total coliforms, *Escherichia coli*, Bacteria, Salinity tolerance and Phytotoxicity.

DEDICATORIA

A Juliana Ramos Cabrera y David Félix Félix mis padres, quienes me enseñaron que en la vida nunca hay que dar marcha atrás, ya que la esencia de la vida es ir siempre hacia adelante, porque la calle de la vida sólo tiene un sentido.

A Verenice y Diana mis hermanas, por ser mis cómplices y por haber sacrificado más que la distancia, muchas otras cosas, de las cuales siempre estaré más que agradecida.

A Carlita, sobrina porque contigo aprendí a tener curiosidad por las cosas.

AGRADECIMIENTOS

Al **Dr. J. Marco Vinicio Ramírez Mares**, mi Director de Tesis, “dir...”, gracias por ser tan paciente, por compartirme tus enseñanzas, experiencias y sobre todo por ser un super mega director de tesis, eres mi angelote. Sin ti no hubiese sido posible este trabajo, mi trabajo. Cuando sea grande quiero ser como tú, al menos saber la mitad de lo que tú sabes (risas).

A mis revisores **Ing. Rigoberto Rojas**, a la **M. en C. Yolanda Huante**, a la **M. en C. Fátima Delgado** y al **M. en C. Saúl Serrano**, quienes gracias a sus sugerencias y comentarios este trabajo fue posible.

Especialmente al **Prof. M. en C. Pedro Cervantes Hernández** y a la **Prof. M. en C. Isabel Berumen Gallardo** quienes por su valiosa aportación este trabajo se concluyó satisfactoriamente.

A **Xochitl (Shude)**, **Naikary (Flaca)**, **Jani** y **Paulina (Pao)**, por ser mis consejeras, cómplices, y más que amigas fueron mis hermanas.

A **Fabián (Momia)**, **Julio (Negrito)**, **Tonatiuh**, serán inolvidables todas esas charlas nocturnas.

Leyna, **Janet**, por su amistad y que más de alguna vez, sino es que muchas, estuvieron conmigo desvelándose y ayudándome a terminar con mi trabajo de tesis.

Fernando (Yuka), **Javier (Oax)**, **Marco (Chilango, negro)** por que los caballeros nunca deben de faltar, gracias por su cariño.

Tanya (Güera) por tu amistad sincera, honesta y porque de ti me llevo muchas cosas, una de ellas la determinación y la franqueza. Nunca cambies!.

Jovita hija del mismo padre académico, por lo tanto mi hermana. Échenle ganas, no es tan difícil llegar. Gracias! por las risas compartidas.

Irene (Secre), gracias por todo, sin ti no se que hubiese hecho. Me aligeraste el trabajo.

Rolando Bastida Profesor y amigo. Por tus sabias palabras, y aunque tu defecto es la taxonomía, de mis profesores y amigos eres el mejor!!!

A mis profesores, que aunque no me hayan puesto 10, los aprecio y respeto, y porque la enseñanza no es fácil; ni modo, ahora les tocó ser los malos!!!

Al resto de mi generación, (**Gaspar, Marshall, Isabel, Vianey, Daniel, Tania V., Irvin, Marvín, Mauro, Lenín**), les agradezco tanto su aprecio.

Otaku, donde quiera que estés, sólo quiero que sepas que no hay de qué avergonzarse, las cosas pasan por algo, y tú tienes mucha madera. Sé que algún día nos encontraremos en Japón. "*Bai cha, Mata ne, Ja mata*".

A la **Universidad del Mar** y al **CRIP**, por haber facilitado todas las herramientas para este trabajo.

A todos aquellos que no nombré, pero de alguna manera saben quiénes son, sepan que fueron muy importantes para mí, y ya son parte de mi historia. Gracias!!!

A todos mis amigos y a los que me consideren su amiga, les digo: "Gracias por haberme dado la oportunidad de conocerlos, y de haberme dejado compartir con ustedes tantas vivencias, los quiero y voy a extrañar, no saben cuánto. *Kwa heri*".

