



Unión Europea

Fondo Europeo de

Desarrollo Regional



# **Impacto Medioambiental de Purines en la Región de Murcia:**

## **Análisis Microbiológico de Muestras Provenientes de Distintas Tecnologías de Depuración.**

**Ingeniería Técnica Industrial.**

**Especialidad en Química Industrial.**

**Francisco José Cifre Crespo.**

**Directores: Alberto García Pinar y Ana M<sup>a</sup> Caballero Lajarín.**

## INDICE

I.	RESUMEN.....	3.
II.	INTRODUCCIÓN .....	6.
	a. Panorama de la producción de cerdo.....	7.
	b. Problemática y tratamientos del purín.....	9.
	c. Otras experiencias con plantas macrofitas y elección de la Phragmites australis.....	12.
	d. Agentes patógenos que han sido analizados.....	14.
III.	OBJETIVOS.....	20.
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	22.
	a. Metodología en campo.....	23.
	b. Metodología en laboratorio.....	28.
V.	RESULTADO MICROBIOLÓGICOS Y DISCUSIÓN.....	30.
	a. Variables que se han tenido en cuenta en este estudio.....	32.
	b. Resultados Humedal 1.....	35.
	c. Resultados Humedal 2.....	40.
	d. Resultados Humedal 3.....	47.
	e. Resultados Humedal 4.....	54.
	f. Resultados Humedal 5.....	57.
	g. Resultados Humedal 6.....	64.
	h. Resultados Finales de la Balsa y conclusiones.....	70.
VI.	REFERENCIAS.....	73.
	ANEXO I: Resultados de los Análisis Microbiológicos.....	81.

## **Apartado I: Resumen.**

## ***I.- RESUMEN.***

La actividad porcina en la Región de Murcia es una de las más importantes a nivel nacional, lo que puede crear un grave problema medioambiental y económico en torno a la gestión y manejo de los efluentes porcinos generados. La aplicación del purín directamente sobre cultivos hortícolas y leñosos es una de las alternativas más sencillas y viable económicamente de las que dispone hoy en día el ganadero. No obstante, esta posibilidad tiene ciertas limitaciones como es el hecho de que el ganadero pueda disponer de suficiente suelo agrario para aplicar el purín en una proporción adecuada para evitar problemas de contaminación medioambiental. Para realizar esta práctica, con las debidas garantías de protección ambiental, es necesario contemplar la legislación europea y nacional que rige al respecto.

En zonas denominadas “vulnerables”, su aplicación queda aún más acotada, exactamente 170 kg N/ha y año según la Directiva 91/676/CE (y su transpuesta, el R.D. 261/1996) relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias, considerando además que no siempre se puede aplicar el purín (días lluviosos, con fuerte viento, etc.). Ante estas limitaciones es conveniente disponer de otras alternativas para gestionar los purines, incluyendo su tratamiento, que permitan minimizar los riesgos medioambientales para el desarrollo y buen funcionamiento de las explotaciones ganaderas.

En este sentido, resulta imprescindible el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan valorizar estos subproductos, dando solución al problema de la gestión de los purines de cerdo. Como alternativa a las técnicas convencionales de depuración se han desarrollado una serie de sistemas “naturales”, que aprovechan y potencian los procesos de purificación físicos, químicos y biológicos que ocurren de forma espontánea en la Naturaleza. Los humedales construidos actúan como un sistema de tratamiento de aguas residuales y consisten en un mono o policultivo de plantas macrófitas dispuestas en lagunas, tanques o bien canales poco profundos.

A través de la Dirección General de Modernización de Explotaciones y Capacitación Agraria, desde enero de 2006, se está experimentando con seis humedales artificiales de flujo horizontal subsuperficial en el Centro Integral de Formación y Experiencias Agrarias de Lorca, CIFEA, con el objetivo de conocer cuales son las condiciones de operación más favorables que permitan una mayor descarga de contaminantes contenidos en el purín de cerdo.

El proyecto está siendo coordinado en el Instituto de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario, IMIDA, y la Universidad Politécnica de Cartagena, UPCT, actuando como responsables por ambas instituciones Juan Bautista Lobera Lössel y el Dr. Ángel Faz Cano, respectivamente. Con la coordinación y asesoramiento por parte del Dr. Alfredo Palop Gómez en los análisis microbiológicos, y el seguimiento y ejecución de los análisis de la investigadora Ana Caballero Lajarín.

De esta forma, este purín de cerdo, una vez sometido a los diferentes tratamientos físicos- químicos y biológicos, puede llegar a adquirir unas características muy similares a las de un agua de riego, pudiendo ser de este modo valorizado.

Los rendimientos de eliminación, de parámetros como salinidad, nitrógeno, fósforo, cobre, cinc, sólidos en suspensión tan preocupantes por su alto contenido en los purines de cerdo, están siendo en torno al 80 %, y 90 %.

En cuanto a la reducción de carga microbiana, también se consigue una reducción muy significativa, alcanzándose unos rendimientos de eliminación de patógenos cercanos al 95%. Lo que hace que el agua una vez depurada sea desde el punto de vista microbiano totalmente apta para el riego, cumpliendo con todas las recomendaciones provenientes de la FAO.

Estos resultados son así muy satisfactorios, aunque es necesaria una continuidad de este estudio durante un mayor periodo de duración, debido a que estos resultados están referidos a una fase inicial. Hay que tener en cuenta que la planta utilizada "*Phragmites australis*" se plantó en noviembre de 2006 y, dado que actualmente se encuentra en un periodo de crecimiento, permite precisar de modo preliminar estos buenos rendimientos de depuración obtenidos. Este sistema de depuración de efluentes porcinos mediante humedales artificiales es un sistema prometedor, en conjunción con otras formas de tratar con los purines, en la gestión integral de estos efluentes en las granjas.

## **Apartado II: Introducción.**

## II.- INTRODUCCIÓN.

### II.a- Panorama de la producción de cerdo.

En España, según los datos del M.A.P.A. del año 2005, por Comunidades Autónomas la principal productora es Cataluña con un 25,37% del total nacional, seguida de Aragón con un 18,12% y de Castilla León con un 14,37 %, mientras Murcia se sitúa en quinto lugar con un 8,26%, por detrás de Andalucía con un 8,92%.

Comunidades Autónomas	Total de animales	Lechones	Cerdos de 20 a 49 kg (p.v)	Total Cerdos en Cebo	Verracos	Total Cerdas Reproductoras
Cataluña	6.314.101	1.812.222	1.321.110	2.610.663	8.760	561.346
Aragón	4.508.756	1.146.468	1.133.857	1.802.449	4.007	421.975
Castilla y León	3.577.256	977.304	705.077	1.439.864	11.342	443.669
Andalucía	2.220.807	550.024	485.502	933.354	11.248	240.679
R. de Murcia	2.055.883	427.849	546.208	862.681	4.669	214.476
Extremadura	1.682.492	551.434	183.561	758.199	17.999	171.299
C. La Mancha	1.557.902	471.932	293.478	581.434	5.027	206.031
C. Valenciana	1.227.404	268.940	308.301	540.131	2.003	108.029
Galicia	847.991	263.231	170.583	311.011	1.605	101.561
Navarra	557.879	205.113	91.904	185.829	860	74.173
La Rioja	105.869	9.908	28.422	59.182	140	8.217
Canarias	62.728	18.980	13.814	19.094	822	10.018
Madrid	45.459	17.428	10.690	9.304	211	7.826
Baleares	41.223	17.388	6.116	4.150	961	12.608
País vasco	31.991	12.791	3.815	8.422	164	6.799
P. de Asturias	29.569	7.042	5.868	10.564	235	5.860
Cantabria	16.712	4.165	5.208	5.119	107	2.113
España	24.884.022	6.762.219	5.313.514	10.141.450	70.160	2.596.679

Tabla II.1- Distribución del censo de ganado porcino en España por tipos y CC.AA. (de mayor a menor) (M.A.P.A., 2006)

Como hemos mencionado anteriormente Murcia, es la quinta productora nacional de porcino, lo que nos da una idea de la importancia de dicho negocio en la región.

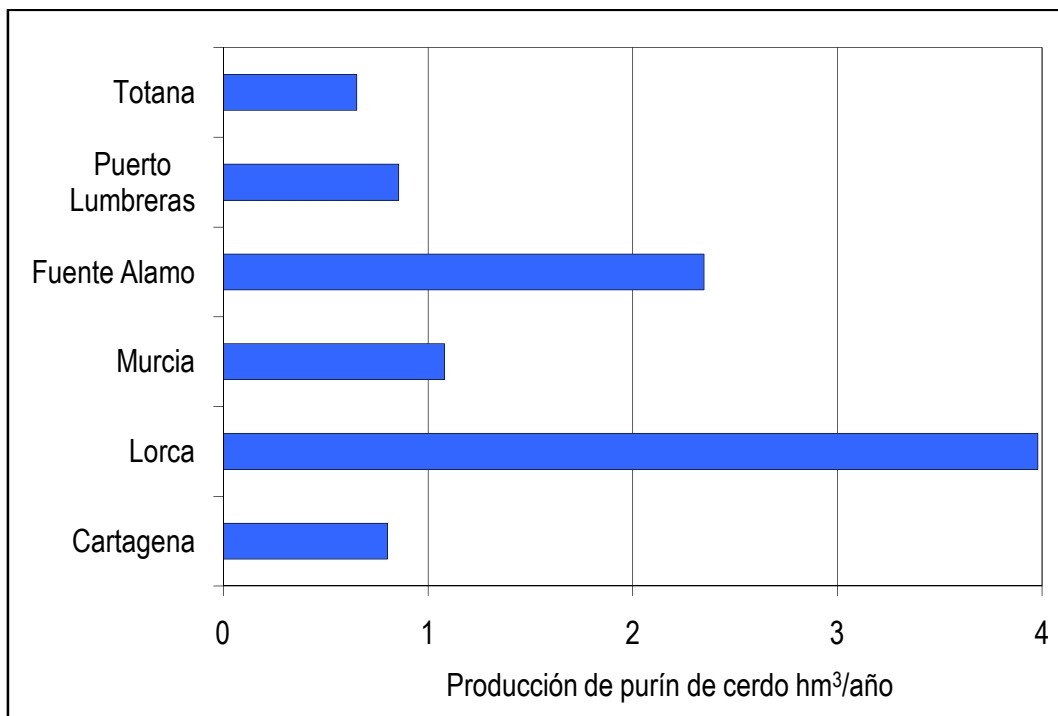


Tabla II.2- Densidad de producción de purín (M.A.P.A., 2006)

La región es la segunda comunidad autónoma con mayor densidad de ganado porcino, se reparte como indica la gráfica a lo largo de la región. Lo que hace que aumente el problema en el cual se enmarca dicho proyecto, la gran cantidad de purín producido. Por tanto, hay que buscar una solución a dicha problemática.



## *II.b- Problemática y tratamientos del purín.*

Entre las opciones, el uso directo del purín para regar campos cercanos, se ha de controlar, ya que el purín contiene concentraciones bastante elevadas de nitrógeno, fósforo, sales minerales, agentes microbianos patógenos, etc. Los nutrientes en forma de nitrocompuestos o derivados del fósforo son positivos para el suelo, pero un exceso de éstos, los convierte en peligrosos para el suelo.

Por otro lado, el purín puede contener agentes patógenos graves, que al ser utilizados para el riego, pueden llegar mediante la cadena alimentaria al ser humano a través de los vegetales.

Por lo tanto, se han desarrollado una serie de tratamientos para intentar dar solución a estos problemas, valorizando este subproducto pudiendo ser usado como agua de riego.

Los tratamientos que parecen ser más efectivos son los basados en los humedales artificiales, la evolución de los humedales ha sido considerable y ya se conoce su uso desde antiguo.

Los Aztecas ya cultivaban plantas en contenedores flotantes, que se alimentaban de los nutrientes del agua del Lago Texcoco en México (Tamayo, 2002), y estos sistemas de depuración con plantas acuáticas imitan este antiguo sistema. Posteriormente, las primeras pruebas de la capacidad de las plantas para depurar aguas se obtuvieron en diversas zonas húmedas o marjales naturales sometidos a vertidos residuales, y se comprobó que el agua, después de su paso por estas zonas, mostraba importantes reducciones en la carga de nutrientes (Martín, 1989).

La construcción de sistemas artificiales, o humedales construidos, con especies emergentes para tratar aguas residuales, tuvo su origen en Alemania en los años 50, y ha sido en este país donde se ha llevado a cabo gran parte del desarrollo de estos procesos de depuración; no obstante, los países donde se está trabajando más en este campo en la última década son Gran Bretaña, EE.UU. y Australia (Pérez-Olmedilla y Rojo, 2000). De hecho, la utilización de estos humedales construidos, como depuradores naturales, está ampliamente extendida por todo el territorio de Gran Bretaña (Griffin y Upton, 1999). Cabe destacar que en países con menos recursos económicos, como la India o la República Checa (Vymazal, 1996), parece existir últimamente una cierta proliferación de este tipo de tratamiento de aguas residuales debido a su eficacia y a un coste muy por debajo de los sistemas de tratamiento de aguas residuales convencionales. En Europa se cifran en unos 500 los sistemas de depuración existentes basados en macrófitos emergentes, que están en funcionamiento en la actualidad; y se encuentran principalmente en Dinamarca, Gran Bretaña y Austria. Sólo Dinamarca tiene más de 109 sistemas construidos con una superficie que varía entre 0,01 y las 13 ha, con unos caudales que van desde 2,6 a 2.600 m<sup>3</sup>/día. Estos sistemas son pequeños, y son utilizados principalmente para tratar aguas residuales de pequeños municipios, agroindustrias y casas particulares. En cuanto a los continentes donde predominan los

centros de investigación que han publicado recientemente más artículos referidos a estos humedales construidos, claramente destaca Europa, posiblemente por ser donde confluyen una mayoría de países ricos, con alta densidad de población y elevado consumo de agua frente a los recursos (Pérez-Olmedilla y Rojo, 2000). Incluso en la Región de Murcia, concretamente en la comarca de Lorca, ya se han realizado los informes previos para la instalación de dichos sistemas para la depuración de aguas residuales urbanas de pequeños núcleos de población en su zona de montaña. Además la UE tiene publicada una “*Guía 2001 de procesos extensivos de depuración de aguas residuales*” adaptada a pequeñas y medianas colectividades, como consecuencia de la aplicación de la Directiva del Consejo 91/271 de 21 de mayo de 1991 sobre tratamiento de las aguas urbanas residuales (Oficina Internacional del Agua, 2001).

