

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**



**“COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS  
COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE  
LOS HUMEDALES DE VENTANILLA - CALLAO”**

**Tesis para Optar el Título Profesional de:**

**BIÓLOGO**

**por:**

**Carla Milagros Vizcardo**

**LIMA – PERÚ  
2,009**

## INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	1
<b>RESUMEN</b> .....	2
<b>ABSTRACT</b> .....	4
<b>INDICE</b> .....	6
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	8
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	12
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	13
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	14
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	17
<b>2.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO BIOINDICADORES</b> .....	17
<b>2.2 HÁBITOS ALIMENTICIOS DE LOS MACROINVERTEBRADOS Y SU RELACIÓN CON EL SUSTRATO</b> .....	18
<b>2.3 ÍNDICES DE DIVERSIDAD</b> .....	21
<b>2.3.1 ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER (H')</b> .....	21
<b>2.3.2 RIQUEZA DE MARGALEF (d)</b> .....	21
<b>2.3.3 DOMINANCIA DE SIMPSON (D)</b> .....	22
<b>2.3.4 EQUIDAD DE PIELOU (J')</b> .....	22
<b>2.4 MATRIZ DE LEOPOLD</b> .....	23
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	26
<b>3.1 ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	26
<b>3.2 MATERIALES Y EQUIPOS</b> .....	28
<b>3.3 MÉTODOS</b> .....	29
<b>3.3.1 EN CAMPO</b> .....	29
<b>3.3.1.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y BIOLÓGICA</b> .....	29
<b>3.3.1.2 MUESTREO DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS</b> .....	29
<b>3.3.1.3 MUESTREO BIOLÓGICO DE MACROINVERTEBRADOS</b> .....	29
<b>3.3.2 EN LABORATORIO</b> .....	30
<b>3.3.2.1 MEDICIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS</b> .....	30
<b>3.3.2.2 ANÁLISIS BIOLÓGICO DE MACROINVERTEBRADOS</b> .....	30
<b>3.3.3 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS</b> .....	30

IV. RESULTADOS .....	32
<b>4.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.</b> .....	32
<b>4.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ABIÓTICAS.</b> .....	34
4.2.1 ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LAS VARIABLES ABIÓTICAS. ....	36
<b>4.3 ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES MACROZOOBENTÓNICAS.</b> .....	37
4.3.1 COMPOSICIÓN TAXONÓMICA.....	37
4.3.2 ANÁLISIS DE ABUNDANCIA DEL MACROZOOBENTOS EVALUADOS DE ABRIL / SEPTIEMBRE 2008. ....	38
4.3.3 ANÁLISIS DE DENSIDAD Y ABUNDANCIA DEL MACROZOOBENTOS POR PERIODO DE MUESTREO. ....	39
4.3.3.1 PRIMERA EVALUACIÓN – ABRIL. ....	39
4.3.3.2 SEGUNDA EVALUACIÓN – MAYO.....	41
4.3.3.3 TERCERA EVALUACIÓN – JUNIO. ....	44
4.3.3.4 CUARTA EVALUACIÓN – JULIO. ....	47
4.3.3.5 QUINTA EVALUACIÓN – AGOSTO. ....	50
4.3.3.6 SEXTA EVALUACIÓN – SEPTIEMBRE.....	53
4.3.4 ÍNDICES ECOLÓGICOS.....	55
4.3.5 ANALISIS DE AGRUPACIÓN.....	56
4.3.5.1 AGRUPACIÓN DE LAS COMUNIDADES MACROBENTÓNICAS. ....	56
4.3.5.2 AGRUPACIÓN DE CADA COMUNIDAD MACROBENTÓNICA PREDOMINANTE A NIVEL DE TAXA. ....	57
4.3.6 DOMINANCIA Y FRECUENCIA DE LOS MACROINVERTEBRADOS. ....	60
4.3.7 GRUPOS FUNCIONALES DE ALIMENTACIÓN. ....	60
<b>4.4 ANÁLISIS INTEGRADA DE LAS VARIABLES BIÓTICAS Y ABIÓTICAS.</b> .....	62
4.4.1 COMUNIDAD MACROBENTÓNICA PREDOMINANTE Y SU RELACIÓN CON LAS VARIABLES ABIÓTICAS EVALUADAS EN EL ESTUDIO. ....	62
4.4.2 ÍNDICES ECOLÓGICOS Y SU RELACIÓN CON LAS VARIABLES ABIÓTICAS EVALUADAS EN EL ESTUDIO.....	64
<b>4.5 MATRIZ DE LEOPOLD.</b> .....	65
V. DISCUSIONES.....	67
VI. CONCLUSIONES .....	79
VII. RECOMENDACIÓN.....	80
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	81
ANEXOS .....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las nueve estaciones de muestreo - Humedales de Ventanilla. ....	27
Figura 2. Porcentaje de abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados, Abr / Set 2008.....	38
Figura 3. Porcentaje de abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda, Abr / Set 2008.....	38
Figura 4. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Mirador, abril 2008.....	39
Figura 5. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en Laguna Mirador, abril 2008.....	39
Figura 6. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Media, abril 2008.....	40
Figura 7. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Media, abril 2008.....	40
Figura 8. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Mayor, abril 2008.....	41
Figura 9. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Mirador, mayo 2008.....	41
Figura 10. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Mirador, mayo 2008.....	42
Figura 11. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Media, mayo 2008. ....	42
Figura 12. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Media, mayo 2008.....	43
Figura 13. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Mayor, mayo 2008.....	43
Figura 14. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Mayor, mayo 2008.....	44

