

DESCONTAMINACIÓN DE LA BAHÍA INTERIOR DE PUNO CON BIOTECNOLOGÍA DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM-1), RESPONSABILIDAD SOCIAL Y ACCIÓN COMUNITARIA

DECONTAMINATION OF THE INNER BAY OF PUNO WITH BIOTECHNOLOGY OF EFFECTIVE MICROORGANISMS (EM-1), SOCIAL RESPONSIBILITY AND COMMUNITY ACTION

Alfredo Palao*¹, Vladimiro Ibáñez², Flavio Ortiz, Edwin Catacora³, Alberto Ccama³

¹ universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno, Perú

² Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería Estadística e Informática. Puno, Perú


³ Universidad Nacional del Altiplano Puno Perú

 <https://orcid.org/0000-0002-8527-8866>

 <https://orcid.org/0000-0001-0277-4945>

 <https://orcid.org/0000-0001-7874-485X>

 <https://orcid.org/0000-0002-1468-5077>

 <https://orcid.org/0000-0001-8168-0073>

*Autor para correspondencia, e.mail: lpalao@hotmail.com,

Resumen

La investigación se realizó a 3812 msnm con la implementación de módulos experimentales para el tratamiento de aguas contaminadas de diferentes zonas de la Bahía interior del Lago Titicaca en Puno Perú, utilizando Microorganismos eficaces (EM), el objetivo fue evaluar el efecto sobre las características físicas, químicas y biológicas, establecer la dosis y frecuencia adecuada de aplicación, a su vez se realiza un sondeo en la población su compromiso social y responsabilidad ciudadana. El trabajo en la escala media y mayor consistió en probar dosis de 2.5%, 5.0% y 7.5% de EM en volúmenes conocidos de aguas contaminadas (balde de 20 l) tomadas de la zona A (Puerto), B (exteriores de la laguna de oxidación isla Espinar) y C (laguna primaria de oxidación) por 45 días; la escala mayor prueba las mismas dosis aplicándose in situ en una laguna fragmentada ubicada en el puerto Bancharo Rossi, área de 621 m² y volumen de 354 m³ de agua. Los valores iniciales de pH, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), aceites y grasas, fósforo total, nitratos, nitrógeno total, sulfuros, mercurio y plomo evaluados en las zonas A, B y C, se encuentran por encima del límite permisible. El tratamiento de aguas con EM, a escala media indican el pH de las tres zonas disminuyó, a la dosis de 7.4%, la curva de ajuste indica que, al incrementar la dosis de EM, disminuye el pH, y se estabiliza en 7.4%; se incrementa a mayor dosis. Los coliformes totales y fecales a las dosis de 3.6% y 3.4% respectivamente de EM disminuyen significativamente. A los 45 días el porcentaje de efectividad en la zona A con la solución porcentual de 5% es de 99,8% y con 7,5 es de 83,9% que en la zona B con 2,5 es de 63,5%, con 5 % es de 99,7% y con 7,5% es de 99,7%. En el medio natural (laguna fragmentada) reportan valores de pH entre 6.6 a 7.95, la DBO₅ de inicio de 250 mg/l, y al aplicar los EM disminuyó progresivamente a 185 mg/l, 160 mg/l y 155 mg/l, efectuando 2 aplicaciones de EM cada 15 días; se obtuvo una reducción de los coliformes fecales de 28 x 10⁴ / 100 ml, a 24 x 10⁴ / 100 ml. La población afectada esta consiente (96.4%); que es el hombre que viene generando el impacto en la bahía interior de Puno, un 85% percibe olores desagradables procedentes de la bahía interior del lago, 63.2% se siente físicamente afectado.

Palabras clave: EM (Microorganismos Eficaces), contaminación, antioxidantes, responsabilidad y acción comunitaria.

Abstract

The study was conducted at an altitude of 3812 meters above sea level through the implementation of experimental modules for the treatment of contaminated waters from various areas of the inner bay of Lake Titicaca in Puno, Peru, using Effective Microorganisms (EM). The main objective was to evaluate the impact of EM on the physical, chemical, and biological characteristics of the water, determine the optimal dosage and application frequency, and assess the local population's social commitment and civic responsibility through a survey. At the medium and large scales, EM was applied at concentrations of 2.5%, 5.0%, and 7.5% to known volumes of contaminated water (20-liter buckets) collected from three sites: Zone A (Port), Zone B (adjacent to the Espinar Island oxidation pond), and Zone C (primary oxidation pond), over a period of 45 days. The large-scale application involved the same EM concentrations, applied in situ in a fragmented lagoon located at the Bancharo Rossi port, with a surface area of 621 m² and a water volume of 354 m³. Initial measurements of pH, biochemical oxygen demand (BOD₅), chemical oxygen demand (COD), oils and fats, total phosphorus, nitrates, total nitrogen, sulfides, mercury, and lead in Zones A, B, and C exceeded the permissible environmental limits. In the medium-scale treatments, EM application led to a decrease in pH across all three zones, particularly with the 7.4% concentration. The response curve indicated that increasing EM concentration resulted in a pH reduction, stabilizing around 7.4%; higher concentrations led to

