

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE



EXPERIMENTACIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO CON
MICROORGANISMOS EFICACES (EM) APLICADO EN ÉPOCA DE
PRIMAVERA EN AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS VERTIDAS EN EL
BARRIO MANANTIAL DE LA LOCALIDAD DE ENTRE RÍOS, PROVINCIA
O'CONNOR

Por:

NINFA DEL CARMEN SOSA MORENO

TESIS DE GRADO presentada a consideración de la "**UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**", como requisito para optar el grado
académico de Licenciatura en Ingeniería en Medio Ambiente

Abril del 2019

ENTRE RÍOS – TARIJA

V°B°

.....
M. Sc. Ing. Pedro Bernardo Cruz Gareca

DOCENTE GUÍA

.....
M. Sc. Ing Luis Arandia Mendivil.

DECANO a.i.

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

.....
M. Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejía

VICEDECANO a.i.

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
M. Sc. Ing. Luis Rolando Lafuente Retamozo

.....
Ph.D. Ing. Marco Antonio Guerrero Hiza

.....
Ing. Gonzalo Condori Vásquez

El tribunal calificador del trabajo no se solidariza ni es responsable de los términos y afirmaciones vertidas en el presente trabajo. Siendo responsabilidad única del autor.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, al plantel docente y administrativo quienes fueron participe de mi formación profesional:

Ing. Rene Padilla Ledezma.

Ing. Herlan Baldiviezo.

Ing. Vladimir Elías Hoyos.

Ing. German Hoyos Farfán.

Ing. Ariel Villena.

Lic. Henri Gallardo.

A mi asesor, Ing. Pedro Bernardo Cruz Gareca por su orientación, y amistad que permitieron llevar a un buen término el presente estudio.

Al Ing. Juan Leñaño por su orientación y colaboración durante el desarrollo del presente trabajo.

A los docentes miembros de mi tribunal revisor:

Ing Marco Guerrero Hiza.

Ing. Luis Lafuente Retamozo.

Ing. Gonzalo Condori.

Por la sinceridad y correcta observación en el momento de revisar el presente trabajo de investigación.

DEDICATORIA

A mis queridos padre y madre:

Elio Sosa Vaca y Margarita Moreno Serrano, con amor por su enorme sacrificio y esfuerzo, por la ayuda que me brindaron siempre a lo largo del camino, que hizo posible mi formación profesional.

A mis hermanos:

Juan Carlos Sosa Moreno y Víctor Roberto Sosa Moreno, por su apoyo en los momentos difíciles durante la realización del trabajo.

PENSAMIENTO

Para entender una ciencia es necesario
conocer su historia.

-Auguste Comte.

En la investigación es incluso más importante
el proceso que el logro mismo.

-Emilio Muñoz

RESUMEN

El área determinada para el presente trabajo de investigación se encuentra en uno de los dos puntos de vertimiento de mayor impacto, de las aguas residuales domiciliarias, ubicado en la PTAR dentro del barrio Manantial de la ciudad de Entre Ríos, provincia O'Connor, del departamento de Tarija.

Uno de los problemas en la ciudad de Entre Ríos es la descarga de sus Aguas Residuales Domésticas sin un tratamiento adecuado. Por esta razón surge la necesidad de buscar y experimentar nuevas alternativas de tratamientos amigables con el medio ambiente, como el uso de Microorganismos Eficaces, que puedan reducir las cargas contaminantes de las aguas residuales para evitar o aliviar la contaminación de los ríos de la ciudad de Entre Ríos, ya que estos (EM) han sido reportados como una alternativa frente al problema ambiental de la contaminación.

El presente trabajo tuvo como objetivo experimentar la aplicación de microorganismos eficaces (EM) en época de primavera para demostrar la reducción de los niveles de concentración de los parámetros físico químico, biológico, del afluyente que ingresa a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas del barrio Manantial en la ciudad de Entre Ríos, provincia O'Connor.

La metodología empleada en esta investigación se ha basado en la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación, y probar o negar la hipótesis.