Existe un sistema diseñado por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) que se denomina Sistema de Filtro de Macrófitas en Flotación (FMF), y que ha sido patentado por el Grupo de Agroenergética del Departamento de Producción Vegetal de la UPM en el ámbito nacional con el título “Procedimiento de depuración de aguas residuales y vertidos contaminantes en base a cultivos de macrófitos emergentes convertidos en flotantes” (nº de patente P9700706). Este trabajo se enmarca en el proyecto “Filtros de Macrófitas en Flotación para la Región Mediterránea” financiado por la Comisión Europea a través del Programa LIFE-Medio Ambiente. Igualmente, está patentado en Estados Unidos y está en trámite la solicitud de patente en diversos países europeos. En la actualidad la patente está en fase de comercialización, existiendo una cesión de utilización a favor de AENA para todos los aeropuertos nacionales. El sistema puede servir para efectuar un tratamiento terciario en los efluentes secundarios de sistemas de depuración convencionales, con eliminación de elementos minerales eutrofizantes; también puede emplearse para efectuar un tratamiento secundario, descomponiendo la materia orgánica disuelta, por medio de los microorganismos adheridos al sistema radicular de las plantas utilizadas. Igualmente, puede favorecer la reducción de los sólidos en suspensión al quedar adheridos al sistema radicular, favoreciéndose así el ataque de la materia orgánica depositada por parte de los microorganismos fijos a las raíces de las plantas. Además del efecto depurador, el sistema posibilita la producción de biomasa, la que podría ser empleada en alimentación animal (si no contuviera metales pesados o productos tóxicos), para la fabricación de compost o para fines industriales (artesanía, materiales de construcción aislantes, etc).

Otro de los autores nacionales que ha desarrollado un gran número de experimentos sobre los sistemas de filtros verdes para aguas residuales (Martín, 1989), ha establecido que los principales contaminantes eliminados por los mecanismos de depuración en un sistema con plantas acuáticas emergentes, son:

- Sólidos en suspensión
- Materia orgánica
- Nitrógeno
- Fósforo
- Microorganismos patógenos.
- Metales pesados

En julio de 2005 en el “Encuentro Internacional en Fitodepuración” celebrado en Lorca (Murcia), se puso de manifiesto la importancia de estos humedales en la depuración de efluentes residuales. De hecho, del total de trabajos presentados, quizás resaltan los hallazgos relativos a la depuración microbiológica (Molleda *et al.*, 2005; Morató *et al.*, 2005), depuración de fósforo (Arias *et al.*, 2005), de materia orgánica (Puigagut *et al.*, 2005; Álvarez *et al.*, 2005; Caselles-Osorio y García, 2005), de metales pesados (Mandi *et al.*, 2005) y de sales (Anac *et al.*, 2005). Así mismo, se reafirmaron aspectos positivos en depuración de aguas residuales en poblaciones (Cortijo *et al.*, 2005; Brasó y Más, 2005) y depuración de aguas industriales (Vossoughi *et al.*, 2005), mediante la utilización de diferentes especies vegetales en los sistemas de depuración (Maddison y Mander, 2005; Lucía *et al.*, 2005).

Siguiendo con los trabajos expuestos en este Encuentro, es necesario señalar que también fueron presentadas algunas experiencias de especial relevancia relacionadas con los sistemas de filtros verdes en la depuración de las aguas subterráneas contaminadas (Bustamante *et al.*, 2005), humedales artificiales en algunas plantas experimentales (Salas *et al.*, 2005) o tratamientos anaeróbicos en laboratorio de efluentes sulfatados (Gonzalías, 2005).

Por otro lado, se deben mencionar los encuentros científicos financiados dentro del *European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research: COST 837* y *COST 859*. En este marco se organizaron reuniones del tipo “*Plant biotechnology for the removal of organic pollutants and toxic metals from wastewaters and contaminated sites*” y “*Phytotechnologies to promote sustainable land use and improve food safety*”, respectivamente”, donde se presentaron más de 50 trabajos relativos al empleo de humedales y fitorremediación.

Finalmente, dentro de los grupos internacionales, destacan los trabajos realizados por el grupo de Biotecnología Medioambiental, del Instituto de Tecnología Federal de Suiza en Laussane, sobre fitorremediación y filtros verdes. Resultan igualmente relevantes los trabajos Schwitzguébel *et al.* (2001; 2002 a; 2002 b; 2004; 2005) sobre tecnologías en fitorremediación para el control y transformación de contaminantes y sobre límites en la carga microbiana y metales acumulados a través del metabolismo de las especies vegetales empleadas en fitorremediación. También destacan los trabajos desarrollados por el equipo de investigación del Departamento de Ingeniería Sanitaria y Control de la Contaminación de Agua (IWGA-SIG) de la Universidad de Ciencias Agrícolas de Viena (BOKU), con experiencias similares que se resumen en “*Evaluation of substrate clogging processes in vertical flow constructed wetlands*” (Günter *et al.*, 2005), corroborando que la carga de amonio de las aguas tratadas se redujo considerablemente, según los diferentes métodos empleados.

## II.c.-Otras experiencias con plantas macrofitas y elección de la *Phragmites australis*.

Se suelen emplear macrofitas o palustres de los géneros *Typha*, Esparganio, Junco, Juncia, Lirio de agua. Estas especies son ideales para realizar un sistema FMF (filtros de macrofitas en flotación). El sistema FMF (Filtro de Macrofitas en Flotación) es un sistema que permite la depuración de aguas residuales de un modo natural y con un gasto de energía nulo. Aquí podemos ver su estructura general:

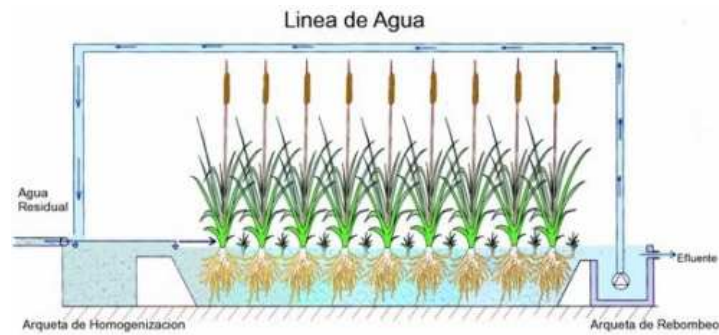


Figura II.1.- Esquema general de una instalación FMF.

Por las condiciones que tenemos en Murcia (poca agua y cambios entre temperaturas muy altas y bajas) la planta que mejor se adapta es la *Phragmites australis* (cañizo, carrizo común). A continuación se puede observar fotos de estudios realizados en sistemas FMF, éstos se caracterizan por tratar aguas de origen urbano.



Foto II.1.-Depuradora Aeropuerto Alicante.



Foto II.2.- Depuradora Aeropuerto Vitoria.



Foto II.3.- Planta experimental de Carrión de los Cespedes (Sevilla).



Foto II.4.- Depuradora Barbadillo (Ávila).

En cuanto a la reducción microbiológica podemos ver los siguientes ejemplos:

<b>Aeropuerto de Reus.</b>			
<b>Parámetros biológicos.</b>	<i>ENTRADA</i>	<i>SALIDA</i>	<i>RENDIMIENTO(%)</i>
<b>Microorganismos totales / ml</b>	283 x 10 <sup>-3</sup>	19 x 10 <sup>-3</sup>	93
<b>Coliformes totales/ml</b>	269 x 10 <sup>-3</sup>	17 x 10 <sup>-3</sup>	94
<b>Coliformes fecales/ml</b>	55 x 10 <sup>-3</sup>	1 x 10 <sup>-3</sup>	98

Tabla II.3.- Resultado microbiológicos en el aeropuerto de Reus.

<b>Aeropuerto de Barajas.</b>			
<b>Parámetros biológicos.</b>	<i>ENTRADA</i>	<i>SALIDA</i>	<i>RENDIMIENTO(%)</i>
<b>Microorganismos totales / ml</b>	30 x 10 <sup>-3</sup>	0.62 x 10 <sup>-3</sup>	97.9
<b>Coliformes totales/ml</b>	18.1 x 10 <sup>-3</sup>	0.30 x 10 <sup>-3</sup>	98.3
<b>Coliformes fecales/ml</b>	11.1 x 10 <sup>-3</sup>	0.20 x 10 <sup>-3</sup>	98.2

Tabla II.4.- Resultado microbiológicos en el aeropuerto de Barajas.

## II.c- Agentes patógenos que han sido analizados.

Dichos patógenos fueron seleccionados apoyándonos en la directiva 98/83/CE del consejo, de 3 de noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. La legislación referente a aguas de uso agrario, no está muy clara, ya que no existe legislación, sino más bien recomendaciones.

La directiva anterior enuncia los siguiente niveles permitidos en cuanto a agentes microbiológicos:

### Parámetros microbiológicos

Parámetro	Valor paramétrico (número/100 ml)
<i>Escherichia coli</i> (E. coli)	0
Enterococos	0

A las aguas comercializadas en botellas u otros recipientes se aplicarán los valores siguientes:

Parámetro	Valor paramétrico
<i>Escherichia coli</i> (E. coli)	0/250 ml
Enterococos	0/250 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0/250 ml
Recuento de colonias a 22 °C	100/ml
Recuento de colonias a 37 °C	20/ml

Tabla II.5- Parámetros biológicos de la directiva 98/83/CE del consejo, de 3 de noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.

Por lo que para este estudio se ha decidido realizar análisis en muestras de purín de cerdo de: aerobios mesófilos; coliformes totales y fecales; estreptococos fecales; salmonella; shigella y E. coli.

Las *Enterobacteriaceae* lactosa-positivas o grupo *coli-aerogens* constituyen un grupo de bacterias que se definen más por las pruebas usadas para su aislamiento que por criterios taxonómicos. Pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae* y se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, más o menos rápidamente, en un periodo de 48 horas y con temperatura de incubación comprendida entre 30-37°C.

Son bacilos gramnegativos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados. Del grupo “**coliformes**” forman parte varios géneros:

- *Escherichia*.
- *Enterobacter*.
- *Klebsiella*.
- *Citrobacter*.

Se encuentran en el intestino del hombre y de los animales, pero también en otros ambientes: suelo, plantas, cáscara de huevo, etc.

Aunque su especificidad como indicadores no es buena, se suelen usar como índice de contaminación fecal por:

- Su frecuencia en heces.
- Su fácil detección en el laboratorio.
- Sus características semejantes en algún aspecto, a las de algunos miembros patógenos de la familia *Enterobacteriaceae*.

Dentro de este grupo, son los *coliformes fecales* los que tienen significado sanitario, y por consiguiente, los que más interesan en nuestro estudio.

Se considera a los *coliformes fecales* como presuntos *Escherichia coli*. Sus principales características son:

- Aptitud para desarrollarse entre 43,5-45,5°C.
- Capacidad para crecer en sales biliares.
- Facultad para producir indol en agua de peptona.



Foto II.5.- Coliformes fecales en placa Petri.

***Escherichia coli (E. coli)*** es quizás el organismo procarionte más estudiado por el hombre, se trata de una bacteria que se encuentra generalmente en los intestinos animales —incluido el humano— y por ende en las aguas negras. Fue descrita por primera vez en 1885 por Theodore von Escherich, bacteriólogo alemán, quién la denominó *Bacterium coli*. Posteriormente la taxonomía le adjudicó el nombre de *Escherichia coli*, en honor a su descubridor. Ésta y otras bacterias son necesarias para el funcionamiento correcto del proceso digestivo. Además produce vitaminas B y K. Es un bacilo que reacciona negativamente a la tinción de Gram, es anaerobio facultativo,

móvil por flagelos peritricos (que rodean su cuerpo), no forma esporas, es capaz de fermentar la glucosa y la lactosa.



Foto II.6.- Escherichia Coli.

Dentro del grupo de cocos grampositivos, según clasificación de Bergey 9ª edición, (1984), se encuentra el género *Streptococcus*. Los miembros de este género se caracterizan por su forma cocoide y por su agrupación en parejas o en cadenas. Son generalmente, inmóviles, no esporulados, grampositivos y catalasanegativos, microaerófilos o anaerobios facultativos.

De acuerdo con el esquema de Lancefield, se agrupan antigénicamente mediante las letras A, B, C, D, etc. Al grupo D de Lancefield pertenecen los *estreptococos fecales*, por ser su hábitat normal el tubo digestivo de animales de sangre caliente. Entre sus características peculiares, está el poder crecer a temperatura de 45°C y en medios con 4 por 100 de bilis.