slight increases. Total, and fecal coliform counts showed significant reductions at EM concentrations of 3.6% and 3.4%, respectively. After 45 days, the effectiveness of the 5% EM treatment in Zone A reached 99.8%, and 83.9% with the 7.5% concentration. In Zone B, effectiveness was 63.5% with 2.5%, and 99.7% with both 5% and 7.5% concentrations. In the natural environment (fragmented lagoon), pH values ranged from 6.6 to 7.95. The initial BOD₅ of 250 mg/L progressively decreased to 185 mg/L, 160 mg/L, and 155 mg/L following two EM applications at 15-day intervals. Fecal coliform levels declined from 28×10^4 to 24×10^4 CFU per 100 mL. Survey results indicated that 96.4% of the affected population recognized human activity as the primary cause of environmental degradation in the inner bay of Puno. Additionally, 85% reported perceiving unpleasant odors from the lake, while 63.2% reported physical discomfort due to the contamination.

Keywords: EM (Effective Microorganisms), pollution, antioxidants, community responsibility and action.

Introducción

El Lago Titicaca considerado como una de las reservas de agua dulce más grande del planeta, fuente de vida del poblador altiplánico, agente termorregulador de la temperatura y hace posible el desarrollo de las ciudades en el altiplano, además es uno de los atractivos turísticos más importantes de Perú y Bolivia (Huanca, 2003).

El hedor ofensivo del lago ha causado problemas en las condiciones de vida y el turismo. Las aguas de la bahía interior de Puno representan el principal problema para la salud pública. Los organismos patógenos son abundantes particularmente alrededor de la costa como especialmente cerca de la orilla. Problemas causados por las descargas de aguas servidas domésticas, así como el uso de la zona inundable como letrinas públicas por muchas personas. A esta problemática se suma el escaso compromiso social de la población de Puno para asumir un adecuado manejo del medio ambiente.

La restauración del ecosistema acuático de la bahía interior de Puno, constituye una de las necesidades más sentidas por la población Puneña ya que este importante recurso natural no solo es patrimonio local sino patrimonio de la humanidad. En la actualidad la práctica del uso de tecnologías limpias compatibles con el medio ambiente, son de exigencia social, ya que debido a la implementación de la tecnología de la muerte sea han vulnerado los ciclos naturales, generando impactos irreversibles sobre importantes ecosistemas naturales de la biosfera.

Entre los indicadores biológicos más comunes presentes en las aguas residuales y contaminadas son los organismos coliformes, ya que su presencia es más numerosa y fácil de comprobar. El tracto intestinal humano contiene innumerables bacterias con forma de bastoncillos, conocidas como organismos coliformes. Aparte de otras clases de bacterias, cada persona evacúa de 100 000 a 400 000 millones de organismos coliformes cada día, razón por la que se considera que la presencia de estos puede ser un buen indicador de la posible presencia de organismos patógenos, y que su ausencia, constituye un indicador de que el agua está libre de organismos que pueden causar enfermedades (Metcalf & Eddy 1995).

Con respecto a la calidad del agua (JICA y PELT, 1999): En estudios de calidad de agua en doce puntos mencionan que el rango de temperatura es de 10 C° a 16 C° entre enero y septiembre. La variación vertical medida al 20% y 80% de profundidad, fue menor a 3C°. Los índices de pH fueron de 7.8 como mínimo y 9.5 como máximo con un promedio de 8.9. El oxígeno disuelto (OD) más bajo fue observado en el punto cercano a las aguas servidas de la

planta de tratamiento Espinar, con 1.0 mg/l. el segundo punto más bajo fue encontrado en el centro del cuerpo de agua oeste correspondiente a 1.3 mg/l. Los índices de transparencia fueron de 2.0 como mínimo y 2.7 como máximo, con un promedio de 1.3. Los sólidos suspendidos (SS) el más alto fué de 110 mg/l. originado por el drenaje de las lluvias. El promedio fue de 27 mg/l. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) los promedios de cada punto varían entre 7 mg/l. a 27 mg/l. Los puntos N° 5, N° 21 y N° 23 correspondientes al cuerpo de agua del este arrojan un promedio de 7 mg/l. En cada uno de ellos. El promedio de 27 mg/l. fue hallado en las proximidades de la planta de tratamiento de aguas servidas de Espinar. El promedio del nitrógeno total (N-T) de cada punto fue de 2 mg/l. a 6 mg/l. El promedio fósforo total (P-T) de cada punto fue de 2.0 mg/l. a 1.6 mg/l. La mayor concentración entre ambos parámetros fue encontrada en el cuerpo de agua occidental cerca de la planta de tratamiento de aguas servidas.