Era una tonta, ¡¡¡eso fue hace tanto tiempo!!!, era más joven, ¡¡¡una intolerante, arrogante!!!, ¡¡¡Dios mío, quiero creer que he cambiado desde entonces!!!. Espero que sea una mujer razonable, y que tú te hayas dado cuenta. (Félix-Ramos)

A todos mis amigos. Como decía el buen Benjamín Franklin, “Tomen consejo con el vino, pero decidan con agua”.

*Lo que sabemos es una gota, lo que ignoramos es el océano.
(Isaac Newton)*

Nunca digan “NUNCA”, así como tampoco “DE ESTA AGUA NO BEBERÉ”. (Refrán)

*Busca tu destino en el lugar al que te lleve tu corazón. Recuerda y ama siempre el lugar donde naciste, pero luego sigue tu camino, del mismo modo que un niño debe dejar a su madre.
(Barbara Wood)*

*Elegancia es la ciencia de no hacer nada igual que los demás, pareciendo que se hace todo de la misma manera que ellos.
(Honoré de Balzac)*

RECONOCIMIENTO

Al Proyecto titulado “**PLAN DE MANEJO ACUÍCOLA Y PESQUERO DE LA ZONA HUAVE, OAXACA**”, financiado por el Gobierno del Estado de Oaxaca, según convenio con la Universidad del Mar, con clave: 21.1.P.E.07

Al **M. en C. Saúl J. Serrano Guzmán**, Profesor Investigador de la Universidad del Mar, quien estuvo a cargo del proyecto, y confió en mí. Por medio del cual adquirí el financiamiento y beca para mi proyecto de tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN -----	iii
ABSTRACT -----	iv
DEDICATORIA -----	v
AGRADECIMIENTOS -----	vi
RECONOCIMIENTO -----	ix
ÍNDICE GENERAL -----	x
ÍNDICE DE FIGURAS -----	xiii
ÍNDICE DE CUADROS -----	xv
1. INTRODUCCIÓN -----	1
1.1 Planteamiento del problema-----	8
1.2 Justificación-----	9
1.3 Contribución-----	9
2. ANTECEDENTES -----	10
3. OBJETIVOS -----	15
3.1 Objetivo general-----	15
3.2 Objetivos específicos-----	15
4. HIPÓTESIS -----	16
5. MATERIALES Y MÉTODOS -----	16
5.1 Área de estudio-----	16
5.1.1 Selección de las estaciones-----	18
5.2 Recolecta de muestras y obtención de las variables físico-químicas-----	18
5.2.1 Obtención de variables físico-químicas-----	18
5.2.2 Recolecta de muestras-----	20
5.3 Estudio preliminar-----	21
5.4 Análisis de las muestras-----	23
5.4.1 Conteo de unidades formadoras de colonias (UFC)-----	23
5.4.2 Análisis estadístico-----	23
5.5 Aislamiento de microorganismos-----	24
5.5.1 Modo de preparación de los medios de cultivo-----	24
5.5.2 Siembra y aislamiento-----	25
5.6 Tinción de Gram-----	25
5.6.1 Fijación con calor-----	25
5.6.2 Tinción-----	26
5.7 Análisis de tolerancia a la salinidad-----	26
5.7.1 Preparación de las soluciones salinas-----	26
5.7.2 Preparación del estándar de McFarland-----	27
5.7.3 Preparación del inóculo-----	28
5.7.3.1 Prueba de tolerancia a la salinidad-----	28