Dentro de los *estreptococos fecales*, están los *enterococos* (*Streptococcus faecalis* y sus variedades *Str. Faecium* y *Str. Durans*) que viven generalmente en el intestino humano. Otros *estreptococos fecales* viven en los animales (*Str. Equi* y *Str. Bovis*).

Los estreptococos son considerados indicadores de contaminación fecal.

Son muy resistentes a las condiciones adversas (congelación, desecación, tratamiento térmico, etc), por esto se utilizan como índice de contaminación fecal del agua habitualmente.

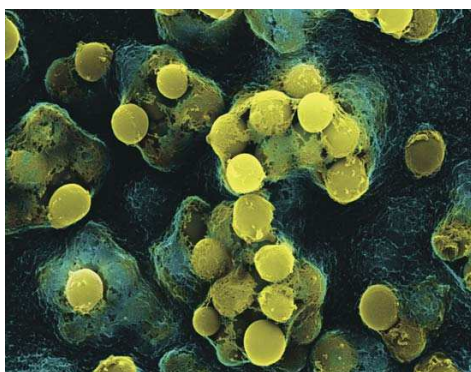


Foto II.7.- Estreptococos Fecales.



*Salmonella* es un género de bacterias que pertenece a la familia Enterobacteriaceae, formado por bacilos gramnegativos, anaerobios facultativos, con flagelos peritricos y que no desarrollan cápsula ni esporas. Son bacterias móviles que producen sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S). Fermentan glucosa por poseer una enzima especializada, pero no lactosa, y no producen ureasa.

Es un agente zoonótico de distribución universal. Se transmite por contacto directo o contaminación cruzada durante la manipulación, en el procesado de alimentos o en el hogar, también por vía sexual.

Algunas salmonellas son comunes en la piel de tortugas y de muchos reptiles, lo cual puede ser importante cuando se manipulan a la vez este tipo de mascotas y alimentos.

El género *Salmonella* es de taxonomía difícil modificada en estos últimos años por el aporte de estudios moleculares de homología de ADN que han clarificado el panorama taxonómico de las enterobacterias.

Para la bacteriología clínica, *Salmonella* es un bacilo patógeno primario (como *Shigella*, *Yersinia* y ciertas cepas de *E. coli*), anaerobio facultativo, algunos móviles y no fermentan la lactosa. *S. typhi* es la única serovariedad que no produce gas en la fermentación de los azúcares.

Clásicamente se distinguían tres únicas especies patógenas primarias: *S. typhi*, *S. cholerae-suis* y *S. enteritidis*. A su vez, según la serotipificación de Kauffman y White, eran clasificadas en más de 2000 serotipos en base a los antígenos flagelares H (proteicos) y antígenos somáticos O (fracción polisacárida del lipopolisacárido bacilar). *S. typhi* posee además un antígeno de virulencia (Vi).

El tratamiento taxonómico actual de *Salmonella* ha simplificado el espectro, reagrupando todas las cepas (patógenas o no) en dos únicas especies: *S. enterica* y *S. bongori*. Ésta última (previamente subespecie V) no es patógena para el ser humano.

La especie *S. enterica* tiene seis subespecies (a veces presentadas como subgrupos bajo numeración romana):

- I *enterica*
- II *salamae*
- IIIa *arizonae*
- IIIb *diarizonae*
- IV *houtenae*
- V *S. bongori*, ya incluida en una especie distinta
- VI *indica*

Cada subespecie a su vez, está conformada por diversos serotipos, habiéndose identificado hasta la fecha más de 2500. Una de ellas es *S. enterica* subsp. *enterica* (o subgrupo I), se divide en cinco serogrupos: A, B, C, D y E. Cada serogrupo comprende múltiples componentes, son las serovariedades (serotipos).

Esta clasificación implica una terminología de uso poco práctico en la clínica bacteriológica, por lo tanto, en términos médicos, la nomenclatura es diferente y simplificada, pues se consideran los nombres de los serotipos (serovariedades) de *Salmonella* como si fuesen nombres de especies. Por ejemplo, "*Salmonella enterica* subgrupo *entérica* serotipo *Typhimurium*", se refiere como "*Salmonella typhimurium*". Estas denominaciones, aunque menos correctas desde el punto de vista taxonómico estricto, son de aceptación mundial.

Con importancia clínico epidemiológica, las más de 2000 serovariedades de *Salmonella* pueden agruparse en tres divisiones ecológicas (spp. son subespecies):

1. *Salmonella spp.* adaptadas a vivir en el ser humano, entre ellas, *S. typhi*, *S. paratyphi A, B y C*;
2. *Salmonella spp.* adaptadas a hospederos no humanos, que circunstancialmente pueden producir infección en el hombre, entre ellas, *S. dublin* y *S. cholerae-suis*;
3. *Salmonella spp.* sin adaptación específica de hospedero, que incluye a unas 1800 serovariedades de amplia distribución en la naturaleza, las cuales causan la mayoría de las salmonelosis en el mundo.

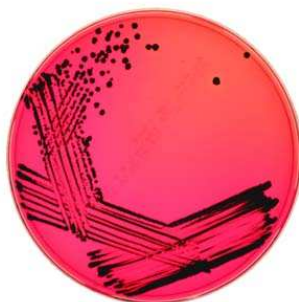


Foto II.8.- Salmonella en placa Petri en Agar XLD.

***Shigella*** es un género de bacterias con forma de bastoncillo Gram negativas, no móviles, no formadoras de esporas e incapaces de fermentar la lactosa, que puede ocasionar diarrea en los seres humanos. Fueron descubiertas hace 100 años por el científico japonés Kiyoshi Shiga, de quien tomó su nombre.

Hay varias especies diferentes de bacterias *Shigella*, clasificados en cuatro subgrupos:

- Serogrupo A: *S. dysenteriae* (12 serotipos), es un tipo que se encuentra en los países del mundo en desarrollo donde ocasiona epidemias mortíferas.
- Serogrupo B: *S. flexneri* (6 serotipos), causante de cerca de una tercera parte de los casos de shigelosis en los Estados Unidos.
- Serogrupo C: *S. boydii* (23 serotipos).
- Serogrupo D: *S. sonnei* (1 serotipo), conocida también como *Shigella del grupo D*, que ocasiona más de dos terceras partes de todos los casos de shigelosis en los Estados Unidos.

Los grupos A–C son fisiológicamente similares, *S. sonnei* (grupo D) puede ser distinguida del resto en base de pruebas de metabolismo bioquímico.

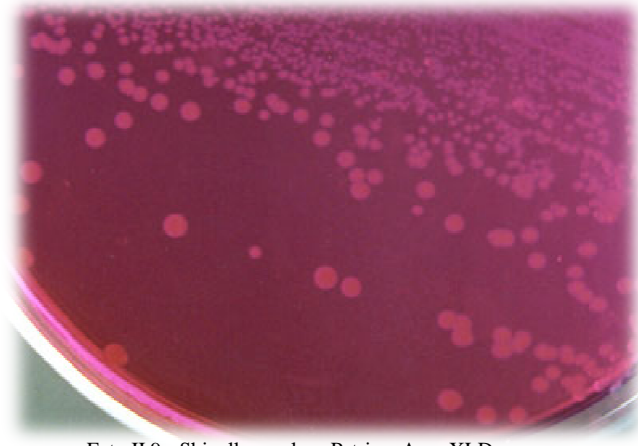


Foto II.9.- Shigella en placa Petri en Agar XLD.

## **Apartados III : Objetivos.**

### ***III.- OBJETIVOS.***

El objetivo global del proyecto consiste en eliminar la mayor parte de la carga contaminante de origen microbiológico presente en el purín de cerdo.

Para ello, se han determinado los parámetros microbiológicos de cada una de las muestras tratadas mediante este sistema de humedales artificiales de flujo horizontal subsuperficial.

En este estudio se presentan los resultados obtenidos del análisis microbiológico de las muestras de entrada (purín bruto) y salida (efluente depurado) de los distintos humedales.

De esta manera, se pretende determinar cuáles son las condiciones de trabajo óptimas para reducir la carga microbiana, principalmente agentes patógenos.

## **Apartado IV: Materiales y Métodos**

#### **IV.- MATERIALES Y MÉTODOS.**

##### *IV.a- Metodología en campo.*

El presente proyecto ha sido desarrollado en las instalaciones de Centro Integral de Formación y Experiencias Agrarias, CIFEA, en Lorca. En dicha instalación se encuentra una pequeña explotación porcina que suministra la mayor cantidad de los purines utilizados en dicho tratamiento.

La metodología seguida se puede dividir en las siguientes etapas:

- El purín es recogido en la explotación y almacenado en una fosa séptica.
- Mediante una bomba se extrae el purín bruto y se hace pasar por un separador de sólidos. La parte sólida una vez separada se deja secar al sol para su posterior uso como abono. La fase líquida pasa a un depósito de unos 10 m<sup>3</sup>. Dicho depósito dispone de unos discos de aireación que fomenta la floculación de las partículas que han quedado en suspensión.
- Pasados 3 días, se trasiega el contenido de ese depósito a otro colindante. En dicho depósito se produce la sedimentación de las partículas sólidas que aún quedan en el purín. Todas las partículas sólidas sedimentadas de este depósito son retiradas y se acumulan junto a la fase sólida inicial, por retorno o mediante una bomba y posterior limpieza del depósito, siendo utilizadas posteriormente como abono.
- Una vez pasados otros 4 días, se pone en marcha una bomba y la fase líquida del purín del 2º depósito se emplea para el llenado de los humedales artificiales anexos a los depósitos. Como vemos en la Fig. IV.2, tenemos 6 humedales que podemos clasificarlos en dos grupos, los de la derecha contienen una capa de grava de 0,8 m, de un diámetro de unos 40 mm; encima de ésta se encuentra una capa de 0,25 m de arena. Por último en la superficie tenemos las plantas: *Phragmites australis* distribuidas homogéneamente en la superficie. La disposición de la izquierda es similar a diferencia de que posee dos tipos de gravas de distintos tamaños, una primera capa de 40 mm de diámetro y una segunda de 6 mm.
- El efluente líquido del purín usado para el llenado de los 6 humedales artificiales, permanece en ellos durante un tiempo (tiempo de retención hidráulico). De esta forma, se inicia el tratamiento terciario, actuando el efecto

depurador de las gravas y las platas, conocidas como filtros verdes. Un vez pasado un tiempo de permanencia, se abren las llaves del extremo de salida de cada humedal, y por gravedad el efluente depurado va saliendo a una pequeña arqueta o depósito auxiliar. La salida de éste se ve favorecida por la pendiente, de un 2%, que existe a lo largo del humedal. Finalmente, se acciona una bomba colocada en estas arquetas y el efluente depurado se impulsa hacia una balsa central donde se mezclan todos los efluentes de salida depurados por los 6 humedales artificiales, siendo este efluente el que se usará como agua de riego.

A continuación podemos ver el esquema general de la instalación, así como la estructura de los humedales y algunas fotos de la instalación.

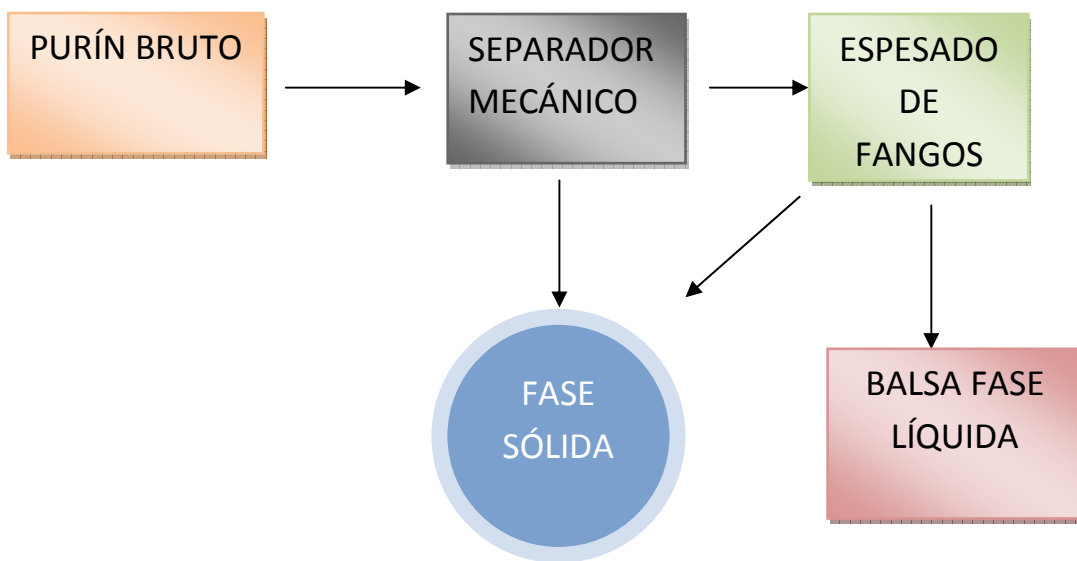


Fig IV.1.- Esquema de un sistema de separación de fases.



Foto IV.1.- Instalaciones del CIFEA.



Foto IV.2.- Fosa séptica. Muestras tipo A.





Foto IV.3.- Separación de sólidos.



Foto IV.4.- Depósito de decantación de purín.



Foto IV.5.- Humedal de flujo horizontal subsuperficial. Concretamente el 6.



Foto IV.6.- *Phragmites australis*.



Foto IV.7.- Balsa de efluente depurado tras su paso por los humedales artificiales. Con un crecimiento de algas, las cuales permiten una mayor depuración.