El EM es una abreviatura para “microorganismos eficaces”. El Dr. Teruo Higa, profesor de horticultura en la Escuela de Agricultura de la Universidad del Ryukyus en Japón, es bien conocido por el descubrimiento y desarrollo del EM.

Las principales especies de microorganismo incluyen:

1. Bacterias del ácido láctico: *Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *Streptococcus lacticus*
2. Bacterias fotosintéticas: *Rhodospseudomonas plastrus*, *Rhodobacter spaeroides*
3. Levaduras: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*
4. Actinomicetes: *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*
5. Hongos de fermentación: *Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*

El EM se hace inactivo por el oxígeno, así que prospera en la contaminación y muere en condiciones limpias. Es auto reductor lo cual significa que (especialmente en purificación de aguas) los microbios mismos, son consumidos en el proceso por las enzimas naturalmente presentes dentro de ellos, por lo tanto, no hay acumulación del lodo microbiano. No existe contaminación secundaria asociada al usar el EM.

Los productos que contienen el EM no plantean ningún peligro al medio ambiente, ni a los seres humanos y a la vida salvaje que son una parte de él. Estos microbios beneficiosos analizan y consumen las sustancias que causan la putrefacción, malos olores y enfermedades, eliminando la mayoría de microbios patógenos por medio de la exclusión competitiva.

Materiales y métodos

Insumos, materiales y equipos para la obtención de EM

El material biológico utilizado es, EM (microorganismos eficaces) 1×10^3 UFC/litro, en insumos utilizamos, un 01 litro de melaza para la activación del EM, además los equipos usados como frascos precipitados pírex, estufas, potenciómetro y otros.

Para la selección de cada módulo de experimentación se tuvieron en cuenta las zonas (A, B y C) y las dosis 0%, 2.5%, 5%, 7.5%; v/v; cada una con tres repeticiones. Se ubicaron los recipientes de cada unidad experimental a temperatura ambiente expuestos a las mismas condiciones de precipitación y evaporación de la zona de estudio en orden con sus respectivas repeticiones. 36 baldes de 20 l. de capacidad con 10 l. de aguas de las zonas de estudio, donde se aplicó las dosis mencionadas y

a los volúmenes que corresponden, tomándose muestras para análisis a los 15, 30 y 45 días que duró el estudio.

En cuanto al módulo experimental a escala mayor, la poza fragmentada con un volumen total de 354 m^3 se utilizó 1200 l. de EMA, con aplicaciones de EMA en frecuencias de 15 y 30 días. Los instrumentos utilizados para su monitoreo fueron: potenciómetros digitales, oxímetros de lectura directa, termómetros digitales y para las demás lecturas se hicieron en los laboratorios de Calidad Ambiental y Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA-Puno.

Los análisis físico, químico y biológico se efectuaron en el laboratorio de calidad ambiental de la Universidad Nacional de San Andrés La Paz Bolivia y la Universidad Nacional del Altiplano, los que se comparan con los estándares de calidad establecidos por el DS N° 002-2008-MINAM, para la categoría IV conservación del medio ambiente acuático referido a lagunas y lagos.