Para este fin, se realizó un proceso experimental donde se tomaron pruebas antes de añadir EM y después de añadir EM, en un solo volumen (500 litros de ARD) con 2 tratamientos (1:1000 Y 1:3000) y 1 testigo.

Dando como resultado la reducción de algunos parámetros, pero no así entrando en los límites permisibles de la ley 1333, siendo el único parámetro el DQO. De los tratamientos aplicados el que dio mejores resultados fue de la UE 2 con dosificación de EM 1:3000.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

PENSAMIENTO

RESUMEN

SIGLAS Y ABREVIATURAS

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	4
JUSTIFICACIÓN	9
ANÁLISIS DEL PROBLEMA	10
Planteamiento del problema.....	10
Formulación del problema	10
HIPÓTESIS.....	10
OBJETIVOS	11
Objetivo General.....	11
Objetivos Específicos.....	11
CAPÍTULO I.....	12
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	13
MARCO TEÓRICO.....	13
1.1. Aguas residuales (AR).....	13
1.2. Aguas Residuales Urbanas (ARU)	13

1.3.	Aguas Residuales Domésticas (ARD)	13
1.4.	Microorganismos eficaces (EM).....	14
1.4.1.	EM- AGUA.....	16
1.4.2.	PRINCIPALES MICROORGANISMOS EN EL (EM)	16
1.4.2.1.	Bacterias fototróficas (Rhodopseudomonas spp.).....	16
1.4.2.2.	Bacterias ácido lácticas (Lactobacillus spp.).....	16
1.4.2.3.	Levaduras (Saccharomyces spp.).....	17
1.5.	Parámetros a muestrear	17
1.5.1.	pH.....	17
1.5.2.	Temperatura	17
1.5.3.	Olor	18
1.5.4.	Sólidos Suspendidos	18
1.5.5.	DBO ₅	18
1.5.6.	DQO.....	19
1.5.7.	Oxígeno Disuelto	19
1.5.8.	Nitrógeno Total.....	19
1.5.9.	Coliformes Fecales.....	20
1.5.10.	Coliformes Totales.....	21
	MARCO CONCEPTUAL	22
1.6.	Melaza.....	22
1.7.	Área de descarga.....	22
1.8.	Afluente	22
1.9.	Cuerpo receptor.....	22
1.10.	Efluente.....	22
1.11.	Planta de tratamiento	23

1.12.	Proceso de tratamiento.....	23
1.13.	Sistema de tratamiento de aguas residuales	23
1.14.	Lagunas anaerobias.....	23
1.15.	Lagunas facultativas	23
1.16.	Lagunas aerobias.....	23
MARCO LEGAL.....		24
1.17.	CONSTITUCIÓN POLITICA DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA	24
1.17.1.	Artículo 16.	24
1.17.2	Artículo 20.	24
1.17.3.	Artículo 33.	24
1.17.4.	Artículo 34.	24
1.18.	LEY DE MEDIO AMBIENTE 1333.....	25
1.18.1.	Título I Disposiciones Generales, Capítulo I Objeto De La Ley	25
1.18.1.1.	Artículo 3°	25
1.18.2.	Título II De La Gestión Ambiental Capítulo I De La Política Ambiental ..	25
1.18.2.1.	Artículo 5°	25
1.18.3.	Título III, De Los Aspectos Ambientales, Capítulo I De La Calidad Ambiental.....	26
1.18.3.1.	Artículo 17°.....	26
1.18.3.2.	Artículo 18°	26
1.18.3.3.	Artículo 19°	26
1.18.4.	Capítulo II De Las Actividades Y Factores Susceptibles De Degradar El Medio Ambiente	27
1.18.4.1.	Artículo 20°	27