Figura 15. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Mirador, junio 2008. ....	44
Figura 16. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Mirador, junio 2008. ....	45
Figura 17. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Media, junio 2008. ....	45
Figura 18. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Media, junio 2008. ....	46
Figura 19. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Mayor, junio 2008. ....	46
Figura 20. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Mayor, junio 2008. ....	47
Figura 21. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Mirador, julio 2008. ....	47
Figura 22. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Mirador, julio 2008. ....	48
Figura 23. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Media, julio 2008. ....	48
Figura 24. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Media, julio 2008. ....	49
Figura 25. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Mayor, julio 2008. ....	49
Figura 26. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Mayor, julio 2008. ....	50
Figura 27. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Mirador, agosto 2008. ....	50
Figura 28. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Mirador, agosto 2008. ....	51
Figura 29. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Media, agosto 2008. ....	51

Figura 30. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Media, agosto 2008.....	52
Figura 31. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Mayor, agosto 2008. ....	52
Figura 32. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Mayor, agosto 2008.....	53
Figura 33. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Mirador, setiembre 2008.....	53
Figura 34. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Mirador, setiembre 2008.....	54
Figura 35. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Media, setiembre 2008.....	54
Figura 36. Abundancia de especies por taxa de macroinvertebrados observadas en la Laguna Mayor, setiembre 2008. ....	55
Figura 37. Abundancia de especies por familia de las clases Hexápoda y Gastropoda observadas en la Laguna Mayor, setiembre 2008.....	55
Figura 38. Dendrograma de similaridad de las comunidades macrobentónicas registradas en las estaciones de muestreo evaluados en los Humedales de Ventanilla – Callao, Abr / Set-2008.....	57
Figura 39. Dendrograma de asociación entre las estaciones de muestreo a partir del índice de similitud de Bray – Curtis de las abundancias específicas de la familia Hydrobiidae, Abr / Set .....	58
Figura 40. Dendrograma de asociación entre las estaciones de muestreo a partir del índice de similitud de Bray – Curtis de las abundancias específicas de la familia Thiaridae, Abr / Set – 2008. ....	58
Figura 41. Dendrograma de asociación entre las estaciones de muestreo a partir del índice de similitud de Bray – Curtis de las abundancias específicas de la familia Ephydriidae, Abr / Set – 2008.. ....	59