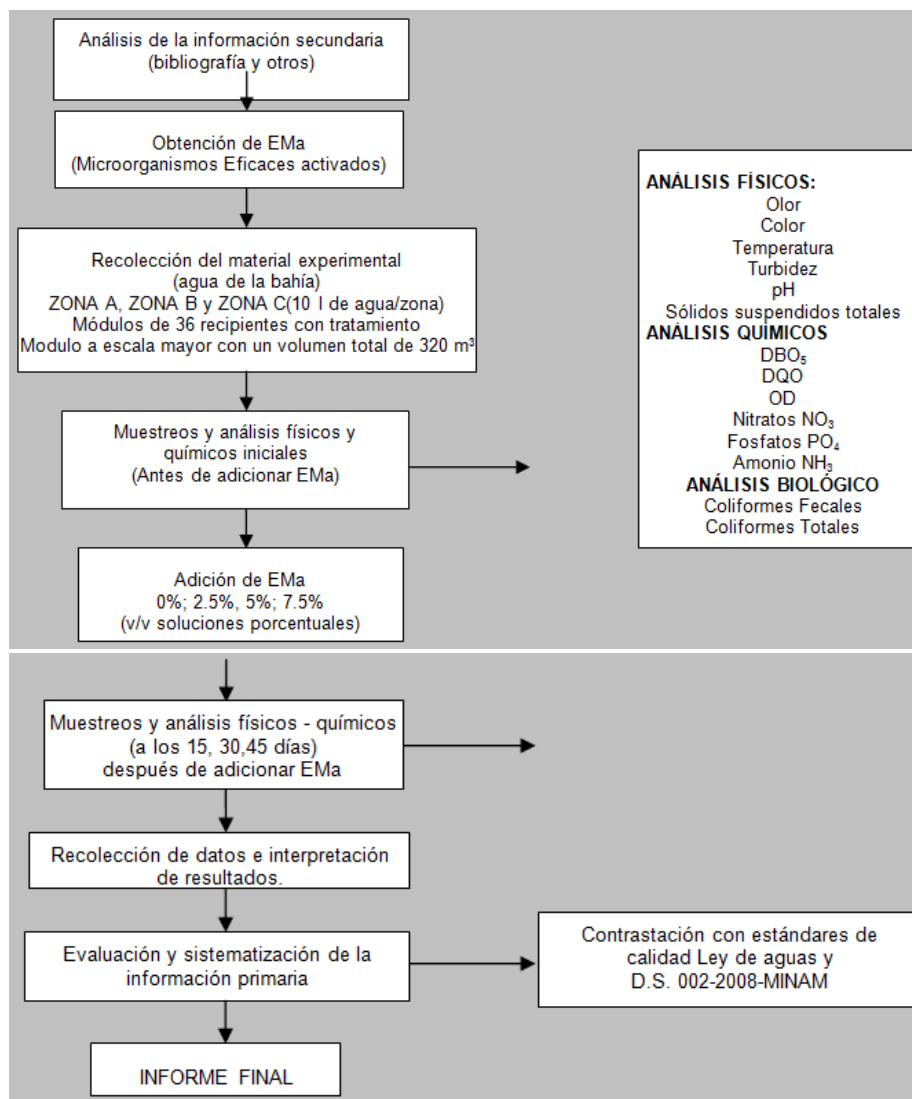


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de obtención de EM y tratamiento de aguas de la bahía interior de Puno.

Metodología para el Análisis Físico – Químico y Biológicas de Aguas Servidas:

La metodología de análisis de los parámetros físico químicos fueron las siguientes: Determinación del olor

(umbral de olor), color (espectrofotométrico), temperatura (termómetro de mercurio), turbidez (nefelométrico), pH. (electrométrico) demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) prueba empírica, determinación de la demanda química de

oxígeno (DQO) método ácido (H_2SO_4) + ($K_2CR_2O_7$) + ($HGSO_4$), determinación de Nitratos (NO_3) método colorimétrico, Amonio (NH_3) método micro-kjeldahl, Fosfatos (PO_4) ácido ascórbico, determinación de las concentraciones de metales pesados con metodología de espectrofotómetro de absorción atómica. Metodología para el análisis microbiológico, para determinar Coliformes Totales y fecales: determinación del Número Más Probable (NMP).

Resultados y discusión

Tabla 1. Resultados iniciales de las zonas de estudio (A, B y C)

PARÁMETROS	UNIDAD	LIMITE DE DETERMINACIÓN	LIMITES PERMISIBLES	A1-puerto	A2- zona intermedia	A3 exteriores L ⁺ O _x	B-Hotel	C- L ⁺ O _x
pH		1 a 14	6.5 – 8.5	7.4	7.8	7.6	8.2	9.3
Conductividad eléctrica	S/cm	1.0	**	1823	1671	1793	1828	1772
Turbidez	UNT	0.10	100	162	310	51	3.6	4.7
Fósforo Total	mg/l	0.07	0.4*	23	14	8.2	1.7	1.6
Aceites y grasas	mg/l	10	Ausencia de película visible	205	63	70	6.3	7.4
DBO-5	mg/l	0.20	<5	12	88	25	7	11
DQO	mg/l	5.0	30(*)	462	253	151	78	86
Nitratos	mg/l	0.30	5	11	6.2	11	5.2	4.7
Coliformes totales	NMP/100 ml	2.0	2000	4.6x10 ⁷	2.4x10 ⁶	2.4x10 ⁶	4.3x10 ²	9.3x10 ²
Coliformes fecales	NMP/100 ml	2.0	200(*)	1.5x10 ²	1.5x10 ⁴	1.1x10 ⁶	4.3x10 ²	<2.0