1.18.4.2. Artículo 21°	27
1.18.5. Título IV De Los Recursos Naturales En General Capitulo II Del Recurso Agua	28
1.18.5.1. Artículo 36°	28
1.18.5.2. Artículo 37°	28
1.18.5.3. Artículo 38°	28
1.18.5.4. Artículo 39°	28
1.19. REGLAMENTO DE CONTAMINACIÓN HIDRÍCA	29
1.19.1. Título II Del Marco Institucional Capitulo II De La Autoridad A Nivel Departamental	29
1.19.1.1. Artículo 10°	29
1.19.2. Capítulo III De Los Gobiernos Municipales	30
1.19.2.1 . Artículo 11°	30
1.19.3. Capítulo IV De Los Organismos Sectoriales Competentes	30
1.19.3.1. Artículo 12°	30
1.19.4. Título IV Del Monitoreo, Evaluación, Prevención, Protección Y Conservación De La Calidad Hídrica	31
1.19.4.1. Capítulo II De La Prevención Y Control De La Contaminación Y Conservación De La Calidad Hídrica Artículo 47°	31
1.19.4.2. Capítulo III De Los Sistemas De Tratamiento - Artículo 62°	32
1.19.4.3. Capítulo V Del Reusó De Aguas - Artículo 67°	32
1.19.4.4. Artículo 68°	32
1.19.5. Límites Máximos Admisibles De Parámetros En Cuerpos Receptores - Artículo 2°	32
CAPÍTULO II	33
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	33

2.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
2.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	34
2.1.2.	DELIMITACIÓN.....	36
2.1.2.1.	Límite geográfico.....	36
2.1.2.2.	Límite temporal.....	37
2.2.	FACTORES CLIMÁTICOS.....	38
2.2.1.	Clima.....	38
2.2.2.	Temperatura	38
2.3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	39
2.3.1.	Cuantitativo.....	39
2.4.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	39
2.4.1.	Descriptiva	39
2.4.2.	Experimental	39
2.4.3.	Explicativa	40
2.5.	MÉTODO	40
2.5.1.	Científico.....	40
2.5.2.	Analítico.....	40
2.6.	TÉCNICAS.....	41
2.6.1.	La recopilación bibliográfica	41
2.6.1.1.	Herramientas de la investigación bibliográfica.....	41
2.6.2.	La observación	41
2.6.2.1.	Herramientas de la observación	41
2.7.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE INVESTIGACIÓN	42
2.8.	PROCEDIMIENTOS.....	43
2.8.1.	Activación	43

2.8.1.1.	Proceso de activación:.....	44
2.8.2.	Aplicación:.....	45
2.9.	DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MUESTREO.....	47
2.10.	MUESTREO.....	48
2.10.1.	Muestra simple.....	48
2.10.2.	Identificación de la muestra	49
2.11.	MATERIALES	51
CAPÍTULO III.....		54
ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		54
3.	RESULTADOS E INTERPRETACION DE DATOS.....	55
3.5.	DATOS DE UE 1 (M1) EM 1:1000.....	55
3.5.1.	COMPORTAMIENTO EN LA UE 1 EM 1:1000:.....	66
3.6.	DATOS DE UE 2 (M1) EM 1:3000.....	68
3.6.1.	COMPORTAMIENTO EN LA UE 2 EM 1:3000:.....	78
3.7.	DATOS DE UE 3 (M3) SIN EM TESTIGO	79
3.7.1.	COMPORTAMIENTO EN LA UE 3 SIN EM TESTIGO:.....	89
3.8.	DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO..	110
3.8.1.	Costos de instalación	110
3.8.2.	Costos de aplicación	110
3.8.3.	Costos de laboratorio	111
3.9.	PROPUESTAS PARA LA APLICACIÓN DE EM EN AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	114
3.5.1	PROPUESTA DE PROCESO EXPERIMENTAL.....	114
3.9.1.1.	Sistema Cerrado.....	115
a)	Nivel laboratorio	115

b) Nivel UEs.....	115
3.9.1.2. Sistema continuo.....	116
c) Nivel PTAR	116
CAPÍTULO IV	120
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	120
4.1. CONCLUSIONES	121
4.2. RECOMENDACIONES.....	125
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	127

