081E1-7383

INFORME

**DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UNA PREPARACIÓN
COMERCIAL DE BACTERIAS PARA TRATAMIENTO DE AGUAS
SERVIDAS EN AGUA DE MAR Y BAJAS TEMPERATURAS**

MARCELA WILKENS (Investigador responsable)

ISABEL ASKENASY (Bioquímico)

**LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA BÁSICA Y APLICADA
FACULTAD DE QUÍMICA Y BIOLOGÍA
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**

SEPTIEMBRE - 2009

Se probó la eficacia de un preparado comercial en la eliminación de materia orgánica en aguas servidas, con la técnica de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅). Este parámetro es una medida de la materia orgánica soluble presente en una muestra líquida.

Se usó como muestra agua servida, una solución de heces fecales al 10% en agua de mar obtenida de la costa central. Una porción de la muestra fue tratada con el preparado bacteriano, según las indicaciones del fabricante y otra porción se dejó sin tratar a modo de control. Se tomaron muestras en el tiempo inicial (mezcla recién hecha) para determinar la materia orgánica presente mediante DBO₅ y el resto de las muestras se incubaron a 17°C aprox. por 24 horas y se midió la DBO₅.

Los valores de DBO₅ obtenidos para las muestras de agua servida tratada (con la mezcla bacteriana comercial) y no tratada a tiempo 0 y 24 h, se muestran en las siguientes tablas (Tabla 1 y 2).

**Tabla 1. Cálculo de DBO₅ en muestras de agua servida con y sin tratamiento
Tiempo 0**

Muestra	Factor de dilución	O ₂ inicial (mg O ₂ /L)	O ₂ final (mg O ₂ /L)	Δ O ₂ (mg O ₂ /L)	DBO ₅ (mg/mL)
H ₂ O dilución	-	10,05	9,02	1,03	-
Estándar interno	0,02	10,03	4,85	5,18	259
1,5 mL muestra sin tratar	0,005	9,95	7,00	2,95	590
1,5 mL muestra tratada	0,005	10,3	6,20	4,1	820
3,0 mL muestra sin tratar	0,01	10,75	4,8	5,95	595
3,0 mL muestra tratada	0,01	10,10	1,35	8,75	875

Los valores de DBO₅ obtenidos para las muestras de agua servida tratada y no tratada a tiempo 1 día, se muestran en la siguiente tabla

**Tabla 2. Cálculo de DBO₅ en muestras de agua servida con y sin tratamiento
Tiempo 1 día**

Muestra*	Factor de dilución	O ₂ inicial (mg O ₂ /L)	O ₂ final (mg O ₂ /L)	Δ O ₂ (mg O ₂ /L)	DBO ₅ (mg/mL)
H ₂ O dilución	-	10,70	9,15	1,55	-
Estándar interno	0,02	8,00	4,10	3,90	195
1,5 mL muestra sin tratar	0,005	9,15	5,4	3,75	750
1,5 mL muestra tratada	0,005	8,65	5,9	2,75	550
3,0 mL muestra sin tratar	0,01	8,55	0	-	-
3,0 mL muestra tratada	0,01	11,50	0	-	-

*, estándar interno corresponde al estándar con glucosa y ácido glutámico; muestra sin tratar corresponde a la mezcla de heces fecales en agua de mar; muestra tratada corresponde a la mezcla de heces fecales en agua de mar con adición de la mezcla bacteriana comercial.

Los valores de DBO₅ antes y después de la incubación con y sin agregar la mezcla bacteriana comercial demuestran que las bacterias presentes en las heces fecales disminuyen la materia orgánica presente y que la mezcla bacteriana comercial disminuyó aún más esta materia orgánica (de 750 a 550), correspondiente a un 26,6% adicional. La cantidad de heces fecales inicial (1,5 mL ó 3,0 mL) es determinante para obtener un valor de DBO₅ que permita hacer comparaciones. Por otra parte, la muestra se preparó con agua de mar obtenida de la costa central, la que también trae bacterias propias que pueden estar colaborando con la degradación de la materia orgánica. El resumen de estos resultados se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. DBO₅ en muestras de agua servida con y sin tratamiento

Muestra*	DBO₅ t=0	DBO₅ t=24 h
Estándar interno	259**	195
1,5 mL muestra sin tratar	590	750
1,5 mL muestra tratada	820	550
3,0 mL muestra sin tratar	595	-
3,0 mL muestra tratada	875	-

*, estándar interno corresponde al estándar con glucosa y ácido glutámico; muestra sin tratar corresponde a la mezcla de heces fecales en agua de mar; muestra tratada corresponde a la mezcla de heces fecales en agua de mar con adición de la mezcla bacteriana comercial.