Sulfuros

La presencia de sulfuros reportada en las zonas A, B y C sobre pasan los límites permisibles siendo valores < a 0.30 mg/l, en Cadmio reporta valores de 0.0063 mg/l en la zona A y 0.0044 mg/l y 0.0058 mg/l en las zonas B y C

Estado inicial de los parámetros evaluados (físico-químicos y biológicos)

Los valores iniciales de línea base como el pH, DBO₅, DQO, Aceites y Grasas, Fósforo Total, Nitratos, Nitrógeno Total, Sulfuros, Mercurio y Plomo evaluados en las zonas A, B y C, de la Bahía Interior de Puno, se encuentran por encima del límite permisible, para la categoría IV conservación del medio ambiente acuático referido a lagunas y lagos. DS N° 002-2008-MINAN. Tabla 1.

valores que se encuentran por encima del límite permisible. El mercurio se encuentra por encima de los límites permisibles con valores < 0.00020 mg/l. Para Plomo los valores de se encuentran por encima de los límites permisibles en las zonas A, B y C. con un valor de <0.0056

Tabla 2: Resultados de análisis iniciales de Metales pesados en las zonas de estudio de la bahía interior del lago Titicaca.

PARÁMETROS	LIMITE DE DETERMINACIÓN	LIMITES PERMISIBLES	A1-puerto	A2- zona intermedia	A3 exteriores L ⁺ O _x	B-Hotel	C- L ⁺ O _x
Cianuro libre	0.0096	0.022	0.012	0.023	0.012	<0.0096	<0.0096
Sulfuros	0.30	0.05	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30
Arsénico	0.001	0.01	<0.0010	0.0021	<0.0010	0.0068	0.0072
Cadmio	0.020	0.004	0.0063	0.0068	0.0057	0.0044	0.0058
Cromo +3	0.050	0.05 *	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020
Mercurio	0.0002	0.0001	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020
Plomo	0.0056	0.001	<0.0056	<0.0056	<0.0056	<0.0056	<0.0056

Resultados de análisis físico-químicos y biológicos con tratamiento

Los niveles de la DBO₅, DQO como de los demás parámetros físico-químicos se ven incrementados con respecto al valor inicial, esto debido posiblemente es el resultado de gran cantidad de microorganismos adicionados en un medio cerrado (embace) de 20 litros de

capacidad con un contenido de aguas de las zonas de estudio adicionados con EMA, no posibilitando la actividad de los microorganismos oportunistas que se encuentran en un medio natural. En medio controlado los Coliformes Totales y fecales a las dosis de 3.6% y 3.4% respectivamente de EMA disminuyen significativamente, los análisis estadísticos indican que a mayor dosis de EMA,

los Coliformes Totales casi desaparecerán completamente. La eficiencia de los microorganismos eficaces (EM) en la

descontaminación biológica es como se muestra a continuación:

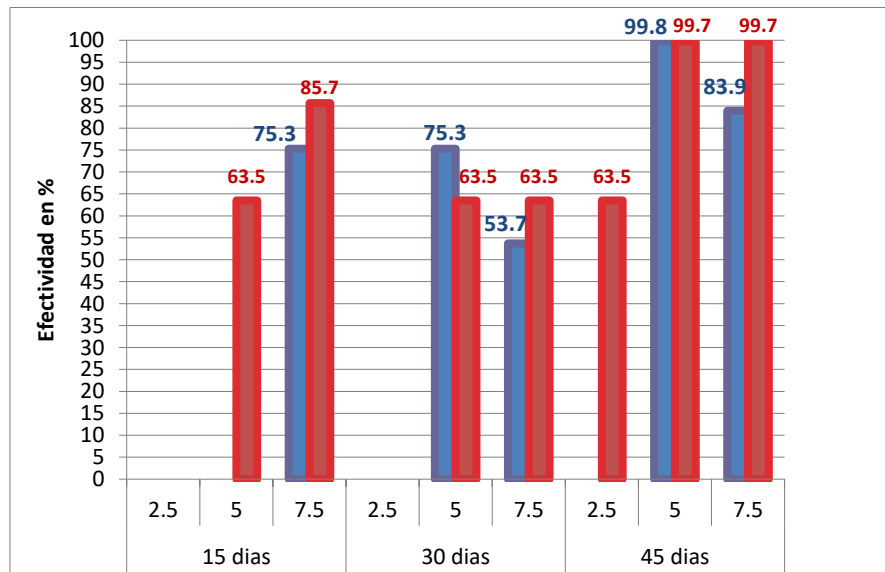


Figura 2: Eficiencia de los microorganismos eficaces (EM) en el tratamiento de Coliformes Totales y fecales en aguas de la bahía interior del lago Titicaca-Puno.