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Mapa de Ubicación de la PTAR de la ciudad de Entre Ríos y los barrios que entran al sistema.	3
FIGURA 2. Doctor TERUO HIGA.....	14
FIGURA 3. Ubicación - Mapa de Bolivia y Tarija.	34
FIGURA 4. Ubicación geográfica y límites político administrativo.	35
FIGURA 5. Mapa de barrios que entran dentro del sistema de PTAR	36
FIGURA 6. Vista satelital ubicación de la zona de trabajo - ArGIS	37
FIGURA 7. Bosquejo del proceso.	42
FIGURA 8. Bosquejo - Volumen y tratamientos.....	42
FIGURA 9. Volumen y tratamientos	43
FIGURA 10. Activación del EM.....	44
FIGURA 11. Activación.	45
FIGURA 12. Dosificación.....	46
FIGURA 13. Extracción de ARD	46
FIGURA 14. Llenado de UEs	46
FIGURA 15. Adición de EM	46
FIGURA 16. Dosificación.....	46
FIGURA 17. Dosificación 1:3000-170ml.....	46
FIGURA 18. Límites máximos admisibles de parámetros en Descargas líquidas.....	47
FIGURA 19. Presentación de datos a laboratorio-muestra simple	48
FIGURA 20. Identificación de las muestras.	49
FIGURA 21. Frascos de muestreo.	50
FIGURA 22. Limpieza de los frascos con detergente, agua corriente y agua destilada	50
FIGURA 23. Recolección de la muestra – enjuagado de con ARD	51
FIGURA 24. Materiales.	53
FIGURA 25. Laboratorios de CEANID Y COSAALT	55
FIGURA 26. Presencia detectada de larvas de zancudo,	66

FIGURA 27. Detección de larvas de zancudo.	67
FIGURA 28. Precios de laboratorio CEANID.....	112
FIGURA 29. Propuesta de proceso experimental.	114
FIGURA 30. Dosificación a nivel laboratorio de la propuesta del proceso experimental.....	115
FIGURA 31. Filtración a nivel UEs de la propuesta del proceso experimental.	115
FIGURA 32. Dosificación a nivel PTAR de la propuesta del proceso experimental.	116
FIGURA 33. Descripción de la actual PTAR de la ciudad de Entre Ríos	118
FIGURA 34. Descripción de la actual PTAR de la ciudad de Entre Ríos, corte B-B.	118
FIGURA 35. Descripción de la actual PTAR de la ciudad de Entre Ríos corte A-A.	118
FIGURA 36. . Descripción de la actual PTAR de la ciudad de Entre Ríos vista en Planta.....	119
FIGURA 37. Dimensiones de la PTAR de la ciudad de Entre Ríos.	119
FIGURA 38. Fotografía de la PTAR de la ciudad de Entre Ríos.	119

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Datos de laboratorio Demanda Biológica de Oxígeno- UE 1 EM 1:1000	55
TABLA 2. Datos de laboratorio Demanda Química de Oxígeno- UE 1 EM 1:1000	57
TABLA 3. Datos de laboratorio Oxígeno Disuelto - UE 1 EM 1:1000	58
TABLA 4. Datos de laboratorio Sólidos Suspendidos - UE 1 EM 1:1000	59
TABLA 5. Datos de laboratorio Nitrógeno Total- UE 1 EM 1:1000.....	60
TABLA 6. Datos de laboratorio Coliformes Fecales - UE 1 EM 1:1000.....	61
TABLA 7. Datos de laboratorio Coliformes Totales- UE 1 EM 1:1000.....	62
TABLA 8. Datos de laboratorio pH - UE 1 EM 1:1000.....	63
TABLA 9. Datos de laboratorio Temperatura del Agua Residual Doméstica - UE 1 EM 1:1000.....	64
TABLA 10. Datos de relación entre parámetros en UE 1 EM 1:1000.....	65
TABLA 11. Datos de laboratorio Demanda Biológica De Oxígeno UE 2 EM 1:3000	68
TABLA 12. Datos de laboratorio Demanda Química De Oxígeno - UE 2 EM 1:3000	69
TABLA 13. Datos de laboratorio Oxígeno Disuelto - UE 2 EM 1:3000	70
TABLA 14. Datos de laboratorio Sólidos Suspendidos - UE 2 EM 1:3000	71
TABLA 15. Datos de laboratorio Nitrógeno Total - UE 2 EM 1:3000.....	72
TABLA 16. Datos de laboratorio Coliformes Fecales- UE 2 EM 1:3000.....	73
TABLA 17. Datos de laboratorio Coliformes Totales - UE 2 EM 1:3000.....	74
TABLA 18. Datos de laboratorio pH - UE 2 EM 1:3000.....	75
TABLA 19. Datos de laboratorio Temperatura del Agua Residual Doméstica- UE 2 EM 1:3000.....	76
TABLA 20. Datos de relación entre parámetros en UE 2 EM 1:3000.....	77
TABLA 21. Demanda Biológica De Oxígeno- UE 3 SIN EM Testigo.....	79
TABLA 22. Datos de laboratorio DQO - UE 3 SIN EM Testigo.....	80