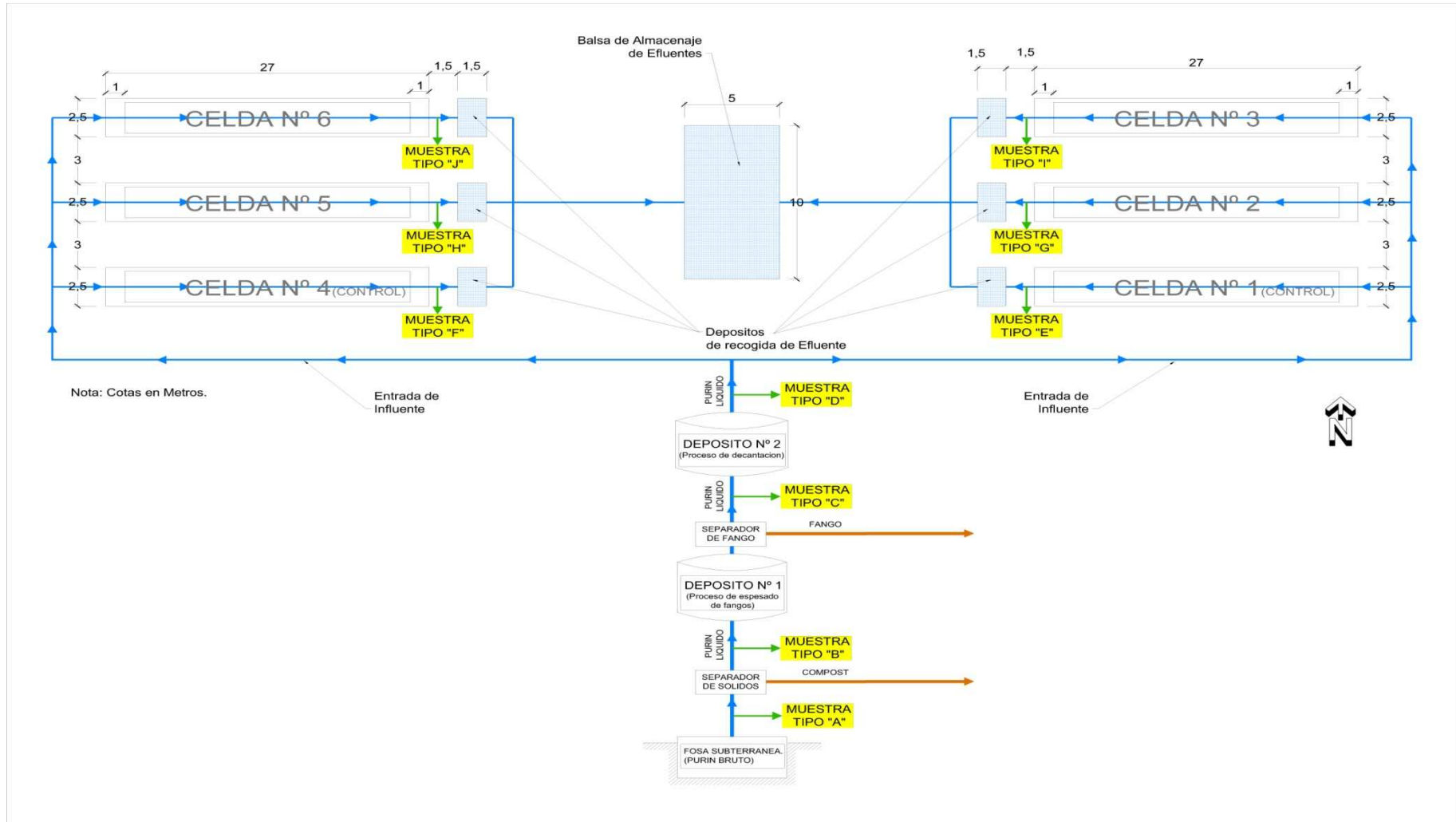
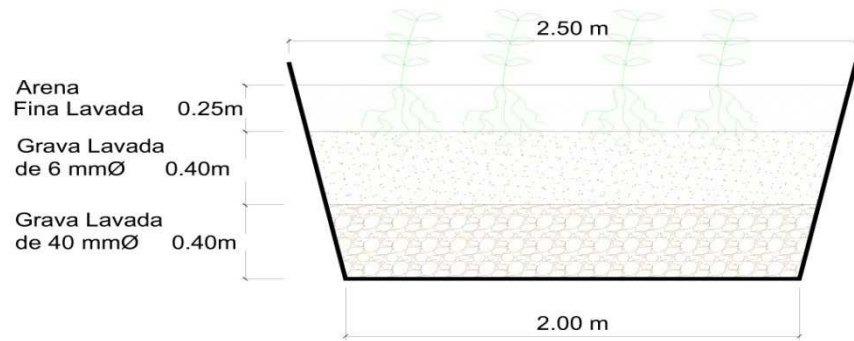


Figura IV.2- Diseño de los humedales artificiales de flujo horizontal sub-superficial

Esquema en sección de los humedales artificiales 4, 5 y 6



Esquema en sección de los humedales artificiales 1, 2 y 3

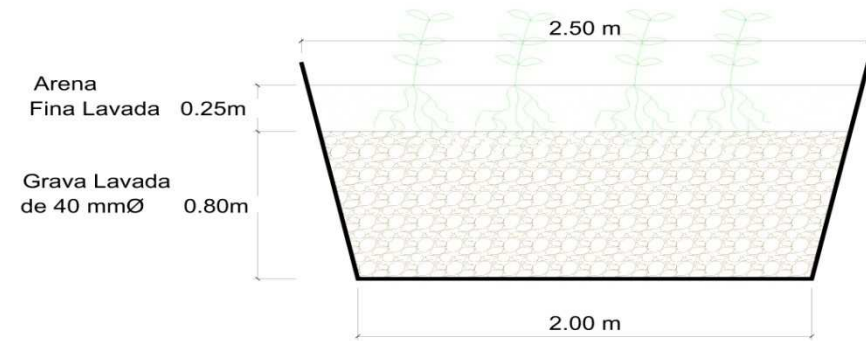


Figura IV.3 Sección de los humedales artificiales

#### IV.b- Metodología en laboratorio.

##### *Análisis microbiológicos*, según APHA, 1992.

- Recuento total de microorganismos aerobios mesófilos: en agar TSA, con incubación a  $31 \pm 1$  °C/ 72 horas.
- Coliformes totales: en caldo lactosado biliado con verde brillante al 2% (BGBL), por la técnica del NMP, con incubación a 30°C / 24-48 horas.
- Coliformes fecales: por siembra de los tubos positivos de los coliformes totales en BGBL, por la técnica del NMP, con incubación a 44,5 °C / 24-48 horas.
- *Streptococos* fecales (del grupo D de Lancefield): mediante siembra en caldo de kanamicina-aesculina-azida (KAA) y confirmación con siembra en placa.
- *Salmonella* y *Shigella*. Esta prueba consiste en determinar presencia/ausencia en 25 g o mL de muestra mediante enriquecimiento selectivo en Caldo Selenito Cistina, aislamiento en medio sólido selectivo y confirmación con pruebas bioquímicas (Galería API 20E).
- *Escherichia coli*: por confirmación de los coliformes fecales positivos mediante pruebas bioquímicas.

Para ello se dispone de los laboratorios del Área de Edafología y Química Agrícola del Departamento de Ciencia y Tecnología Agraria y del Área de Tecnología de Alimentos del Departamento de Ingeniería de Alimentos y del Equipamiento Agrícola de la Universidad Politécnica de Cartagena.

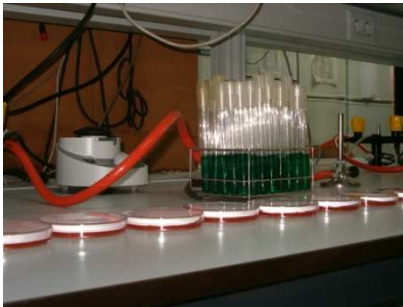


Foto IV.8.-Placa Petri



Foto IV.9- Autoclave



Foto IV.10.- Laboratorio.

La sistemática de trabajo es la siguiente:

Caracterizar el efluente determinando sus parámetros físicos, químicos (pH, Conductividad eléctrica, sólidos en suspensión, demanda química de oxígeno, nitrógeno total, cobre, cinc y fósforo total) y microbiológicos. Cada semana, se han ido recogiendo 3 muestras por cada tratamiento, y cada muestra queda identificada por un número inicial que representa la semana de procesado, una letra que representa el lugar de dónde se ha recogido y finalmente un número (1-3) que representa las réplicas.

Ejemplo: la muestra **1A1** es la correspondiente a la primera semana de procesado, purín bruto de la fosa subterránea y la réplica 1.

**A:** Purín bruto de la fosa subterránea

**B:** Purín líquido después de ser tratado mediante un separador sólido

**C:** Purín líquido después de ser tratado mediante un espesador de fangos

**D:** Purín líquido después del proceso de decantación. Este tipo de muestra es la que se ha usado para el riego de los diferentes humedales artificiales.

Aquí finaliza el tratamiento primario- secundario, pasando al tratamiento terciario.

El efluente ya depurado a la salida de cada humedal se identifica con las letras **E, F, G, H, I o J**, dependiendo de que humedal estemos tratando, correspondiendo según el orden anterior, a los humedales artificiales identificados como **1, 4, 2, 5, 3 o 6** respectivamente.

Finalmente, los efluentes depurados de todos los humedales artificiales se mezclan en la balsa central, la muestra de este punto se identifica con la letra **S**.

Nota. Las muestras del tipo B, C, D, no han sido analizadas microbiológicamente.

### Toma de muestras

En lo referente a la parte analítica del ensayo, en este estudio, se han caracterizado las propiedades microbiológicas del purín bruto (muestras tipo A), del efluente a la salida de cada humedal artificial (muestras tipo **E, G, H, I o J**) y el de la balsa (muestras tipo **S**). La analítica consistió en tomar muestras del influente y del efluente en grupos de 3 réplicas con una periodicidad semanal. Todas las muestras se conservaron en recipientes adecuados y estériles a 4 °C. Para la determinación de los parámetros microbiológicos, se procedió a su análisis dentro de las 24-48 horas siguientes de su toma.

## **Apartado V: Resultados Microbiológicos y Discusión.**

## V.-RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS Y DISCUSIÓN.

A continuación se presentan algunas de las características físico-químicas del purín de cerdo que han sido utilizado en este estudio. Este está enmarcado en la ejecución de un proyecto denominado “Depuración de efluentes porcinos con macrófitos” dirigido por el Dr. Ángel Faz Cano y con el apoyo microbiológico del Dr. Alfredo Palop Gómez, desde la UPCT y coordinado por Juan Bautista Lobera desde el IMIDA.

	pH	CE (dS/m)	SS (mg/L)	DQO (mg/L)	NT (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	PT (mg/L)
<b>Purín a la entrada del humedal artificial</b>	7,5- 8,5	20- 30	20.000- 35.000	15.000- 30.000	1.500- 3.000	6- 7	20-30	300-500
<b>Purín a la salida del humedal artificial</b>	6- 7	5- 7	300- 800	1.500- 3.000	500-700	1- 2	2- 6	5-30
<b>Rendimiento de eliminación (%)</b>		83-77	99-98	95-90	83-77	86-71	93-80	99-94

CE:conductividad eléctrica, SS: sólidos en suspensión, DQO: demanda química de oxígeno; NT: nitrógeno total, Cu: cobre, Zn: cinc, PT: fósforo total

Tabla V.1.- Resultados obtenidos por la investigadora Ana Caballero Lajarín.Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria. Grupo de Investigación: Gestión, Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas.

V.a.- Variables que se han tenido en cuenta en este estudio.

Con el fin de realizar comparativas entre los resultados obtenidos en los distintos parámetros analizados, y conocer cuales son las variables que más interesan para que el proceso de depuración sea lo más óptimo posible, se han tenido en cuenta diferentes variables, clasificadas como:

**Variables de construcción:** son las propias de la construcción del sistema de humedales artificiales.

Unos disponen de una capa de grava gruesa y otros de dos capas de grava una gruesa y otra mediana y en todos ellos existe una capa de arena.

Los humedales artificiales identificados como 1, 2 y 3 se construyeron con una capa de grava gruesa y una capa de arena. Y los humedales 4, 5 y 6 una capa de grava gruesa, otra de grava mediana, y una capa de arena. Todo ello con el fin de conocer si existen diferencias entre el empleo de un tipo de humedal u otro en cuanto a efecto depurador.

Por otro lado, en todos ellos se hizo plantación de *Phragmites australis*, excepto en los humedales 1 y 4. Ambos se dejaron en ausencia de planta para que pudieran actuar como blanco, y de esta forma determinar que efecto depurador tienen los humedales sin planta y los humedales con planta.

**Variables operacionales** según la sistemática de trabajo seguida, se realizan llenados de los distintos humedales artificiales con la fase líquida del purín de cerdo, previamente tratado, dejándolo durante un tiempo, denominado como tiempo de retención hidráulico (TRH), expresado en días, y tras este tiempo se vacía.

Con el fin de simplificar las comparativas de los diferentes resultados obtenidos, se ha realizado una clasificación de los tiempos de retención hidráulica según unos intervalos expresados en días, siendo:

- **Tiempos cortos (C)** cuando el  $TRH \leq 15$  días.
- **Tiempos medios (M)** cuando el  $15 < TRH < 60$  días.
- **Tiempos largos (L)** cuando  $TRH \geq 60$  días.