** , valor un poco alto para lo esperado en este control (198 ± 30).

Tratamiento de Aguas Servidas con Preparado Bacteriano

Los siguientes resultados, se obtuvieron al titular el oxígeno disuelto en las muestras, usando el método de tiosulfato de sodio.

Las mediciones se realizaron a tiempo 0 y 5 días, sin duplicado debido al número de botellas y el volumen de agua necesarios para cada experimento.

ENSAYO CON AGUA SERVIDA ARTIFICIAL SIN AUTOCLAVAR

Experimento 1:

En este caso se probó tanto agua dulce (Benedictinos) como agua de mar, la que tenía a lo menos 15 días de reposo en un bidón cerrado.

El agua servida artificial correspondió a una solución de heces al 15% p/v, sin autoclavar.

Se realizaron controles que correspondieron al estándar descrito en literatura, agua (dulce y de mar) con y sin inocular, además de agua (dulce y de mar) con 200 μ L y 2 mL del agua servida artificial.

Tabla 1: Medición O₂ disuelto en muestras de agua dulce y agua de mar

Muestra	Tipo de agua	Inoculación	Tiempo 0 días (mg O ₂ / L)	Tiempo 5 días (mg O ₂ / L)	Diferencia (mg O ₂ / L)
Control H ₂ O	Dulce	No	11,15	9,50	1,65
Control H ₂ O	Mar	No	9,65	8,80	0,85
Estándar	Dulce	No	11,1	6,85	4,25
Estándar	Mar	No	8,4	6,00	2,40
2 mL agua servida	Dulce	No	7,35	0,00	7,35
		Sí	7,05	0,00	7,05
2 mL agua servida	Mar	No	7,95	0,00	7,95
		Sí	7,15	0,00	7,15
200 μ L agua servida	Dulce	No	8,35	6,40	1,95
		Sí	9,00	6,35	2,65
200 μ L agua servida	Mar	No	7,00	0,00	7,00
		Sí	9,00	0,00	9,00

Según estos resultados, los controles de agua pura y los estándares presentan diferencias en la concentración de oxígeno, dentro de rangos aceptables.

Todas las muestras que contenían un volumen de agua servida igual a 2 mL, mostraron una fuerte baja en la concentración de oxígeno presente, que no pudo ser medida y por lo tanto no es una medición útil para la determinación de la DBO.

Las muestras con volúmenes de 200 μ L de agua servida y en agua dulce, mostraron un descenso de la concentración de oxígeno disuelto, siendo mayor en las muestras sin inocular con la mezcla bacteriana comercial. Lo que confirma la efectividad del producto.

Las muestras con volúmenes de 200 μ L de agua servida y en agua dulce, mostraron un descenso de la concentración de oxígeno disuelto similar a las muestras que presentaban mayor cantidad de agua servida, esto propone que las bacterias

presentes en el producto evaluado o aquellas que se encuentren o en las mismas heces fecales tienen una elevada actividad respiratoria en las condiciones que presenta el agua de mar.

ENSAYO CON AGUA SERVIDA ARTIFICIAL AUTOCLAVADA

Experimento 2:

Considerando los resultados anteriores obtenidos, se realizó un segundo experimento, en el que se probaron diferentes diluciones de agua servida artificial, que se encontraba autoclavada en agua de mar fresca. Obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 2: Medición O₂ disuelto en muestras de agua de mar

Muestra	Inoculación	Tiempo 0 días (mg O ₂ / L)	Tiempo 5 días (mg O ₂ / L)	Diferencia (mg O ₂ / L)
Control H ₂ O	No	10,6	5,40	5,20
Estándar	No	9,90	0,00	9,90
200 µL agua servida	No	9,95	0,00	9,95
	Sí	8,75	0,00	8,75
100 µL agua servida	No	8,60	0,00	8,60
	Sí	8,90	0,00	8,90
20 µL agua servida	No	9,60	2,50	7,10
	Sí	7,65	3,50	4,15

La tabla muestra que la diferencia en la concentración de oxígeno presente en el agua sin ningún tratamiento así como en el estándar, es muy alta, lo que demuestra que el agua de mar fresca contiene microorganismos que consumen la materia orgánica presente. Esto explica lo observado también en las muestras con 200 y 100 µL de agua servida.