TABLA 23. Datos de laboratorio Oxígeno Disuelto - UE 3 SIN EM Testigo.....	81
TABLA 24. Datos de laboratorio Sólidos Suspendidos - UE 3 SIN EM Testigo	82
TABLA 25. Datos de laboratorio Nitrógeno Total - UE 3 SIN EM Testigo.....	83
TABLA 26. Datos de laboratorio Coliformes Fecales - UE 3 SIN EM Testigo	84
TABLA 27. Datos de laboratorio Coliformes Totales - UE 3 SIN EM Testigo	85
TABLA 28. Datos de laboratorio pH - UE 3 SIN EM Testigo	86
TABLA 29. Datos de laboratorio Temperatura - UE 3 SIN EM Testigo.....	87
TABLA 30. Datos de relación entre parámetros en UE 3 SIN EM Testigo.....	88
TABLA 31. Parámetro – DBO ₅ UEs 1.2 y 3.....	90
TABLA 32. Parámetro – pH. UEs 1.2 y 3.....	92
TABLA 33. Parámetro – Temperatura ARD. UEs 1.2 y 3.....	94
TABLA 34. Parámetro – Temperatura Ambiente. UEs 1.2 y 3.	96
TABLA 35. Parámetro - DQO. UEs 1.2 y 3.....	98
TABLA 36. Parámetro - Oxígeno Disuelto. UEs 1.2 y 3.....	100
TABLA 37. Parámetro - Sólidos Suspendidos. UEs 1.2 y 3.....	102
TABLA 38. Parámetro - Coliformes Fecales. UEs 1.2 y 3.	104
TABLA 39. Parámetro - Coliformes Totales. UEs 1.2 y 3	106
TABLA 40. Parámetro - Nitrógeno Total. UEs 1.2 y 3.....	108
TABLA 41. Costos de instalación.....	110
TABLA 42. Costos de aplicación.....	111
TABLA 43. Costos de laboratorio.....	111
Tabla 44. Aplicaciones para sistema continuo.....	117
TABLA 45. Cálculos para la PTAR de la ciudad de Entre Ríos	117
TABLA 46. Costo para la PTAR de la ciudad de Entre Ríos	117