**Variables climatológicas y efecto de las plantas:** En este estudio se han tenido en cuenta los efectos de evaporación por acción del sol, evapotranspiración por acción del sol y planta y los efectos de las lluvias. Tanto la evaporación como la evapotranspiración dan lugar a que las concentraciones de los distintos compuestos se concentren, mientras que en el caso de la lluvia da lugar a que se produzca una dilución. Son dos efectos que se compensan en algunas ocasiones pero en otras no.

Con el fin de cuantificar estos efectos sobre las concentraciones de los distintos parámetros analizados, se han medido los volúmenes necesarios para cada llenado de cada humedal, así como el volumen de vaciado. (Estos valores se encuentran anexados en tablas). De esta forma se han calculado dos factores:

- **Factor de dilución:** obtenido de dividir el volumen total de llenado (incluido el de lluvia) y el volumen de la fase líquida del purín de cerdo, previamente tratado.
- **Factor de concentración:** obtenido de dividir el volumen de total de llenado (incluido el agua de lluvia) y el volumen de vaciado.
- **Relación de factores: (R)** obtenida de dividir el factor de concentración y el factor de dilución. Nos da una idea de qué condiciones climatológicas han predominado más durante un periodo de tiempo de retención hidráulico. Es decir; si el valor obtenido es igual a 1, quiere decir que el efecto de dilución debido a las lluvias se ve compensado por el efecto de concentración debido a la evaporación por el sol y evapotranspiración por las raíces de las plantas. Si el valor obtenido supera al valor de 1, quiere decir que se ha producido mucha evapotranspiración y evaporación. O por el contrario, si es menor a 1 significa que el efecto de dilución es mayor que el de concentración, debido a las lluvias de ese periodo.

A partir de esto se han establecido unos criterios según unos rangos de valores obtenidos:

- **Grupo I:**  $R \leq 0,5$  Periodo con predominio de lluvias frente a la evapotranspiración.
- **Grupo II:**  $0,5 < R < 1,5$  Periodo moderado de lluvias y evapotranspiración.
- **Grupo III:**  $R \geq 1,5$  Periodo con predominio de la evapotranspiración frente a las lluvias.

Una vez expuesto la forma en la que se van a realizar las comparativas se establecen las combinaciones posibles de estudio, haciendo un total de 9 combinaciones, siendo las siguientes:

### ***Tiempos cortos***

- C- I:** Tiempos cortos y con predominio de lluvias frente a la evapotranspiración.
- C- II:** Tiempos cortos y periodo moderado de lluvias y evapotranspiración.
- C- III:** Tiempos cortos y periodo con predominio de la evapotranspiración frente a las lluvias.

### ***Tiempos medios***

- M-I:** Tiempos medios y con predominio de lluvias frente a la evapotranspiración.
- M- II:** Tiempos medios y periodo moderado de lluvias y evapotranspiración.
- M- III:** Tiempos medios y periodo con predominio de la evapotranspiración frente a las lluvias.

### ***Tiempos largos***

- L-I:** Tiempos largos y con predominio de lluvias frente a la evapotranspiración.
- L- II:** Tiempos largos y periodo moderado de lluvias y evapotranspiración.
- L- III:** Tiempos largos y periodo con predominio de la evapotranspiración frente a las lluvias.

*V.b.-Humedal 1.*

El humedal 1 se caracteriza por tener una capa de grava gruesa y una capa de arena. No dispone de ningún tipo de vegetación y se utiliza como blanco. Los resultados obtenidos en dicho humedal para cada llenado son los siguientes, (siendo DS la desviación estándar de cada triada de muestras):

1.1				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
1A1	5,15	1,69	1,04	4,04
1A2	5,67	0,30	0,00	4,04
1A3	5,95	0,00	0,00	4,04
MED-1A	5,59	0,66	0,35	4,04
DS-1A	0,41	0,90	0,60	0,00
1 E1	4,56	0,00	0,00	1,95
1 E2	4,60	0,00	0,00	2,04
1 E3	4,69	0,00	0,00	1,85
MED-1E	4,62	0,00	0,00	1,95
DS-1E	0,07	0,00	0,00	0,10

Tabla V.2.- Resultados para el llenado 1 del Humedal 1.

1.2				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
9A1	5,67	1,52	1,04	3,38
9A2	3,63	1,32	0,30	4,04
9A3	6,11	2,04	0,95	3,66
MED-9A	5,13	1,63	0,77	3,69
DS-9A	1,32	0,37	0,40	0,33
2 E1	3,61	0,00	0,00	1,60
2 E2	4,61	0,00	0,00	1,95
2 E3	4,65	0,00	0,00	1,85
MED-2E	4,29	0,00	0,00	1,80
DS-2E	0,59	0,00	0,00	0,18

Tabla V.3.- Resultados para el llenado 2 del Humedal 1.

1.3				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
23A1	5,99	2,38	0,00	2,63
23A2	6,09	3,04	0,30	3,66
23A3	4,74	1,36	0,30	2,97
MED-23A	5,60	2,26	0,20	3,09
DS-23A	0,75	0,85	0,17	0,52
3 E1	2,46	0,00	0,00	0,00
3 E2	2,45	0,48	0,00	0,00
3 E3	3,62	0,00	0,00	0,48
MED-3E	2,84	0,16	0,00	0,16
DS-3E	0,67	0,28	0,00	0,28

Tabla V.4.- Resultados para el llenado 3 del Humedal 1.

1.4				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
28A1	6,13	1,97	1,04	3,38
28A2	6,00	1,88	0,60	2,97
28A3	6,35	1,32	0,60	4,04
MED-28A	6,16	1,72	0,75	3,46
DS-28A	0,18	0,35	0,25	0,54
4 E1	3,48	0,00	0,00	0,60
4 E2	2,28	0,48	0,00	0,00
4 E3	3,56	0,00	0,00	0,85
MED-4E	3,11	0,16	0,00	0,48
DS-4E	0,72	0,28	0,00	0,44

Tabla V.5.- Resultados para el llenado 4 del Humedal 1.

1.5				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
39A1	5,08	1,36	0,95	2,36
39A2	4,02	1,32	0,60	2,38
39A3	5,69	1,88	0,95	3,38
MED-39A	4,93	1,52	0,84	2,71
DS-39A	0,85	0,31	0,20	0,58
5 E1	2,46	0,00	0,00	0,00
5 E2	2,45	0,48	0,00	0,00
5 E3	3,62	0,00	0,00	0,48
MED-5E	2,84	0,16	0,00	0,16
DS-5E	0,67	0,28	0,00	0,28

Tabla V.6.- Resultados para el llenado 5 del Humedal 1.

1.6				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
44A1	5,11	1,97	1,04	3,66
44A2	5,04	1,88	1,04	2,88
44A3	5,09	0,00	0,60	3,08
MED-44A	5,08	1,28	0,89	3,21
DS-44A	0,04	1,11	0,25	0,41
6 E1	3,52	0,00	0,00	0,00
6 E2	4,14	0,00	0,00	0,00
6 E3	5,16	0,00	0,00	0,00
MED-6E	4,27	0,00	0,00	0,00
DS-6E	0,83	0,00	0,00	0,00

Tabla V.7.- Resultados para el llenado 6 del Humedal 1.

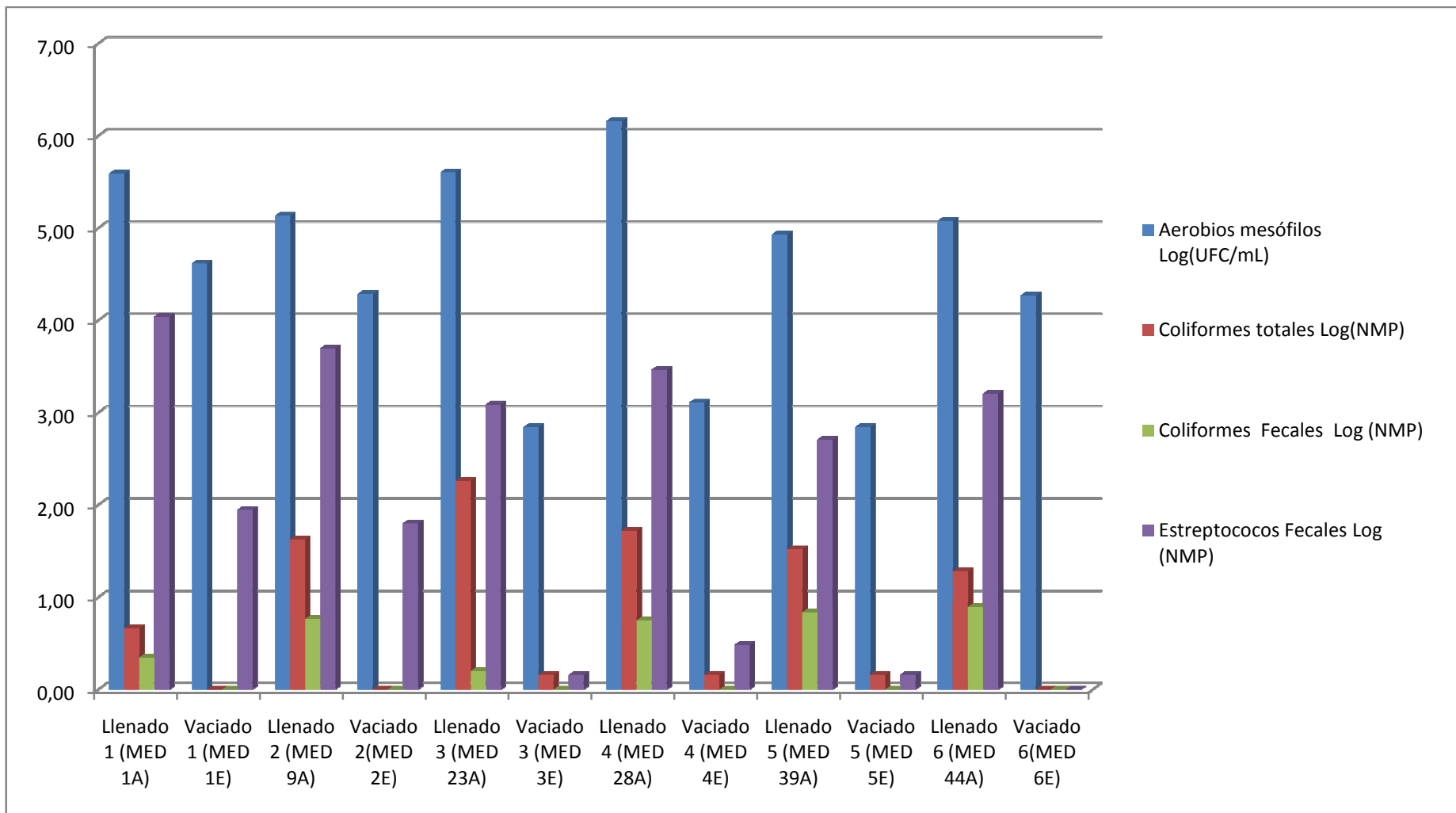


Gráfico V.1.- Resultados Humedal 1.

Humedal y número de llenado	Periodo de tiempo de llenado	Año	Tiempo de retención hidráulico o TRH	VARIABLES DE CONSTRUCCIÓN	Grupo - Relación de factores	RTOS %- Aerobios mesófilos	RTOS %- Coliformes totales	RTOS %- Coliformes Fecales	RTOS %- Streptococos Fecales
1-1	Mayo- Julio	2006	L	Capa de grava gruesa y capa de arena	III	17,40%	100,00%	100,00%	51,83%
1-2	Septiembre - Octubre	2006	M	Capa de grava gruesa y capa de arena	II	16,49%	100,00%	100,00%	51,27%
1-3	Febrero- Abril	2007	M	Capa de grava gruesa y capa de arena	II	49,28%	92,97%	100,00%	94,85%
1-4	Abril- Septiembre	2007	L	Capa de grava gruesa y capa de arena	II	49,53%	90,76%	100,00%	86,07%
1-5	Septiembre - Diciembre	2007	L	Capa de grava gruesa y capa de arena	II	42,37%	89,53%	100,00%	94,13%
1-6	Diciembre- Marzo	2007 - 2008	L	Capa de grava gruesa y capa de arena	II	15,94%	100,00%	100,00%	100,00%

Tabla V.8.- Rendimientos y variables del Humedal 1.

Para el primer llenado producido entre mayo-julio del año 2006 tenemos un tiempo de retención hidráulico largo y periodo con predominio de la evapotranspiración frente a las lluvias. Con estas condiciones obtenemos unos rendimientos de reducción de aerobios del 17,40%, una reducción de coliformes totales y fecales del 100% y de estreptococos fecales del 51,83%.

Las condiciones del segundo y tercer llenado, son similares ya que ambos tienen tiempos de retención medios y un periodo moderado de lluvias y evapotranspiración. La diferencia en cuanto a las variables antes mencionadas es que el primero se llenó entre septiembre y octubre y el segundo entre febrero y abril. Obtenemos una mayor reducción de mesófilos y estreptococos fecales entre febrero y abril, siendo las reducciones de coliformes, tanto totales como fecales, más homogéneas.

Los llenados 4, 5 y 6 se caracterizan por unos tiempos de retención largos y un periodo moderado de lluvias y evapotranspiración. El llenado 4 corresponde a abril-septiembre del 2007, el llenado 5 es de septiembre-diciembre del 2007 y el llenado 6 de diciembre a marzo del año 2008.

La reducción microbiana es similar en los 3 casos, a excepción del llenado 6 donde la reducción de mesófilos es considerablemente menor.