En el caso de la muestra que contenía 20 µL de agua servida, la concentración de oxígeno disminuyó más en las botellas sin inocular que en las inoculadas, indicando que la actividad de las bacterias comerciales requiere de la actividad complementaria de las bacterias propias de las heces fecales.

Experimento en curso (inicio miércoles 23 de septiembre):

Se mezclará agua (dulce o salada) con heces fecales humanas frescas al 1%, con o sin las bacterias comerciales. Se tomará una muestra que corresponderá al tiempo 0 y el resto se incubará por 1, 2 y 3 días. A todas las muestras se les determinará la DBO₅. De esta forma, se evaluará la cinética de la disminución de la materia orgánica presente en la muestra inicial (tiempo 0) y se podrá comparar los resultados con y sin bacterias comerciales en agua de mar y agua dulce.

Tratamiento de Aguas Servidas con Preparado Bacteriano

Los siguientes resultados, se obtuvieron al titular el oxígeno disuelto en las muestras, usando el método de tiosulfato de sodio.

Las mediciones se realizaron a tiempo 0 y 5 días, sin duplicado debido al número de botellas y el volumen de agua necesarios para cada experimento.

ENSAYO CON AGUA SERVIDA ARTIFICIAL SIN AUTOCLAVAR

Experimento 1:

En este caso se probó tanto agua dulce (Benedictinos) como agua de mar, la que tenía a lo menos 15 días de reposo en un bidón cerrado.

El agua servida artificial correspondió a una solución de heces al 15% p/v, sin autoclavar.

Se realizaron controles que correspondieron al estándar descrito en literatura, agua (dulce y de mar) con y sin inocular, además de agua (dulce y de mar) con 200 μ L y 2 mL del agua servida artificial.

Tabla 1: Medición O₂ disuelto en muestras de agua dulce y agua de mar

Muestra	Tipo de agua	Inoculación	Tiempo 0 días (mg O ₂ / L)	Tiempo 5 días (mg O ₂ / L)	Diferencia (mg O ₂ / L)
Control H ₂ O	Dulce	No	11,15	9,50	1,65
Control H ₂ O	Mar	No	9,65	8,80	0,85
Estándar	Dulce	No	11,1	6,85	4,25
Estándar	Mar	No	8,4	6,00	2,40
2 mL agua servida	Dulce	No	7,35	0,00	7,35
		Sí	7,05	0,00	7,05
2 mL agua servida	Mar	No	7,95	0,00	7,95
		Sí	7,15	0,00	7,15
200 μ L agua servida	Dulce	No	8,35	6,40	1,95
		Sí	9,00	6,35	2,65
200 μ L agua servida	Mar	No	7,00	0,00	7,00
		Sí	9,00	0,00	9,00

Según estos resultados, los controles de agua pura y los estándares presentan diferencias en la concentración de oxígeno, dentro de rangos aceptables.

Todas las muestras que contenían un volumen de agua servida igual a 2 mL, mostraron una fuerte baja en la concentración de oxígeno presente, que no pudo ser medida y por lo tanto no es una medición útil para la determinación de la DBO.

Las muestras con volúmenes de 200 μ L de agua servida y en agua dulce, mostraron un descenso de la concentración de oxígeno disuelto, siendo mayor en las muestras sin inocular con la mezcla bacteriana comercial. Lo que confirma la efectividad del producto.

Las muestras con volúmenes de 200 μ L de agua servida y en agua dulce, mostraron un descenso de la concentración de oxígeno disuelto similar a las muestras que presentaban mayor cantidad de agua servida, esto propone que las bacterias

presentes en el producto evaluado o aquellas que se encuentren o en las mismas heces fecales tienen una elevada actividad respiratoria en las condiciones que presenta el agua de mar.