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. Comportamiento en el tiempo Demanda Biológica de Oxígeno.....	57
GRÁFICA 2. Comportamiento en el tiempo Demanda Química de Oxígeno.....	58
GRÁFICA 3. Comportamiento en el tiempo Oxígeno Disuelto - UE 1 EM 1:1000	59
GRÁFICA 4. Comportamiento en el tiempo Sólidos Suspendidos - UE 1 EM 1:1000	60
GRÁFICA 5. Comportamiento en el tiempo Nitrógeno Total - UE 1 EM 1:1000....	61
GRÁFICA 6. Comportamiento en el tiempo Coliformes Fecales - UE 1 EM 1:1000	62
GRÁFICA 7. Comportamiento en el tiempo Coliformes Totales - UE 1 EM 1:1000	63
GRÁFICA 8. Comportamiento en el tiempo pH - UE 1 EM 1:1000	64
GRÁFICA 9. Comportamiento en el tiempo Temperatura - UE 1 EM 1:1000	65
GRÁFICA 10. Relación entre parámetros UE 1 EM 1:1000.....	68
GRÁFICA 11. Comportamiento en el tiempo de Demanda Biológica de Oxígeno..	69
GRÁFICA 12. Comportamiento en el tiempo UEs 2 EM 1:3000	70
GRÁFICA 13. Comportamiento en el tiempo Oxígeno Disuelto - UE 2 EM 1:3000	71
GRÁFICA 14. Comportamiento en el tiempo Sólidos Suspendidos-UE 2 EM 1:3000	72
GRÁFICA 15. Comportamiento en el tiempo Nitrógeno Total - UE 2 EM 1:3000..	73
GRÁFICA 16. Comportamiento en el tiempo Coliformes Fecales- UE 2 EM 1:3000	74
GRÁFICA 17. Comportamiento en el tiempo Coliformes Totales- UE 2 EM 1:3000 ..	
GRÁFICA 18. Comportamiento en el tiempo pH- UE 2 EM 1:3000.....	75
GRÁFICA 19. Comportamiento en el tiempo Temperatura - UE 2 EM 1:3000.....	76
GRÁFICA 20. UE 2 EM 1:3000.....	77

GRÁFICA 21. Comportamiento en el tiempo de Demanda Biológica De Oxígeno	79
GRÁFICA 22. Comportamiento en el tiempo DQO - UE 3 SIN EM Testigo	80
GRÁFICA 23. Comportamiento en el tiempo Oxígeno Disuelto - UE 3 SIN EM Testigo.....	81
GRÁFICA 24. Comportamiento en el tiempo Sólidos Suspendidos - UE 3 SIN EM Testigo.....	82
GRÁFICA 25. Comportamiento en el tiempo Nitrógeno Total - UE 3 SIN EM Testigo	83
GRÁFICA 26. Comportamiento en el tiempo Coliformes Fecales - UE 3 SIN EM Testigo.....	84
GRÁFICA 27. Comportamiento en el tiempo Coliformes Totales - UE 3 SIN EM Testigo.....	85
GRÁFICA 28. Comportamiento en el tiempo pH - UE 3 SIN EM Testigo	86
GRÁFICA 29. Comportamiento en el tiempo Temperatura - UE 3 SIN EM Testigo	89
GRÁFICA 30. UE 3 SIN EM Testigo	90
GRÁFICA 31. Comparación de los valores del parámetro DBO ₅ en los tratamientos aplicados.....	93
GRÁFICA 32. Comparación de los valores del parámetro Potencial de hidrogeno en los tratamientos aplicados.	95
GRÁFICA 33. Comparación de los valores del parámetro Temperatura ARD en los tratamientos aplicados.....	97
GRÁFICA 34. Comparación de los valores del parámetro Temperatura Ambiente en los tratamientos aplicados.	99
GRÁFICA 35. Comparación de los valores del parámetro DQO en los tratamientos aplicados.....	101
GRÁFICA 36. Comparación de los valores del parámetro Oxígeno Disuelto en los tratamientos aplicados.....	103

GRÁFICA 37. Comparación de los valores del parámetro Sólidos Suspendidos en los tratamientos aplicados.....	105
GRÁFICA 38. Comparación de los valores del parámetro Coliformes Fecales en los tratamientos aplicados.....	107
GRÁFICA 39. Comparación de los valores del parámetro Coliformes Totales en los tratamientos aplicados.....	109
GRÁFICA 40. Comparación de los valores del parámetro Coliformes Totales en los tratamientos aplicados.....	111