Figura 42. Dendrograma de asociación entre las estaciones de muestreo a partir del índice de similitud de Bray – Curtis de las abundancias específicas de la familia Hydrophilidae, Abr / Set – 2008..	59
Figura 43. Dendrograma de asociación entre las estaciones de muestreo a partir del índice de similitud de Bray – Curtis de las abundancias específicas de la clase Arachnoidea, Abr / Set – 2008..	60
Figura 44. Porcentaje de abundancia de especies por grupos funcionales tróficos para Laguna Mirador, Abr / Set – 2008.....	60
Figura 45. Porcentaje de abundancia de especies por grupos funcionales tróficos para Laguna Menor, Abr / Set – 2008..	61
Figura 46. Porcentaje de abundancia de especies por grupos funcionales tróficos para Laguna Mayor, Abr / Set – 2008..	61

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Matriz interactiva de Leopold (1971), citada por Canter (1998).....	24
Cuadro 2: Principales características de las nueve estaciones de los humedales de Ventanilla – Callao. ....	32
Cuadro 3. Variación mensual de temperatura del agua registrada en cada estación de muestreo. ....	34
Cuadro 4. Variación mensual de temperatura del aire registrada en cada estación de muestreo. ....	34
Cuadro 5. Variación mensual del oxígeno disuelto registrada en cada estación de muestreo. ....	35
Cuadro 6. Variación mensual de la conductividad eléctrica registrada en cada estación de muestreo. ....	35
Cuadro 7. Variación mensual de la profundidad registrada en cada estación de muestreo. ....	35
Cuadro 8. Variación mensual del pH registrada en cada estación de muestreo. ....	36
Cuadro 9. Variación de Nitratos registrada en cada laguna de estudio. ....	36
Cuadro 10 Variación de Coliformes Totales en los Humedales de Ventanilla durante tres periodos en cada laguna de estudio. ....	36
Cuadro 11: Resumen del análisis de componentes principales (ACP) de los parámetros fisicoquímicos. ....	37
Cuadro 12: Lista taxonómica y grupo funcional trófico de macroinvertebrados encontrados en los Humedales de Ventanilla. (Lima - Callao), Abr / Set - 2008.....	37
Cuadro 13: Resumen del análisis de componentes principales (ACP) de los índices ecológicos. ....	56
Cuadro 14: Similaridad promedio de los grupos I, II, III y IV; abundancias promedio y porcentajes de contribución de las taxa de mayor representatividad. ....	57
Cuadro 15: Resultados de la regresión múltiple entre la abundancia de Hydrobiidae y las variables fisicoquímicas. ....	62

Cuadro 16: Resultados de la regresión múltiple entre la abundancia de Thiaridae y las variables fisicoquímicas.....	62
Cuadro 17: Resultados de la regresión múltiple entre la abundancia de Ephydriidae y las variables fisicoquímicas.....	63
Cuadro 18: Resultados de la regresión múltiple entre la abundancia de Hydrophillidae y las variables fisicoquímicas. ....	63
Cuadro 19: Resultados de la regresión múltiple entre la abundancia de Arachnoidea y las variables fisicoquímicas.....	64
Cuadro 20: Resultados de la regresión múltiple entre equidad de la comunidad de macroinvertebrados y las variables fisicoquímicas.....	64
Cuadro 21: Resultados de la regresión múltiple entre la diversidad de Shannon de la comunidad de macroinvertebrados y las variables fisicoquímicas. ....	65
Cuadro 22: Matriz de Leopold reducida para los Humedales de Ventanilla – Callao.....	66

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Variables abióticas medidas en el Humedal de Ventanilla para cada estación y mes de muestreo.....	89
Anexo 2: Variables químicas y microbiológicas medidas en los Humedales de Ventanilla.....	90
Anexo 3: Índices ecológicos medidas en el Humedal de Ventanilla para cada estación y mes de muestreo.....	91
Anexo 4: Dominancia y frecuencia de los macroinvertebrados bentónicos en los Humedales de Ventanilla para cada estación y mes de muestreo.....	92
Anexo 5: Fotos de algunas especies encontradas en los Humedales de Ventanilla – Callao.....	93