	Página
5.8 Análisis de fitotoxicidad -----	28
5.8.1 Determinación de la IC ₅₀ del control positivo (K ₂ Cr ₂ O ₇) -----	28
5.8.2 Prueba de fitotoxicidad -----	30
5.9 Proceso y análisis estadístico -----	32
5.10 Estimación de la contaminación químico-biológica por sitios y zonas de recolecta ----	33
5.10.1 Asignación del nivel de contaminación biológica por sitio -----	34
5.10.2 Asignación del nivel de contaminación química por sitio -----	34
5.10.3 Cálculo del nivel de contaminación químico-biológica por sitio -----	34
6. RESULTADOS -----	35
6.1 Variables físico-químicas del agua, en los sitios de recolecta durante las épocas de secas y lluvias -----	35
6.2 Prueba preliminar para determinar el factor de dilución, para cuantificar las UFC -----	41
6.3 Cuento de las bacterias coliformes -----	42
6.3.1 Cuento de <i>E. coli</i> contenidas en el agua, para los sitios de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave. -----	42
6.3.2 Coliformes totales contenidas en el agua para los sitios de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave. -----	45
6.3.3 Correlación de la carga bacteriana con las variables físico-químicas. -----	52
6.4 Grupos bacterianos aislados -----	54
6.5 Tolerancia a la salinidad -----	54
6.6 Evaluación de la fitotoxicidad -----	57
6.6.1 Determinación de la IC ₅₀ para el control positivo en la prueba de fitotoxicidad. ---	57
6.6.2 Evaluación de la fitotoxicidad para los sitios de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave -----	59
6.6.3 Estimación de la contaminación químico-biológica por zona y por sitio de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave -----	61
7. DISCUSIÓN -----	65
7.1 Variables físico-químicas del agua, en los sitios de recolecta del SFLH durante las épocas de secas y lluvias -----	65
7.2 <i>Escherichia coli</i> y CT contenidas en el agua, para los sitios de recolecta del SFLH -----	65
7.3 Correlación de la carga bacteriana con las variables físico-químicas -----	67
7.4 Grupos bacterianos aislados -----	69
7.5 Tolerancia a la salinidad -----	70
7.6 Evaluación de la fitotoxicidad -----	72
7.7 Estimación de la contaminación química-biológica por zona y por sitio de recolecta del SFLH -----	73
8. CONCLUSIONES -----	74
9. RECOMENDACIONES -----	78
10. LITERATURA CITADA -----	80