Una vez analizados los resultados vemos unas mayores reducciones de estreptococos fecales en los llenados 3, 4, 5 y 6. De momento podemos extraer que un periodo en el que predomine la evapotranspiración (en este caso es evaporación por no tener planta) no es positivo para la reducción de estreptococos fecales.

V.c.- Humedal 2.

El humedal 2 está caracterizado por tener una capa de grava gruesa, una capa de arena y a excepción del primer llenado, en los otros 7 ya consta de una plantación homogénea de *Phragmites australis*.

2.1				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
5A1	6,83	2,38	1,97	3,66
5A2	6,59	1,97	0,95	3,18
5A3	6,78	1,36	0,30	3,38
MED-5A	6,73	1,90	1,07	3,41
DS-5A	0,13	0,51	0,84	0,24
1 G1	3,45	0,00	0,00	1,30
1 G2	3,26	0,00	0,00	1,30
1 G3	3,18	0,00	0,00	1,95
MED-1G	3,30	0,00	0,00	1,52
DS-1G	0,14	0,00	0,00	0,38

Tabla V.9.-Resultados para el llenado 1 del Humedal 2.

2.2				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
16A1	6,20	1,88	0,60	4,04
16A2	6,11	1,36	0,95	2,88
16A3	6,33	3,04	1,88	2,88
MED-16A	6,21	2,09	1,14	3,26
DS-16A	0,11	0,86	0,66	0,67
2 G1	4,02	0,00	0,00	0,00
2 G2	4,02	0,48	0,00	1,63
2 G3	3,70	0,48	0,00	0,00
MED-2G	3,91	0,32	0,00	0,54
DS-2G	0,18	0,28	0,00	0,94

Tabla V.10.-Resultados para el llenado 2 del Humedal 2.



2.3				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
21A1	6,78	1,36	0,30	3,38
21A2	6,79	2,38	1,36	2,88
21A3	6,66	1,36	0,95	1,95
MED-21A	6,74	1,70	0,87	2,74
DS-21A	0,07	0,59	0,54	0,72
3 G1	4,77	0,00	0,00	0,95
3 G2	4,82	0,48	0,00	0,00
3 G3	4,89	0,00	0,00	2,18
MED-3G	4,82	0,16	0,00	1,04
DS-3G	0,06	0,28	0,00	1,09

Tabla V.11.-Resultados para el llenado 3 del Humedal 2.

2.4				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
27A1	4,79	1,36	0,30	2,88
27A2	4,74	1,88	1,04	4,04
27A3	4,86	1,36	0,30	3,66
MED-27A	4,80	1,53	0,55	3,53
DS-27A	0,06	0,30	0,43	0,60
4 G1	4,02	0,00	0,00	0,00
4 G2	3,95	0,00	0,00	0,00
4 G3	3,97	0,48	0,00	0,95
MED-4G	3,98	0,16	0,00	0,32
DS-4G	0,04	0,28	0,00	0,55

Tabla V.12.-Resultados para el llenado 4 del Humedal 2.

2.5				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
36A1	3,91	2,08	0,85	3,32
36A2	4,02	1,32	0,60	3,18
36A3	3,99	1,59	0,60	3,32
MED-36A	3,97	1,66	0,68	3,27
DS-36A	0,06	0,38	0,14	0,08
5 G1	3,83	0,00	0,00	1,63
5 G2	5,36	0,00	0,00	0,00
5 G3	4,86	0,00	0,00	0,95
MED-5G	4,68	0,00	0,00	0,86
DS-5G	0,78	0,00	0,00	0,82

Tabla V.13.-Resultados para el llenado 5 del Humedal 2.

2.6				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
43A1	3,94	2,08	0,85	3,32
43A2	3,97	1,32	0,60	3,18
43A3	4,00	1,59	0,60	3,32
MED-43A	3,97	1,66	0,68	3,27
DS-43A	0,03	0,38	0,14	0,08
6 G1	6,31	0,00	0,00	3,38
6 G2	6,19	0,00	0,00	1,63
6 G3	6,09	0,60	0,00	1,36
MED-6G	6,20	0,20	0,00	2,13
DS-6G	0,11	0,35	0,00	1,10

Tabla V.14.-Resultados para el llenado 6 del Humedal 2.

2.7				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
48A1	4,35	1,00	1,00	2,36
48A2	5,04	1,00	1,00	2,32
48A3	5,10	4,04	2,04	4,40
MED-48A	4,83	2,01	1,35	3,03
DS-48A	0,41	1,76	0,60	1,19
7 G1	5,97	0,60	0,00	1,18
7 G2	6,02	1,15	0,60	0,00
7 G3	5,85	0,00	0,00	0,00
MED-7G	5,94	0,58	0,20	0,39
DS-7G	0,09	0,57	0,35	0,68

Tabla V.15.-Resultados para el llenado 7 del Humedal 2.

2.8				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
56A1	5,73	3,38	1,00	4,40
56A2	5,83	3,66	1,60	3,66
56A3	5,88	4,40	2,18	3,66
MED-56A	5,82	3,81	1,59	3,91
DS-56A	0,08	0,53	0,59	0,42
8 G1	5,62	0,85	0,00	0,60
8 G2	5,57	0,60	0,00	1,15
8 G3	5,51	0,00	0,00	1,15
MED-8G	5,57	0,48	0,00	0,96
DS-8G	0,06	0,44	0,00	0,31

Tabla V.16.-Resultados para el llenado 8 del Humedal 2.

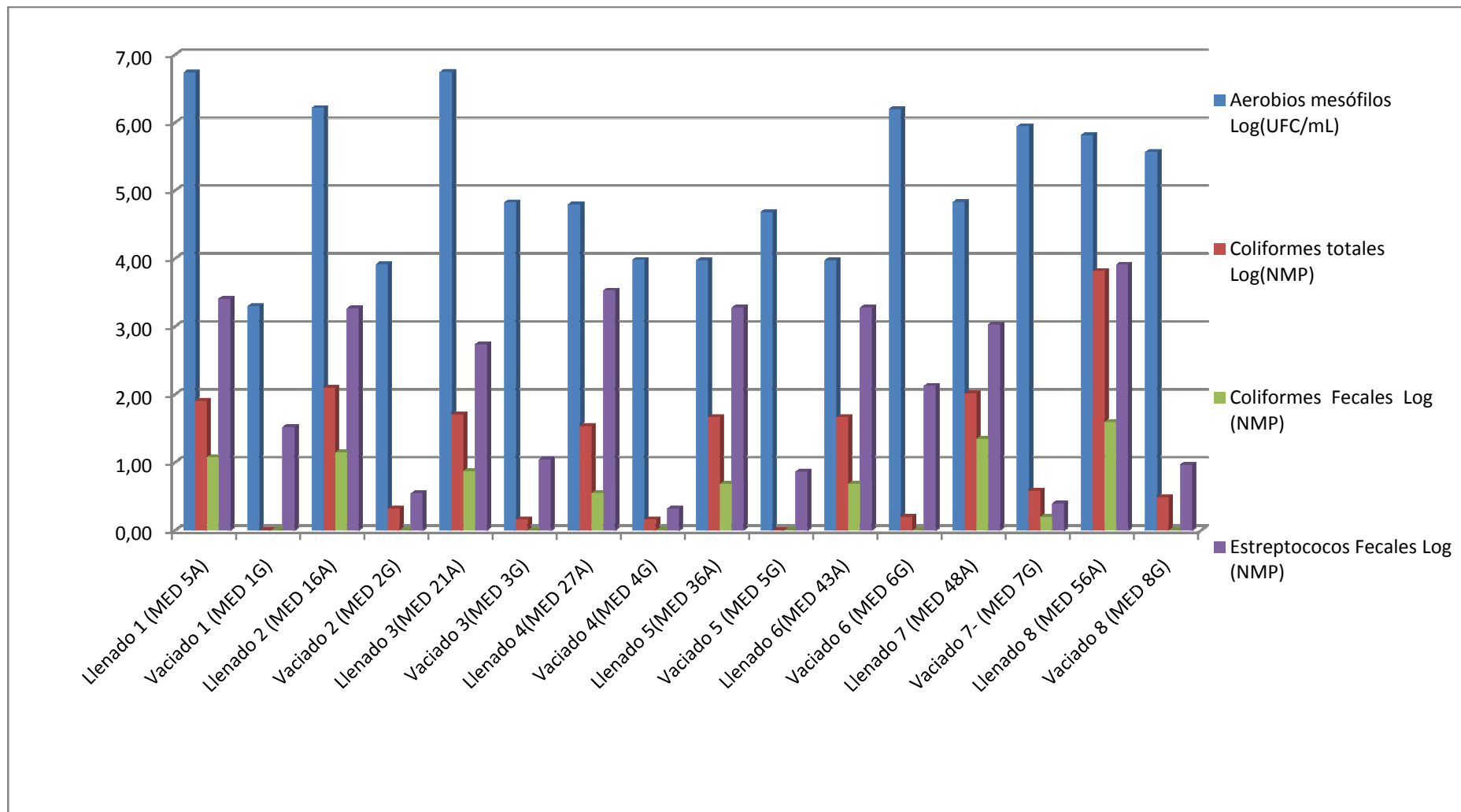


Gráfico V.2.- Resultados Humedal 2.

Humedal y número de llenado	Periodo de tiempo de llenado	Año	Tiempo de retención hidráulico o TRH	Variables de construcción	Grupo - Relación de factores	RTOS %- Aerobios mesófilos	RTOS %- Coliformes totales	RTOS %- Coliformes Fecales	RTOS %- Streptococos Fecales
2-1	Julio	2006	C	Capa de grava gruesa y capa de arena	III	51,06%	100,00%	100,00%	55,41%
2-2	Noviembre - Enero	2006 - 2007	M	Capa de grava gruesa , capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	I	37,00%	84,80%	100,00%	83,32%
2-3	Enero- Abril	2007	M	Capa de grava gruesa , capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	II	28,48%	90,65%	100,00%	61,87%
2-4	Abril- Junio	2007	M	Capa de grava gruesa , capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	III	17,07%	89,62%	100,00%	90,98%
2-5	Junio- Noviembre	2007	L	Capa de grava gruesa , capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	II	-17,83%	100,00%	100,00%	73,65%
2-6	Noviembre - Febrero	2007 - 2008	L	Capa de grava gruesa , capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	III	-55,94%	87,94%	100,00%	35,08%
2-7	Febrero- Junio	2008	L	Capa de grava gruesa , capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	III	-23,06%	71,06%	85,10%	87,05%
2-8	Junio	2008	C	Capa de grava gruesa , capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	III	4,31%	87,35%	100,00%	75,31%

Tabla V.17.- Rendimientos y variables del Humedal 2.

El primer llenado producido en julio del 2006 y el octavo llenado de junio del 2008 tienen unas características similares, ya que ambos tienen un periodo de retención hidráulico corto y un periodo con predominio de la evapotranspiración. En el primer llenado la reducción de mesófilos es del 51,06%, la reducción de coliformes, tanto fecales como totales es del 100% y la de estreptococos fecales del 55,41%. Sin embargo, en el llenado 8 la reducción de mesófilos es del 4,31%, la reducción de coliformes totales del 87,35%, 100% la coliformes fecales y un 75,31% la reducción de estreptococos fecales.

Los llenados 2, 3 y 4 se caracterizan por tener un tiempo de retención hidráulico corto, mientras que el grupo-relación de factores varía para cada uno. Siendo el llenado 2 un periodo con predominio de las precipitaciones frente a la evapotranspiración; el llenado 3 corresponde a un periodo moderado de lluvias y evapotranspiración; el llenado 4 lo caracteriza un periodo dominado por la evapotranspiración frente a la

lluvia. Los resultados para los 3 son bastantes homogéneos a excepción del llenado 3 donde la reducción de estreptococos fecales es significativamente menor.

Por último los llenados 5, 6 y 7 se caracterizan por un periodo de retención hidráulico largo. El llenado 5 tiene un periodo moderado de evapotranspiración y lluvias, mientras que el 6 y 7 son periodos dominados por la evapotranspiración frente a las lluvias. En estos llenados aparece un fenómeno nuevo: los rendimientos negativos en los mesófilos. Estos rendimientos pueden ser debido a que el humedal se satura de mesófilos con el paso del tiempo. Este fenómeno no es negativo, ya que un aumento del número de aerobios mesófilos, es positivo para luego usar estas aguas para riego, ya que es más carga orgánica para el suelo. Además teniendo más número de mesófilos, éstos son capaces de combatir los organismos patógenos. En el llenado 6 también se nota una reducción pequeña de estreptococos fecales. Por lo visto en este humedal no hay unas características concretas que sean más favorables frente a otras para el tratamiento de depuración.

V.d.- Humedal 3.

El humedal 3 se caracteriza por tener una capa de grava gruesa y una capa de arena; en el primer llenado no había ningún tipo de vegetación, mientras que, en el resto de llenados se cuenta con una vegetación homogénea de *Phragmites australis*.

3.1				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
7A1	6,80	1,97	1,36	2,97
7A2	6,73	1,18	0,60	3,32
7A3	6,61	1,32	0,85	2,88
MED-7A	6,71	1,49	0,94	3,06
DS-7A	0,09	0,42	0,39	0,24
1 I1	5,92	0,00	0,00	0,95
1 I2	5,69	0,00	0,00	1,18
1 I3	5,66	0,00	0,00	1,97
MED-1I	5,76	0,00	0,00	1,37
DS-1I	0,14	0,00	0,00	0,53

Tabla V.18.-Resultados para el llenado 1 del Humedal 3.