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1.** Visita al lugar de estudio. Barrio Manantial - punto de descarga río Seco.
- ANEXO 2.** Planta de tratamiento - Observación de la salida de las aguas residuales domésticas.
- ANEXO 3.** Canal de descarga al río Seco desembocadura al río Santa Ana.
- ANEXO 4.** Desemboque directo al río Santa Ana.
- ANEXO 5.** Agua Residual Doméstica de ingreso al sistema de tratamiento por celdas de la PTAR.
- ANEXO 6.** Instalación de las UEs y llenado con ARD.
- ANEXO 7.** UEs de 500 L. Instalados y llenados.
- ANEXO 8.** EM Activado (EMA).
- ANEXO 9.** Materiales a utilizar.
- ANEXO 10.** Medición del pH y temperatura del ARD.
- ANEXO 11.** Preparando la dosificación de EM.
- ANEXO 12.** Dosificación de EM.
- ANEXO 13.** Vertido de EM a las UEs.
- ANEXO 14.** Medición de pH y temperatura después de añadido el EM.
- ANEXO 15.** Enjuagado del recipiente muestreador con ARD.
- ANEXO 16.** Muestreo de las UEs.
- ANEXO 17.** Recipientes con muestras para análisis de laboratorio.
- ANEXO 18.** Etiquetado correspondiente.
- ANEXO 19.** Recipientes con muestras listas para análisis de laboratorio.
- ANEXO 20.** Acomodamiento de muestras para el transporte.
- ANEXO 21.** Acondicionamiento a 4° C de temperatura de las muestras para el transporte.
- ANEXO 22.** Material listo para el envío y transporte.
- ANEXO 23.** Adecuación para lluvias.
- ANEXO 24.** Señalización correspondiente.

ANEXO 25. Resultados de laboratorio Muestra 1 EM 1:1000 Fecha: 06-11-2018
Parámetros: DBO₅, DQO, Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto.

ANEXO 26. Resultados de laboratorio Muestra 2 EM 1:3000 Fecha: 06-11-2018
Parámetros: DBO₅, DQO, Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto.

ANEXO 27. Resultados de laboratorio Muestra 3 SIN EM Fecha: 06-11-2018
Parámetros: DBO₅, DQO, Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto.

ANEXO 28. Resultados de laboratorio Muestra 1 EM 1:1000 Fecha: 07-11-2018
Parámetro: DBO₅.

ANEXO 29. Resultados de laboratorio Muestra 2 EM 1:3000 Fecha: 07-11-2018
Parámetro: DBO₅.

ANEXO 30. Resultados de laboratorio Muestra 3 SIN EM Fecha: 07-11-2018
Parámetros: DBO₅.

ANEXO 31. Resultados de laboratorio Muestra 1 EM 1:1000 Fecha: 08-11-2018
Parámetro: DBO₅,

ANEXO 32. Resultados de laboratorio Muestra 2 EM 1:3000 Fecha: 08-11-2018
Parámetro: DBO₅.

ANEXO 33. Resultados de laboratorio Muestra 3 SIN EM Fecha: 08-11-2018
Parámetro: DBO₅.

ANEXO 34. Resultados de laboratorio Muestra 1 EM 1:1000 Fecha: 09-11-2018
Parámetro: DBO₅.

ANEXO 35. Resultados de laboratorio Muestra 2 EM 1:3000 Fecha: 09-11-2018
Parámetro: DBO₅.

ANEXO 36. Resultados de laboratorio Muestra 3 SIN EM Fecha: 09-11-2018
Parámetro: DBO₅.

ANEXO 37. Resultados de laboratorio Muestra 1 EM 1:1000 Fecha: 12-11-2018
Parámetros: DBO₅, DQO, Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto, Nitrógeno Total.

ANEXO 38. Resultados de laboratorio Muestra 2 EM 1:3000 Fecha: 12-11-2018
Parámetros: DBO₅, DQO, Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto, Nitrógeno Total.

ANEXO 39. Resultados de laboratorio Muestra 3 SIN EM Fecha: 12-11-2018
Parámetros: DBO₅, DQO, Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto, Nitrógeno Total.