ANEXOS	90
I. Hoja de datos de campo, para la recolecta de muestras para la calidad del agua.	90
II a). Análisis de tolerancia a la salinidad para los grupos bacteriológicos obtenidos en el aislamiento	91
II b). Análisis estadístico para determinar la IC ₅₀ de K ₂ Cr ₂ O ₇ disuelto en agua corriente filtrada	91
III a) Análisis estadístico para determinar la IC ₅₀ de K ₂ Cr ₂ O ₇ disuelto en agua corriente sin filtrar.	92
III b). Valores para los controles empleados para el tratamiento de fitotoxicidad, probado con agua filtrada y sin filtrar	92
IV. Crecimiento radicular de las semillas de <i>Lens esculenta</i> , expuestas a las muestras de agua filtrada de los 26 sitios de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave	93
V. Crecimiento radicular de semillas de <i>Lens esculenta</i> , expuestas a las muestras de agua sin filtrar de los 26 sitios de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave	94
VI. Datos de los sitios de recolecta; condiciones físicas, atmosféricas y de entorno	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Sistema Fluvio-lagunar Huave: sitios de recolecta de muestras. -----	17
2. Diagrama de flujo para la obtención, procesamiento y análisis de las muestras de agua recolectadas en el Sistema Fluvio-lagunar Huave, durante 2007. -----	20
3. Unidades formadoras de colonias (UFC): a) Coliformes totales en el medio estándar TTC; b) <i>Escherichia coli</i> en el medio Endo.-----	23
4. Comparación de turbidez del estándar de McFarland (Fotografía tomada por: Sánchez-Burgos, 2007). -----	27
5. Colocación de las semillas de forma equidistante para el análisis fitotóxico (Fotografía tomada por Félix-Ramos, inédito). -----	30
6. Esquema de la plántula al finalizar el periodo de exposición, indicando las partes que se deben medir. R: radícula; H: hipocotilo. -----	30
7. Esquema general del procedimiento para la prueba de fitotoxicidad con semillas de <i>Lens esculenta</i> .-----	31
8. Temperatura del agua (°C) en las épocas de secas (mayo) y lluvias (agosto) 2007, para los 11 sitios comparables, del Sistema Fluvio-lagunar Huave. -----	38
9. Oxígeno disuelto (mg/L) en las épocas de secas (mayo) y lluvias (agosto) 2007, para los 11 sitios comparables, del Sistema Fuvio-lagunar Huave. -----	39
10. Salinidad (ups) en las épocas de secas (mayo) y lluvias (agosto) 2007, para los 11 sitios comparables, del Sistema Fluvio-lagunar Huave.-----	40
11. Turbidez (UTN) en las épocas de secas (mayo) y lluvias (agosto) 2007, para los 11 sitios comparables, del Sistema Fluvio-lagunar Huave. -----	40
12. Coliformes totales en placa: a) probando una dilución mayor al 1 %; b) probando con una dilución menor al 0.1 %. -----	41
13. Unidades formadoras de colonias; a) para <i>Escherichia coli</i> ; b) para coliformes totales.-----	42
14. <i>Escherichia coli</i> a las 24 y 48 horas de incubación, valores promedio en unidades formadoras de colonias (UFC/100 mL), contenidas en las muestras de agua de los sitios de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave, tomadas durante la época de secas (mayo) 2007, mostrando su desviación estándar.-----	44
15. <i>Escherichia coli</i> a las 24 y 48 horas de incubación, valores promedio en unidades formadoras de colonias (UFC/100 mL), contenidas en las muestras de agua de los sitios de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave, tomadas durante la época de lluvias (agosto) 2007, mostrando su desviación estándar. -----	44
16. <i>Escherichia coli</i> a las 24 horas de incubación, valores promedio de unidades formadoras de colonias (UFC/100 mL), registradas para los 11 sitios de recolecta comparables, del Sistema Fluvio-lagunar Huave, para las época de secas (mayo) y lluvias (agosto) 2007. -----	46
17. <i>Escherichia coli</i> a las 48 horas de incubación, valores promedio de unidades formadoras de colonias (UFC/100 mL), registradas para las época de secas (mayo) y lluvias (agosto) 2007, de los 11 sitios de recolecta comparables para el Sistema Fluvio-lagunar Huave.-----	46