3.2				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
16A1	6,20	1,88	0,60	4,04
16A2	6,11	1,36	0,95	2,88
16A3	6,33	3,04	1,88	2,88
MED-16A	6,21	2,09	1,14	3,26
DS-16A	0,11	0,86	0,66	0,67
2 I1	3,73	0,00	0,00	0,60
2 I2	3,96	0,00	0,00	1,04
2 I3	3,78	0,00	0,00	0,85
MED-2I	3,82	0,00	0,00	0,83
DS-2I	0,12	0,00	0,00	0,22

Tabla V.19.-Resultados para el llenado 2 del Humedal 3.

3.3				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Streptococos Fecales Log (NMP)
20A1	6,78	1,88	0,85	2,88
20A2	6,63	1,97	0,85	3,18
20A3	6,74	1,36	0,95	3,32
MED-20A	6,72	1,74	0,88	3,12
DS-20A	0,08	0,33	0,06	0,23
3 I1	3,71	0,00	0,00	1,04
3 I2	3,82	0,00	0,00	0,60
3 I3	3,62	0,00	0,00	0,60
MED-3I	3,72	0,00	0,00	0,75
DS-3I	0,10	0,00	0,00	0,25

Tabla V.20.-Resultados para el llenado 3 del Humedal 3.

3.4				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Streptococos Fecales Log (NMP)
25A1	6,02	1,32	0,95	2,97
25A2	6,06	1,45	0,95	4,04
25A3	5,79	1,45	1,32	2,88
MED-25A	5,96	1,41	1,08	3,29
DS-25A	0,14	0,07	0,21	0,65
4 I1	3,89	0,48	0,00	0,60
4 I2	3,78	0,48	0,00	0,48
4 I3	4,05	0,00	0,00	0,95
MED-4I	3,90	0,32	0,00	0,68
DS-4I	0,13	0,28	0,00	0,25

Tabla V.21.-Resultados para el llenado 4 del Humedal 3.



3.5				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
36A1	3,91	2,08	0,85	3,32
36A2	4,02	1,32	0,60	3,18
36A3	3,99	1,59	0,60	3,32
MED-36A	3,97	1,66	0,68	3,27
DS-36A	0,06	0,38	0,14	0,08
5 I1	4,07	0,48	0,00	0,00
5 I2	4,00	0,48	0,00	0,00
5 I3	4,00	0,00	0,00	0,00
MED-5I	4,02	0,32	0,00	0,00
DS-5I	0,04	0,28	0,00	0,00

Tabla V.22.-Resultados para el llenado 5 del Humedal 3.

3.6				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
42A1	4,86	1,97	1,04	3,66
42A2	5,08	1,45	1,04	2,88
42A3	5,11	1,88	0,60	3,08
MED-42A	5,02	1,76	0,89	3,21
DS-42A	0,14	0,28	0,25	0,41
6 I1	0,48	0,00	0,00	0,00
6 I2	5,35	0,00	0,00	2,18
6 I3	5,06	0,00	0,00	0,00
MED-6I	3,63	0,00	0,00	0,73
DS-6I	2,73	0,00	0,00	1,26

Tabla V.23.-Resultados para el llenado 6 del Humedal 3.

3.7				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
47A1	4,91	2,08	0,85	3,32
47A2	4,02	1,32	0,60	3,18
47A3	3,99	1,59	0,60	3,32
MED-47A	4,31	1,66	0,68	3,27
DS-47A	0,52	0,38	0,14	0,08
7 11	5,06	0,00	0,00	0,00
7 12	5,31	0,00	0,00	0,00
7 13	5,31	0,00	0,00	0,00
MED-7I	5,23	0,00	0,00	0,00
DS-7I	0,14	0,00	0,00	0,00

Tabla V.24.-Resultados para el llenado 7 del Humedal 3.

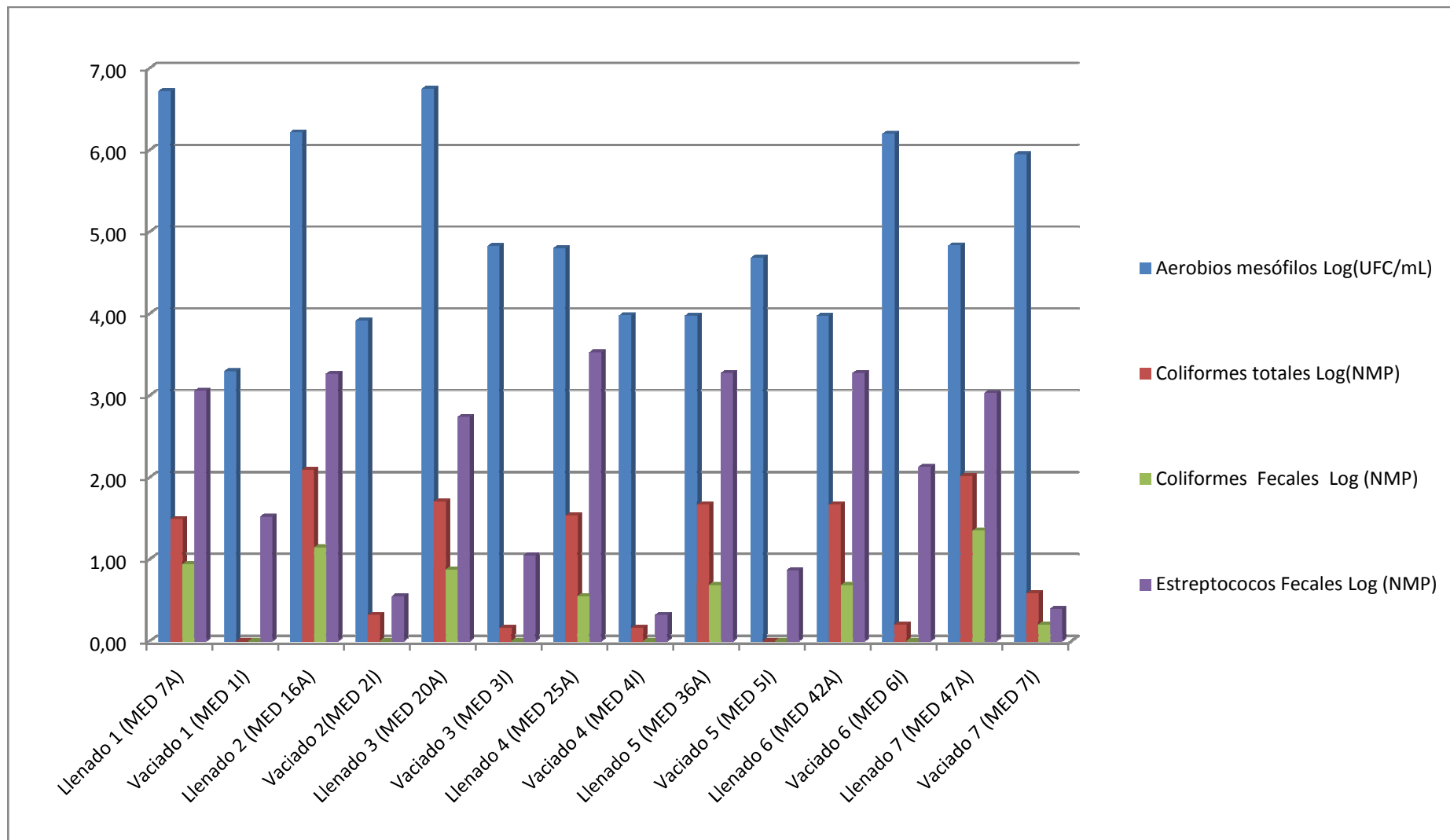


Gráfico V.3.- Resultados Humedal 3.

Humedal y número de llenado	Periodo de tiempo de llenado	Año	Tiempo de retención hidráulico o TRH	Variables de construcción	Grupo - Relación de factores	RTOS %- Aerobios mesófilos	RTOS %- Coliformes totales	RTOS %- Coliformes Fecales	RTOS %- Streptococos Fecales
3-1	Septiembre - Octubre	2006	M	Capa de grava gruesa y capa de arena	III	50,92%	100,00%	100,00%	50,29%
3-2	Noviembre-Enero	2006	L	Capa de grava gruesa , capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	II	37,00%	84,80%	100,00%	83,32%
3-3	Enero-Marzo	2007	M	Capa de grava gruesa , capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	II	28,48%	90,65%	100,00%	61,87%
3-4	Marzo-Junio	2007	L	Capa de grava gruesa , capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	III	17,07%	89,62%	100,00%	90,98%
3-5	Junio- Noviembre	2007	L	Capa de grava gruesa , capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	III	-17,83%	100,00%	100,00%	73,65%
3-6	Noviembre-Febrero	2007 - 2008	L	Capa de grava gruesa , capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	II	-55,94%	87,94%	100,00%	35,08%
3-7	Febrero-Mayo	2008	L	Capa de grava gruesa , capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	II	-23,06%	71,06%	85,10%	87,05%

Tabla V.25.- Rendimientos y variables del Humedal 3.

Los llenados 1 y 3 tuvieron un periodo de retención hidráulico medio; el llenado 1 se realizó con un periodo dominado por la evapotranspiración frente a las lluvias, y el llenado 3 con un periodo intermedio de lluvia y evapotranspiración. Los resultados en ambos casos son bastante homogéneos, pudiendo destacar una mayor reducción en el llenado 1 de aerobio mesófilos.

Los llenados 2, 4, 5, 6 y 7 tienen un periodo de retención hidráulico largo. Los llenados 2, 6 y 7 se caracterizan por un periodo moderado de evapotranspiración y lluvias; mientras que los llenados 4 y 5, tuvieron un periodo dominado por la evapotranspiración. En los llenados 5, 6 y 7 vuelven a aparecer rendimientos negativos, lo cual se ha explicado en el humedal anterior. Los resultados de los llenados 2, 6 y 7 son bastante similares a excepción del llenado 6 donde la reducción de estreptococos fecales es significativamente menor. Por su parte los llenados 4 y 5 también son muy positivos, pudiendo destacar negativamente la reducción de estreptococos fecales del llenado 5. Hay que decir que los estreptococos fecales son unos microorganismos muy resistentes y por eso en algunos casos la reducción de dicho microorganismo no es muy elevada.

Estos tres primeros humedales tenían las mismas variables de construcción, y como se ha analizado anteriormente, los resultados han sido bastante positivos, los tres que a continuación se exponen tienen unas variables de construcción distintas.

V.e.- Humedal 4.

El humedal 4 tiene las siguientes variables de construcción:

Una capa de grava gruesa, una capa de grava pequeña y una capa de arena. No tiene ningún tipo de vegetación , ya que se utiliza como blanco, lo mismo que sucedió con el humedal 1.

4.1				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
3A1	5,06	1,69	0,70	3,66
3A2	5,92	2,48	1,53	4,04
3A3	5,34	2,23	0,60	4,04
MED-3A	5,44	2,13	0,94	3,92
DS-3A	0,44	0,40	0,51	0,22
1 F1	4,67	0,00	0,00	1,36
1 F2	4,67	0,00	0,00	0,60
1 F3	4,52	0,00	0,00	0,00
MED-1F	4,62	0,00	0,00	0,65
DS-1F	0,08	0,00	0,00	0,68

Tabla V.26.-Resultados para el llenado 1 del Humedal 4.

4.2				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
11A1	6,04	0,95	0,60	3,66
11A2	5,92	0,95	0,60	3,66
11A3	6,01	1,97	0,95	2,36
MED-11A	5,99	1,29	0,72	3,23
DS-11A	0,06	0,59	0,20	0,75
2 F1	3,82	0,00	0,00	0,60
2 F2	3,92	0,00	0,00	0,85
2 F3	3,59	0,00	0,00	0,00
MED-2F	3,77	0,00	0,00	0,48
DS-2F	0,17	0,00	0,00	0,44

Tabla V.27.-Resultados para el llenado 2 del Humedal 4.