ENSAYO CON AGUA SERVIDA ARTIFICIAL AUTOCLAVADA

Experimento 2:

Considerando los resultados anteriores obtenidos, se realizó un segundo experimento, en el que se probaron diferentes diluciones de agua servida artificial, que se encontraba autoclavada en agua de mar fresca. Obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 2: Medición O₂ disuelto en muestras de agua de mar

Muestra	Inoculación	Tiempo 0 días (mg O ₂ / L)	Tiempo 5 días (mg O ₂ / L)	Diferencia (mg O ₂ / L)
Control H ₂ O	No	10,6	5,40	5,20
Estándar	No	9,90	0,00	9,90
200 µL agua servida	No	9,95	0,00	9,95
	Sí	8,75	0,00	8,75
100 µL agua servida	No	8,60	0,00	8,60
	Sí	8,90	0,00	8,90
20 µL agua servida	No	9,60	2,50	7,10
	Sí	7,65	3,50	4,15

La tabla muestra que la diferencia en la concentración de oxígeno presente en el agua sin ningún tratamiento así como en el estándar, es muy alta, lo que demuestra que el agua de mar fresca contiene microorganismos que consumen la materia orgánica presente. Esto explica lo observado también en las muestras con 200 y 100 µL de agua servida.

En el caso de la muestra que contenía 20 µL de agua servida, la concentración de oxígeno disminuyó más en las botellas sin inocular que en las inoculadas, indicando que la actividad de las bacterias comerciales requiere de la actividad complementaria de las bacterias propias de las heces fecales.

Experimento en curso (inicio miércoles 23 de septiembre):

Se mezclará agua (dulce o salada) con heces fecales humanas frescas al 1%, con o sin las bacterias comerciales. Se tomará una muestra que corresponderá al tiempo 0 y el resto se incubará por 1, 2 y 3 días. A todas las muestras se les determinará la DBO₅. De esta forma, se evaluará la cinética de la disminución de la materia orgánica presente en la muestra inicial (tiempo 0) y se podrá comparar los resultados con y sin bacterias comerciales en agua de mar y agua dulce.

INFORME

**DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UNA PREPARACIÓN
COMERCIAL DE BACTERIAS PARA TRATAMIENTO DE AGUAS
SERVIDAS EN AGUA DE MAR Y BAJAS TEMPERATURAS**

**MARCELA WILKENS (Investigador responsable)
ISABEL ASKENASY (Bioquímico)**

**LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA BÁSICA Y APLICADA
FACULTAD DE QUÍMICA Y BIOLOGÍA
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**

AGOSTO - 2009

DETERMINACIÓN DEL CRECIMIENTO DE BACTERIAS EN UN MEDIO FECAL ARTIFICIAL CON AGUA DULCE Y SALADA

PROCEDIMIENTO:

Se inoculó agua dulce o agua dulce con 2,4% de cloruro de sodio (agua salada) con un volumen de solución de heces fecales autoclavada (4% en agua) y la mezcla bacteriana en estudio (en la relación indicada por el fabricante), en un volumen final de 5 mL. Esta mezcla se incubó por 18 h a temperaturas de 15 y 35°C, en tubos con tapa rosca. Como control, se inoculó la mezcla bacteriana en tubos que contenían 5 mL de medio de cultivo CASO (caseína de soya) con o sin cloruro de sodio al 2,4%. A los tubos se les incorporó una campana de Durham para atrapar los gases productos de la fermentación.

Se evaluó el crecimiento bacteriano por la densidad óptica de la parte superior descartando lo particulado del fondo del tubo en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 600 nm.

RESULTADOS

En ninguno de los tubos se observó gas en la campana de Durham, por lo que no hay liberación de gas por parte del metabolismo bacteriano.

A temperatura de 15°C no hubo crecimiento bacteriano en ninguna de las aguas (dulce o salada), siendo el mismo resultado en el control con medio de cultivo CASO (ver tablas con resultados más abajo). A 35°C, se observó crecimiento bacteriano en la muestra de agua salada, pero sólo en el medio de cultivo control. Las bacterias en agua dulce mostraron crecimiento en presencia de materia fecal, pero a la mayor concentración utilizada, como también mostraron crecimiento en el medio CASO (no cuantificado).