La efectividad de los microorganismos eficaces para Coliformes Totales, a los 15 días el porcentaje de efectividad en la zona A con la solución porcentual 7,5 es de 75,3%; mientras que en la zona B con la solución porcentual 5 es de 63,5% y con la solución porcentual 7,5 es de 85,7%. Efectividad de los microorganismos eficaces para Coliformes Fecales, a los 15 días el porcentaje de efectividad en la zona A con la solución porcentual 7,5 es de 82,6%; mientras que en la zona B con la solución porcentual 5 es de 79,1% y con la solución porcentual 7,5 es de 99,5%.

Observación del comportamiento de los EM en un medio natural en la bahía interior de puno (poza fragmentada)

Parámetros físicos – químico y biológicos.

Los límites permisibles para la DBO₅ de la legislación peruana indican que la DBO₅ debe tener valores menores a 5 mg/l, las lecturas efectuadas en este medio natural nos reporta un valor de inicio de 250 mg/l, observándose que al aplicar los EMA disminuye progresivamente a 185 mg/l, 160 mg/l y 155 mg/l, efectuando 2 aplicaciones de EMA, esto indica que los Microorganismos benéficos han reducido significativamente la Demanda Bioquímica del Oxígeno, por lo que constituye un buen indicador de la reducción de la Materia Orgánica, esto debido al trabajo efectuado de los Microorganismos Benéficos en cuanto a los parámetros biológicos.

Tabla 3: Análisis Fisicoquímico, medio natural (poza fragmentada)

PARÁMETROS	UNIDADES	LIMITE PERMISIBLE	Valores de inicio	15 días	30 días	45 días
Temperatura	°C	13 - 38*	12,57	12	19,93	16,1
pH		6.5 - 8.5	7,95	6,65	7,45	7,94
Eh (mV)	mV	**	-54	-27	-28.33	121
Conductividad	µS/cm	**	1920	513	47,3	20
Salinidad	%	**	0	0	0	0
TDS	mg/l	**	1492	513	47	20
Oxígeno %	%	**	79,45	73,90	7,4	92
Oxígeno saturado	mg/l	**	4,8	8,05	0,8	9,32
Nitrógeno	%	1.6	0,012	0,010	0,010	0,015
DQO	mg/l	30 (*)	144	130	120	280
DBO-5	mg/l	< 5	250	185	160	155

Se obtuvo una reducción de los Coliformes Fecales, este comportamiento se explica, teniendo en cuenta lo reportado por Early (1998) y Mlicots y col (2004) quienes afirman que los metabolitos producidos por los microorganismos presentes en el EM, como ácidos, etanol

y bacteriocinas, inhiben a la población de patógenos de origen fecal, posiblemente debido que bajan el pH del medio y/o limitan su crecimiento desestabilizando el transporte a través de la membrana al bloquear los receptores o generar cambios en el equilibrio iónico.

Tabla 4: Análisis Biológico, medio natural (poza fragmentada)

Parámetro	Límites de determinación	Límites permisibles	Valores de inicio	Valores finales
Coliformes Fecales	2	200 (*)	28 x 10 ⁴ / 100 ml	24 x 10 ⁴ / 100 ml

Responsabilidad social y acción comunitaria

El 38.6% y 45.5% de la población encuestada están de muy de acuerdo y de acuerdo respectivamente en que una acción conjunta de la población sería una medida eficaz para disminuir la contaminación de la bahía interior de Puno, un porcentaje minoritario que está entre el 16% de la

población es indiferente a alguna medida a tomar, esto implica que se hace necesario un proceso de capacitación y extensión para que este segmento de la población internalice y este consiente de la necesidad de su participación como actor social y no como espectador. Figura 3.

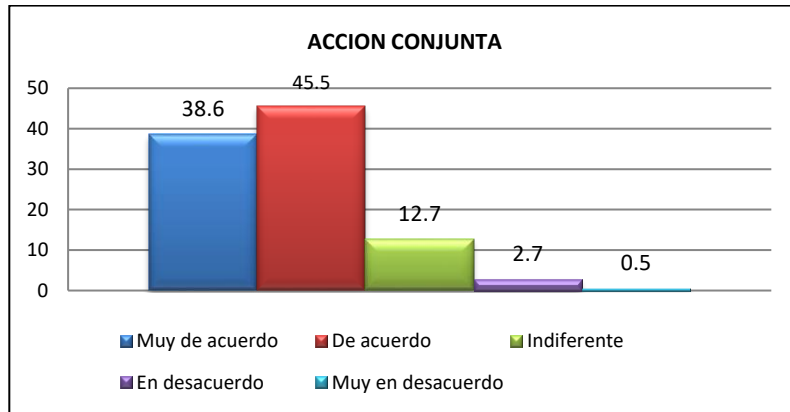


Figura 3: Percepción en cuanto a la realidad ambiental

Existe una predisposición de colaboración de pago por parte de la población juvenil, adultos y adulto mayor al pago (Figura 3), lo rescatable de esta información es que el

pago fluctúa entre 1 a 3 soles y de 5 a más soles entre los grupos de jóvenes y adultos.