18. Coliformes totales a las 24 y 48 horas de incubación, valores promedio en unidades formadoras de colonias (UFC/100 mL), contenidos en las muestras de agua de los sitios de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave, tomadas durante la época de secas (mayo) 2007, mostrando su desviación estándar.-----	47
19. Coliformes totales a las 24 y 48 horas de incubación, valores promedio en unidades formadoras de colonias (UFC/100 mL), contenidos en las muestras de agua de los sitios de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave, tomadas durante la época de lluvias (agosto) 2007, mostrando su desviación estándar. -----	49
20. Coliformes totales después de 24 horas de incubación, valores promedio en unidades formadoras de colonias (UFC/100 mL), registradas para las época de secas (mayo) y lluvias (agosto) 2007, de los 11 sitios de recolecta comparables para el Sistema Fluvio-lagunar Huave.-----	50
21. Relación de las variables físico-químicas con el contenido bacteriano, para las 13 muestras de agua recolectadas en la temporada de secas (mayo) 2007, del Sistema Fluvio-lagunar Huave.-----	53
22. Relación de las variables físico-químicas con el contenido bacteriano, para las 24 muestras de agua recolectadas en la temporada de lluvias (agosto) 2007, del Sistema Fluvio-lagunar Huave.-----	53
23. Colonias de bacterias: a) grupo <i>Vibrio</i> ; b) grupo <i>Salmonella</i> y <i>Shigella</i> ; c) <i>Escherichia coli</i> .-----	55
24. Crecimiento radicular, para calcular la IC ₅₀ del control positivo (K ₂ Cr ₂ O ₇), disuelto en agua corriente filtrada.-----	57
25. Crecimiento radicular, para calcular la IC ₅₀ del control positivo (K ₂ Cr ₂ O ₇) disuelto en agua corriente sin filtrar. -----	58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Límites permisibles de contenido bacterial en agua, expresado en unidades formadoras de colonias (UFC/100 mL), para los diferentes usos estipulados por las NOM-127-SSA1-1994, NOM-001-ECOL-1996, CCE-CCA-001-1989 y NOM-031-SSA1-1993, del “Reglamento para la prevención de la contaminación del agua”, “Criterios ecológicos de la calidad del agua”. -----	6
2. Localización y ubicación geográfica de los sitios de recolecta de muestras. -----	19
3. Valores promedio \pm desviación estándar ($\bar{y} \pm D. E.$), de las variables físico-químicas registrados <i>in situ</i> , en cada uno de los sitios de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave, para la época de secas (mayo) 2007.-----	36
4. Valores promedio \pm desviación estándar ($\bar{y} \pm D. E.$), de las variables físico-químicas registrados <i>in situ</i> , en cada uno de los sitios de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave, para la época de lluvias (agosto) 2007. -----	37
5. <i>E. coli</i> y coliformes totales para diferentes diluciones, unidades formadoras de colonias contenidas en 100 mL (UFC/100 mL). -----	41
6. <i>Escherichia coli</i> a las 24 y 48 horas de incubación, unidades formadoras de colonias (UFC/100 mL) \pm desviación estándar ($\bar{y} \pm D. E.$), contenidas en las muestras de agua de los sitios de recolecta, del Sistema Fluvio-lagunar Huave, durante las épocas de secas (mayo) y lluvias (agosto) 2007. -----	43
7. Coliformes totales a las 24 y 48 horas de incubación, unidades formadoras de colonias (UFC/100 ml) \pm desviación estándar ($\bar{y} \pm D. E.$), contenidas en las muestras de agua de los sitios de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave, durante las épocas de secas (mayo) y lluvias (agosto) 2007. -----	48
8. <i>Escherichia coli</i> y coliformes totales a las 24 y 48 horas de incubación, unidades formadoras de colonias (UFC/100 mL) \pm desviación estándar ($\bar{y} \pm D. E.$), contenidas en las muestras de agua en los 11 sitios de recolecta comparables, para las épocas de secas (mayo) y lluvias (agosto) 2007, del Sistema Fluvio-lagunar Huave. -----	51
9. Valores de la relación canónica (R_c) entre el contenido bacterial y las variables físico-químicas, obtenidos para las muestras de agua de los 11 sitios comparables, para el período de secas (mayo) y lluvias (agosto) 2007, en el Sistema Fluvio-lagunar Huave. -----	52
10. Características de las colonias bacterianas aisladas de agua del SFLH. -----	54
11. Efecto de la salinidad sobre el crecimiento de las cepas bacterianas, unidades formadoras de colonias (UFC/100 mL) y su desviación estándar ($\bar{y} \pm D. E.$): cepa I, II y III del género <i>Vibrio</i> ; cepa I, II y III de los géneros <i>Salmonella</i> y <i>Shigella</i> ; cepa de <i>E. coli</i> , cepa del género <i>Klebsiella</i> , y cepas de otros Enterococos. -----	56
12. Valores promedio del índice de germinación y su desviación estándar ($IG \pm D. E.$), utilizando agua filtrada y sin filtrar, para los sitios de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave. -----	60
13. Valores promedio del porcentaje de fitotoxicidad y su desviación estándar ($IF \pm D. E.$), empleando agua filtrada y sin filtrar, para los sitios de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave. -----	62
14. Estimación de niveles de contaminación químico-biológico, por zonas y por sitios de recolecta del Sistema Fluvio-lagunar Huave. -----	64