CONCLUSION

La temperatura es un factor crítico para el crecimiento de las bacterias, lo que se observa por el nulo crecimiento a 15°C, al menos bajo las condiciones de este experimento y en un tiempo de 18 h. Se deberá evaluar esta condición en un período más prolongado permitiendo de esta forma una adaptación de la mezcla bacteriana a bajas temperaturas. Esto es evidente si se considera que una de las componentes de la mezcla, *Bacillus stearothermophilus*, es termofílica. En todo caso, la mezcla está compuesta por diez bacterias distintas, nueve de ellas del género *Bacillus* con altas capacidades hidrolíticas, además de una bacteria del género *Pseudomonas*.

Del análisis de los resultados, es evidente que la concentración de materia fecal (materia orgánica) agregada fue insuficiente, ya que se observó crecimiento bacteriano sólo en la muestra de agua dulce y con la cantidad más alta. Considerando este resultado, se deberá ensayar el mismo experimento en presencia de una mayor concentración de materia fecal.

En presencia de cloruro de sodio, a una concentración equivalente a la encontrada en el agua de mar, las bacterias lograron crecer sólo en el medio de cultivo CASO. Este resultado se puede explicar por la deficiente cantidad de materia orgánica agregada en la muestra con heces fecales y que, en condiciones de una mayor salinidad, las bacterias reprimen su crecimiento. Además de agregar una mayor concentración de materia orgánica, se repetirá con agua de mar el mismo experimento.

Es importante señalar que se evaluó el crecimiento de la mezcla bacteriana sola, sin la participación de las bacterias propias de la muestra fecal (se autoclavó), por lo que también se deberá ensayar con solución fecal sin tratamiento, pues el aporte de las bacterias intestinales y altamente fermentadoras puede ser esencial para complementar la actividad metabólica de las bacterias componentes de la mezcla.

Por último, se evaluará la implementación de la determinación de la materia orgánica disuelta en la parte superior de los tubos de ensayo, para ser usado como parámetro de utilización por parte de las bacterias presentes.

TEMPERATURA DE INCUBACIÓN 15°C

DETERMINACIÓN DE DENSIDAD ÓPTICA
A 600 nm

Muestra	H2O dulce		
	% Heces fecales*		
	0,4	0,04	0,004
1	0,028	0,000	0,000
2	0,007	0,000	0,000
3	-0,068	0,000	0,000
Promedios	-0,011	0	0
SD	0,050	0,000	0,000

DETERMINACIÓN DE DENSIDAD ÓPTICA A 600 nm

Muestra	H2O salada			Control CASO
	% Heces fecales*			
	0,4	0,04	0,004	
1	0,006	0,000	0,000	-0,02
2	-0,011	0,000	0,000	-0,022
3	-0,103	0,000	0,000	
Promedios	-0,036	0	0	-0,021
SD	0,059	0,000	0,000	0,001

TEMPERATURA DE INCUBACIÓN 35°C

DETERMINACIÓN DE DENSIDAD ÓPTICA
A 600 nm

Muestra	H2O dulce		
	% Heces fecales*		
	0,4	0,04	0,004
1	0,120	0,000	0,000
2	0,113	0,000	0,000
3	0,154	0,000	0,000
Promedios	0,129	0	0
SD	0,022	0,000	0,000

DETERMINACIÓN DE DENSIDAD ÓPTICA A 600 nm

Muestra	H2O salada			Control CASO
	% Heces fecales*			
	0,4	0,04	0,004	
1	-0,050	0,000	0,000	0,590
2	-0,014	0,000	0,000	0,602
3	-0,044	0,000	0,000	
Promedios	-0,036	0	0	0,596
SD	0,019	0,000	0,000	0,008

*: la solución stock de materia fecal fue preparada con 4 g de heces/100 mL de agua y fue autoclavada.

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (BOD5) EN MUESTRAS DE AGUA SERVIDA CON MEZCLA BACTERIANA AGUA DULCE Y SALADA

Se realizaron varios ensayos para determinar la BOD de muestras preparadas con heces fecales en presencia de cloruro de sodio al 2,4% y con agua dulce. Los resultados iniciales no fueron los esperados para los controles que esta técnica indica, por lo que se realizaron varios intentos para implementar el protocolo en el laboratorio. Una de los cambios realizados fue la fuente de agua desionizada que se estaba ocupando, pues las resinas pueden interferir con esta determinación. Se eligió usar un agua comercial (Agua Benedictinos), pero los resultados con los controles no cambiaron. El parámetro más importante para evaluar la implementación de esta técnica fue el control estándar, que corresponde a la adición de glucosa y ácido glutámico, y el control de agua de dilución sin tratamiento. En ambos casos, los resultados no fueron congruentes ni repetitivos, por lo que no se continuó con esta metodología.