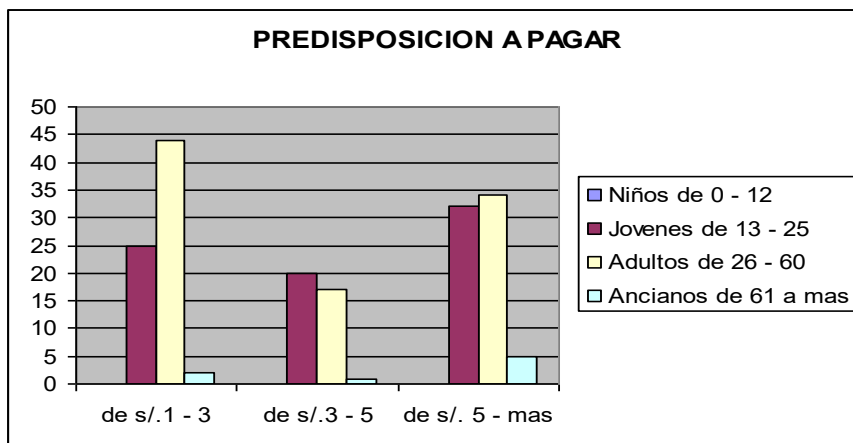


Figura 4: Percepción a la acción comunitaria

Conclusiones

Los valores iniciales de línea base como el pH, DBO₅, DQO, aceites y grasas, fósforo total, nitratos, nitrógeno total, sulfuros, mercurio y plomo evaluados en las zonas A, B y C, de la Bahía Interior de Puno, se encuentran por encima del límite permisible, para la categoría IV conservación del medio ambiente acuático referido a lagunas y lagos. DS N° 002-2008-MINAN

El tratamiento de aguas con EM, a escala media (medio controlado) indican el pH de las Zonas A, B y C disminuye con la dosis de 7.4%, la curva de ajuste indica que, al incrementar la dosis de EM, disminuye el pH, y se estabiliza en 7.4% y se incrementa a mayor dosis, no es recomendable tratar a mayores niveles de dosis de EM.

Los niveles de DBO₅ y DQO, nitratos, fósforo total, se ven incrementados con respecto a valor inicial debido posiblemente a la actividad de gran cantidad de microorganismos y la melaza adicionados y el ambiente cerrado, que no posibilitó la acción de los microorganismos oportunistas que se encuentran en un medio natural, dificultando una acción conjunta.

Los Coliformes Totales y fecales a las dosis de 3.6% y 3.4% respectivamente de EM disminuyen significativamente, los análisis estadísticos indican que, a mayor dosis de EM, los Coliformes totales desaparecerán completamente. A los 45 días el porcentaje de efectividad en la zona A con la solución porcentual de 5% es de 99,8% y con 7,5 es de 83,9% que en la zona B con 2,5 es de 63,5%, con 5 % es de 99,7% y con 7,5% es de 99,7%.

En el medio natural (laguna fragmentada) reportan valores de pH entre 6.6 a 7.95, temperatura entre 12 y 20 °C, la DBO₅ de inicio de 250 mg/l, y al aplicar los EM disminuye progresivamente a 185 mg/l, 160 mg/l y 155 mg/l, efectuando 2 aplicaciones de EM cada 15 días; Se obtuvo una reducción de los Coliformes Fecales de 28×10^4 / 100 ml, a 24×10^4 / 100 ml, los parámetros físico químicos tienden a mejorar en un medio natural.

La población afectada está consciente (96.4%) que es el hombre que viene generando el impacto en la bahía interior de Puno; un 85% percibe olores desagradables procedentes de la bahía interior del lago; 63.2% se siente físicamente afectado. La responsabilidad social y acción comunitaria indica que el 64% de la población joven y adulta está dispuesta a pagar por servicios ambientales y un 70% está dispuesta en aplicar la Tecnología EM si ésta demuestra la capacidad de reducir el impacto de contaminación en las aguas de la bahía interior de Puno.

Referencias

ATA-MINCETUR, (2003). Diagnóstico Ambiental de la Bahía Interior de Puno.