ANEXO 40. Resultados de laboratorio Muestra 1 EM 1:1000 Fecha: 12-11-2018
Parámetros: Coliformes fecales, Coliformes Totales.

ANEXO 41. Resultados de laboratorio Muestra 2 EM 1:3000 Fecha: 12-11-2018
Parámetros: Coliformes fecales, Coliformes Totales.

ANEXO 42. Resultados de laboratorio Muestra 3 SIN EM Fecha: 12-11-2018
Parámetros: Coliformes fecales, Coliformes Totales.

ANEXO 43. Resultados de laboratorio Muestra 1 EM 1:1000 Fecha: 19-11-2018
Parámetros: Coliformes fecales, Coliformes Totales.

ANEXO 44. Resultados de laboratorio Muestra 2 EM 1:3000 Fecha: 19-11-2018
Parámetros: Coliformes fecales, Coliformes Totales.

ANEXO 45. Resultados de laboratorio Muestra 3 SIN EM Fecha: 19-11-2018
Parámetros: Coliformes fecales, Coliformes Totales.

ANEXO 46. Resultados de laboratorio Muestra 1 EM 1:1000 Fecha: 19-11-2018
Parámetros: DBO₅, DQO, Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto, Nitrógeno Total.

ANEXO 47. Resultados de laboratorio Muestra 2 EM 1:3000 Fecha: 19-11-2018
Parámetros: DBO₅, DQO, Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto, Nitrógeno Total.

ANEXO 48. Resultados de laboratorio Muestra 3 SIN EM Fecha: 19-11-2018
Parámetros: DBO₅, DQO, Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto, Nitrógeno Total.

ANEXO 49. Resultados de laboratorio Muestra 1 EM 1:1000 Fecha: 28-11-2018
Parámetros: DBO₅, DQO, Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto, Nitrógeno Total.

ANEXO 50. Resultados de laboratorio Muestra 2 EM 1:3000 Fecha: 28-11-2018
Parámetros: DBO₅, DQO, Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto, Nitrógeno Total.

ANEXO 51. Resultados de laboratorio Muestra 3 SIN EM Fecha: 28-11-2018
Parámetros: DBO₅, DQO, Sólidos Suspendidos, Oxígeno Disuelto, Nitrógeno Total.

ANEXO 52. Resultados de laboratorio Muestra 1 EM 1:1000 Fecha: 28-11-2018
Parámetros: Coliformes fecales, Coliformes Totales.

ANEXO 53. Resultados de laboratorio Muestra 2 EM 1:3000 Fecha: 28-11-2018
Parámetros: Coliformes fecales, Coliformes Totales.

ANEXO 54. Resultados de laboratorio Muestra 3 SIN EM Fecha: 28-11-2018
Parámetros: Coliformes fecales, Coliformes Totales.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

EM.- Microorganismos Eficaces –Eficientes.

EM-AGUA.- Microorganismos Eficaces Para Tratamiento De Aguas.

EMA.- Microorganismos Eficaces Activados.

PTDI.- Plan Territorial De Desarrollo Integral.

PDMI.- Plan De Desarrollo Municipal Integral.

ARD.- Aguas Residuales Domésticas.

DBO₅.- Demanda Biológica del Oxígeno.

DQO.- Demanda Química de Oxígeno.

OD.- Oxígeno Disuelto.

N.- Nitrógeno.

NT.- Nitrógeno Total.

pH.- Potencial de Hidrogeno.

T.- Temperatura.

SS.- Sólidos Suspendidos.

M (1, 2,3).- Muestra de las UEs 1.2 y 3.

UEs.- Unidades Experimentales.

mg.- Miligramo.

kg.- Kilogramo.

mm.- Milímetro.

cm.- Centímetro.

ml.- Mililitro.

l.- Litro.

NMP.- Número Más Probable.

NM.- No Muestreado.

CEANID.- Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo.

COSAALT.- Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado de Tarija.

EMRO.- EM Research Organization Inc.

PTAR.- Planta De Tratamiento De Aguas Residuales.