RESULTADOS BOD (DO: oxígeno disuelto)

Muestra	SAB25 – JUE30 JULIO	Heces fecales (ml)	DO inicial (mg/L)	DO final (mg/L)	Diferencia	Considerando dilución
Dulce	control	0	4,1*	8,16	-4,06	
	estándar	0	8,97	0,28	8,69	434,5 (6 en 300)
	+ bacterias	0	4,03	3,92	0,11	
		0,09	4,04	8,40	-4,36	
		0,045	3,87	2,83	1,04	
Salada	control	0	8,97	0,28	8,69	
	estándar	0	8,68	3,96	4,72	236
	+ bacterias	0	8,96	0,41	8,55	
		1	8,90	2,56	6,34	1902
		0,5**	8,87	1,92	6,95	4170
		0,18	8,86	2,86	6,0	20000

*: la determinación del oxígeno disuelto no fue correcta. **: concentración de heces fecales adecuado

	VIE7-MIE12 AGOSTO	DO inicial (mg/L)	DO final (mg/L)	Diferencia	Considerando dilución	Resultado esperado según protocolo
Agua	Agua de dilución sola	9,30	7,33	1,97		No más de 0,3
		9,25	7,17	2,08		
		9,15	7,12	2,03		
Control	Estándar interno con agua de dilución	9,19	5,43	3,76	188	198 ± 30,5
		9,20	5,50	3,7	185	
		9,19	5,26	3,93	196,5	

CON AGUA BENEDICTINOS

	EXPERIMENTO MIE12 – LUN17	DO inicial (mg/L)	DO final (mg/L)	Diferencia	Considerando dilución
Dulce	Agua de dilución	8,43	6,97	1,46	
		8,43	7,02	1,41	
Salada	Agua de dilución	8,26	6,88	1,38	
		8,25	6,71	1,5	
Dulce	Estándar (ác.glut. + glu)	8,37	0,16	8,21	
		8,47	0,17	8,3	
Salada	estándar	8,26	0,13	8,13	
		8,22	0,13	8,09	
Dulce	Agua+bacterias	8,46	0,11	8,35	
		8,44	0,12	8,32	
Salada	Agua+bacterias	8,24	6,95	1,29	
		8,23	6,72	1,51	
Dulce	Agua+estándar+bacterias	8,40	0,13	8,27	
		8,40	0,12	8,28	
Salada	Agua+estándar+bacterias	8,26	0,12	8,14	
		8,24	0,11	8,13	

CON AGUA BENEDICTINOS

	EXPERIMENTO MIE19 – LUN24	DO inicial (mg/L)	DO final (mg/L)	Diferencia	Considerando dilución
Dulce	Agua de dilución	9,57	5,03	4,54	
		9,02	3,56	5,46	
Salada	Agua de dilución	7,78	4,55	3,23	
		7,86	4,41	3,45	
Dulce	estándar	9,05	0,18	8,87	
		9,02	0,12	8,9	
Salada	estándar	7,76	1,83	5,93	
		7,76	1,78	5,98	
Dulce	Agua+bacterias	9,06	3,53	5,53	
		8,94	3,34	5,6	
Salada	Agua+bacterias	7,75	4,13	3,62	
		7,75	4,08	3,67	
Dulce	Agua+estándar+bacterias	9,02	0,14	8,88	
		8,87	0,09	8,78	
Salada	Agua+estándar+bacterias	7,75	1,07	6,68	
		7,72	1,10	6,62	

CONCLUSIÓN

En el laboratorio no se pudo implementar el método de determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (BDO5) en el tiempo que se requería este informe. Cada ensayo demora 5 días, por lo que se requiere de mayor tiempo para hacer las pruebas y detectar el error o factor que está alterando la determinación. Se recurrió a Laboratorios ANAM, quienes prestan servicio a Aguas Andinas, donde se obtuvo información acerca del procedimiento, pero faltó tiempo para evaluar en su totalidad el procedimiento.