- ATLAS, R.M. Y BARTHA, R. (2002). "Ecología Microbiana Y Microbiología Ambiental", Pearson Educación S.A. Madrid.
- Buizon, T. B., Dimaculangan Medel R., Macasaet Genalyn B., Sonaco-Mictat Ruth S., Sison Manriquez A. (1996). ITCPH Farm Trial on The Use of Effective Microorganisms (EM). A study conducted at ITCPH Small Unit Farm from 23 August 1995 to 23 January 1996 in collaboration with Larutan resources Development Corporation, a Japanese
- Early, R (1998) Tecnología de productos lácteos, Editorial Acribia Zaragoza España.
- Flores y Ocola, (2008) "Contaminación y Gestión Ambiental de la Bahía interior de Puno
- Franz-Peter Mau. (2006) "Microorganismos Efectivos", ed. Integral
- Gutiérrez, H. y De La Vara (2008). Análisis y Diseño de Experimentos. Segunda Edición. Edit. McGraw-Hill. Interamericana Editores S.A. de C.V. México.
- Grupo Nacional sobre Trabajo Comunitario Integrado. Trabajo Comunitario Integrado. Proyecto de Programa. Material mecano-grafiado. Ciudad de La Habana, 1996.
- Hart Armando (1999). En Cultura y Desarrollo, Dossier. Instituto Cubano del Libro, La Habana.
- Higa, T, (2002). Una revolución para salvar la Tierra, Emro Europe Branco, Sant Jaume d' Enveja.
- Higa, T.; Chinen, N. (1998). EM treatments of odor, waste waster and environmental problems. College of Agriculture, University of the Ryukyus, Okinawa, JP.
- Ibáñez, V. (2009). Análisis y Diseño de Experimentos. Primera Edición. Edit. Universitaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Puno – Perú.
- INADE-PELT (1998). Estudio definitivo "Conducción, Tratamiento y manejo Integral de las Aguas Residuales de la Ciudad de Puno".
- INADE-PELT, (1997). Estudio de Factibilidad "Conducción, Tratamiento y manejo Integral de las Aguas Residuales de la Ciudad de Puno.
- INADUR, (1996): Plan Director Urbano de la Ciudad de Puno.
- INEI, (2001); Perú. Estimaciones y Proyecciones de Población, 1950–2050, urbano–rural 1970–2025.
- JICA, (2000). Estudio para el Control de la Contaminación del Agua de la Bahía Interior de Puno en el Lago Titicaca en la República del Perú. Puno-Perú.
- Margalef, R., (1983), Limnología. Ed. Omega, Barcelona, España
- Mathar, M' Bow Amadou (1982) Cultura y Desarrollo: La dimensión humana, en El Correo de la UNESCO.
- Morales C.B. (1988) "Manual De Ecología", Instituto De Ecología De La U.M.S.A

- Montgomery, D.C. (2002). *Diseño y Análisis de Experimentos*. Segunda Edición. Edit. Limusa Wiley, México.
- Milikota, F; Smilanick, J.L; Mansour, M; Mackey, B.E. 2004 Survival of spores of *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea* y *Alternaria alternate* after exposure to ethanol solution at various temperatures. *Journal of applied microbiology*.
- Núñez, H. C. 1995. *Permiso para Pensar*. Editado por el Centro de Investigaciones Comunitaria de México, México.
- Ocola y Flores 2007. *Contaminación y Gestión Ambiental de la Bahía interior de Puno – Lago Titicaca: Realidad, Críticas y Aportes*. Oficina Universitaria de Investigación. Unidad de Publicaciones UNA-Puno
- Omelianovski, M 1981. *La Dialéctica y los Métodos Científicos Generales de Investigación*. Editorial de Ciencias Sociales, La Habana.
- Primavesi, A. M. (1962 – 1994). Effect of Microbial Inoculants and Mineral Elements on Drought Resistance and Yield of Field Bean. *Fazenda Ecológica Itaí SP Brasil*.
- Romero, J., (1999). *Tratamiento de Aguas Residuales: Teoría y Principios de Diseño*.
- Sachs, W. 1996. *Diccionario sobre el Desarrollo. Una guía del conocimiento como poder*. Editorial PRATEC, Perú.
- Solano, D., (2000); *Plan de Educación Ambiental del Consejo Nacional del Ambiente. Seminario Internacional “Educación Ambiental Reto del Nuevo Siglo*.
- SAS/STAT (2002). *User’s Guide*. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA. Version 9.0. Fourth Edition. Volumen 2.
- Terry, G. y José Ramon. *La Dimensión del Desarrollo Comunitario Integrado en la provincia avileña*. Material mimeografiado.