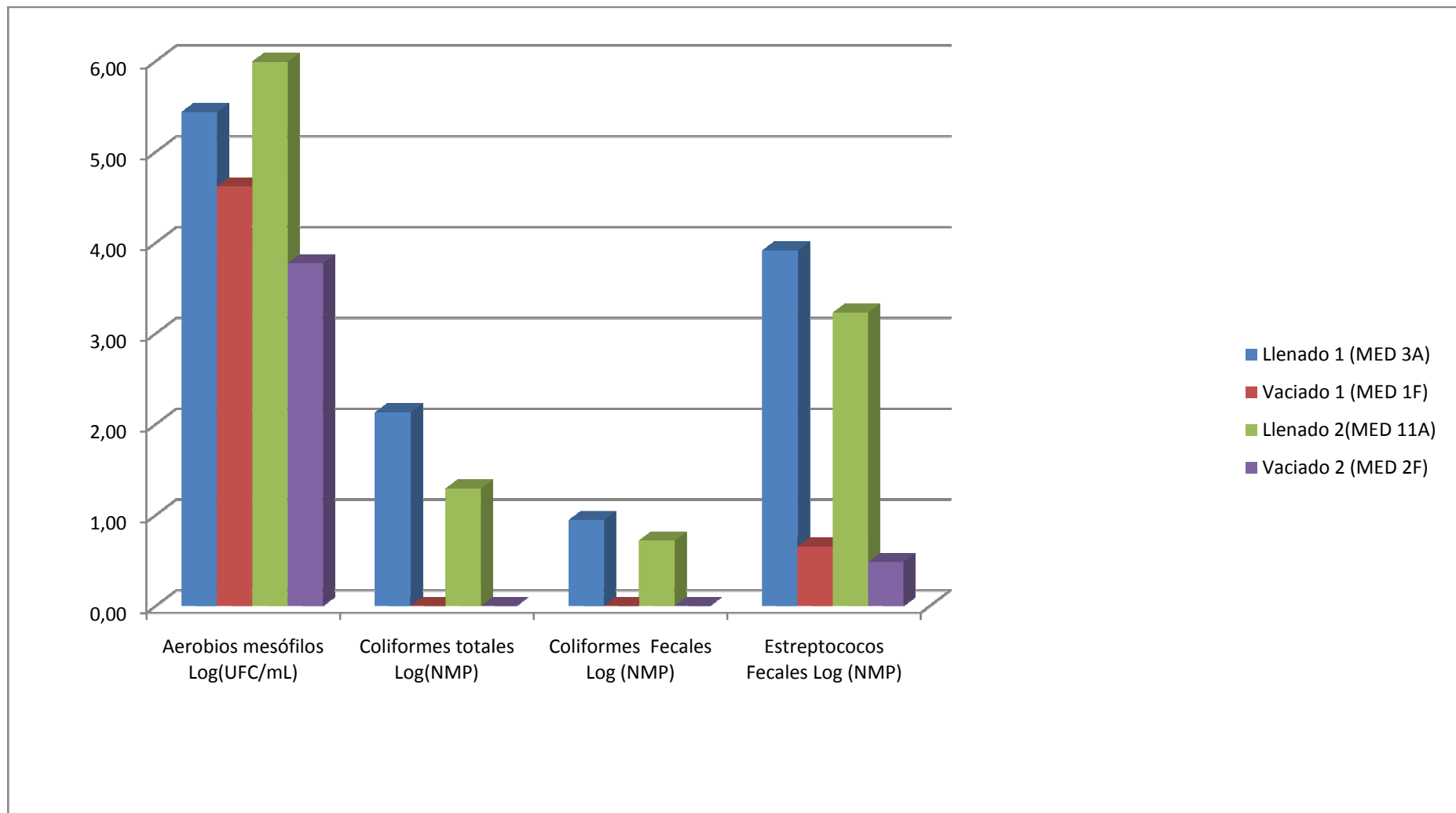


Gráfico V.4.- Resultados Humedal 4.

Humeda l y número de llenado	Periodo de tiempo de llenado	Año	Tiempo de retención hidráulico TRH	Variables de construcción	Grupo - Relación de factores	RTOS %- Aerobios mesófilos	RTOS %- Coliformes totales	RTOS %- Coliformes Fecales	RTOS %- Streptococos Fecales
4-1	Mayo	2006	M	Capa de grava gruesa, capa de grava pequeña y capa de arena	II	15,09%	100,00%	100,00%	83,28%
4-2	Octubre- Noviembre	2006	M	Capa de grava gruesa, capa de grava pequeña y capa de arena	II	37,03%	100,00%	100,00%	85,06%

Tabla V.28.- Rendimientos y variables del Humedal 4.

Tanto el llenado 1 como el 2 se caracterizan por tener un tiempo de retención hidráulico medio y un periodo moderado de evapotranspiración y precipitaciones. Las reducciones de coliformes y estreptococos son muy similares y elevadas, mientras que la reducción de mesófilos no sigue un patrón concreto.



V.f.- Humedal 5.

El humedal 5 tiene una capa de grava gruesa, una capa de grava pequeña, y una capa de arena. Además, quitando el primer llenado, los restantes tienen una plantación de *Phragmites australis*.

5.1				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
12A1	6,57	1,36	0,95	3,18
12A2	6,25	1,63	1,18	3,32
12A3	6,56	1,63	0,95	3,32
MED-12A	6,46	1,54	1,03	3,27
DS-12A	0,18	0,16	0,13	0,08
1 H1	3,59	0,00	0,00	0,95
1 H2	3,65	0,00	0,00	0,60
1 H3	3,69	0,00	0,00	0,60
MED-1H	3,64	0,00	0,00	0,72
DS-1H	0,05	0,00	0,00	0,20

Tabla V.29.-Resultados para el llenado 1 del Humedal 5.

5.2				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
18A1	6,62	1,32	0,95	3,18
18A2	6,57	1,45	0,85	3,32
18A3	6,37	1,45	0,85	3,66
MED-18A	6,52	1,41	0,88	3,39
DS-18A	0,13	0,07	0,06	0,25
2 H1	3,56	0,00	0,00	0,95
2 H2	3,41	0,00	0,00	0,60
2 H3	3,45	0,00	0,00	0,00
MED-2H	3,47	0,00	0,00	0,52
DS-2H	0,07	0,00	0,00	0,48

Tabla V.30.-Resultados para el llenado 2 del Humedal 5.

5.3				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
23A1	5,99	2,38	0,00	2,63
23A2	6,09	3,04	0,30	3,66
23A3	4,74	1,36	0,30	2,97
MED-23A	5,60	2,26	0,20	3,09
DS-23A	0,75	0,85	0,17	0,52
3 H1	3,96	0,48	0,00	0,48
3 H2	4,00	0,48	0,00	0,60
3 H3	4,17	0,00	0,00	0,95
MED-3H	4,05	0,32	0,00	0,68
DS-3H	0,11	0,28	0,00	0,25

Tabla V.31.-Resultados para el llenado 3 del Humedal 5.

5.4				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
36A1	3,91	2,08	0,85	3,32
36A2	4,02	1,32	0,60	3,18
36A3	3,99	1,59	0,60	3,32
MED-36A	3,97	1,66	0,68	3,27
DS-36A	0,06	0,38	0,14	0,08
4 H1	4,26	0,48	0,00	0,48
4 H2	4,26	0,48	0,00	0,00
4 H3	4,29	0,00	0,00	0,48
MED-4H	4,27	0,32	0,00	0,32
DS-4H	0,01	0,28	0,00	0,28

Tabla V.32.-Resultados para el llenado 4 del Humedal 5.

5.5				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
40A1	6,55	3,04	0,95	4,04
40A2	6,42	1,97	1,18	2,97
40A3	6,49	2,18	1,18	2,63
MED-40A	6,48	2,40	1,10	3,21
DS-40A	0,07	0,57	0,13	0,74
5 H1	4,02	0,48	0,00	0,00
5 H2	3,52	0,00	0,00	0,00
5 H3	4,14	0,48	0,00	0,95
MED-5H	3,89	0,32	0,00	0,32
DS-5H	0,33	0,28	0,00	0,55

Tabla V.33.-Resultados para el llenado 5 del Humedal 5.

5.6				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
45A1	4,32	1,60	0,85	3,32
45A2	4,69	1,00	0,60	3,18
45A3	5,01	1,00	0,60	3,32
MED-45A	4,67	1,20	0,68	3,27
DS-45A	0,34	0,35	0,14	0,08
6 H1	5,60	0,00	0,00	2,66
6 H2	5,42	0,00	0,00	1,63
6 H3	5,18	0,00	0,00	0,00
MED-6H	5,40	0,00	0,00	1,43
DS-6H	0,21	0,00	0,00	1,34

Tabla V.34.-Resultados para el llenado 6 del Humedal 5.

5.7				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
50A1	5,46	2,97	1,85	3,38
50A2	5,96	1,00	1,00	3,18
50A3	6,09	3,66	2,45	3,66
MED-50A	5,84	2,54	1,76	3,41
DS-50A	0,33	1,38	0,73	0,24
7 H1	4,44	0,00	0,00	1,36
7 H2	5,09	0,00	0,00	1,36
7 H3	4,46	0,00	0,00	0,00
MED-7H	4,66	0,00	0,00	0,91
DS-7H	0,37	0,00	0,00	0,79

Tabla V.35.-Resultados para el llenado 7 del Humedal 5.

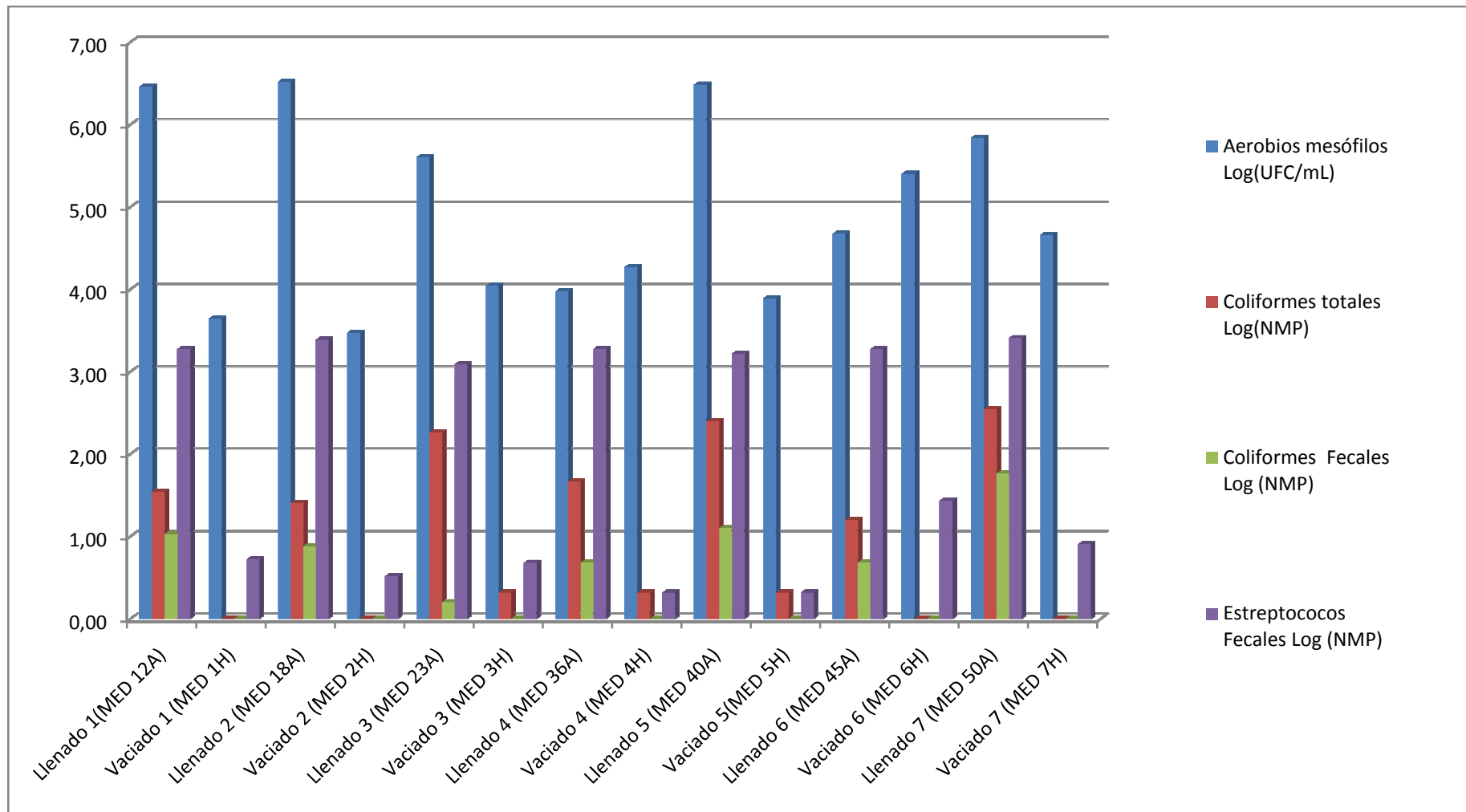


Gráfico V.5.- Resultados Humedal 5.

Humedal y número de llenado	Periodo de tiempo de llenado	Año	Tiempo de retención hidráulico o TRH	Variables de construcción	Grupo - Relación de factores	RTOS %- Aerobios mesófilos	RTOS %- Coliformes totales	RTOS %- Coliformes Fecales	RTOS %- Streptococos Fecales
5-1	Octubre-Diciembre	2006	M	Capa de grava gruesa, capa de grava pequeña y capa de arena	II	43,61%	100,00%	100,00%	78,02%
5-2	Diciembre - Febrero	2006 - 2007	M	Capa de grava gruesa, capa de grava pequeña, capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	II	46,74%	100,00%	100,00%	84,68%
5-3	Febrero-Mayo	2007	M	Capa de grava gruesa, capa de grava pequeña, capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	II	27,82%	85,93%	100,00%	78,05%
5-4	Mayo - Octubre	2007	L	Capa de grava gruesa, capa de grava pequeña, capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	III	-7,45%	80,89%	100,00%	90,28%
5-5	Octubre-Diciembre	2007	L	Capa de grava gruesa, capa de grava pequeña, capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	II	40,00%	86,72%	100,00%	90,10%
5-6	Diciembre - Abril	2007 - 2008	L	Capa de grava gruesa, capa de grava pequeña, capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	II	-15,59%	100,00%	100,00%	56,25%
5-7	Abril	2008	C	Capa de grava gruesa, capa de grava pequeña, capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	II	20,18%	100,00%	100,00%	73,35%

Tabla V.36.- Rendimientos y variables del Humedal 5.

Los llenados 1, 2 y 3 se caracterizan por tener un tiempo de retención hidráulico medio, un periodo moderado de evapotranspiración y precipitaciones moderadas. El rendimiento de reducción de microorganismos en los 3 casos es bastante elevado, a excepción de los mesófilos (los cuales es de resaltar su presencia), y la reducción de estreptococos fecales, que como se comentó anteriormente son más resistentes, y por tanto más difícil su eliminación.

Los llenados 4, 5 y 6 tienen un periodo de retención hidráulico largo; se diferencian en que los llenados 5 y 6 tienen un periodo moderado de evapotranspiración y lluvias, mientras que el otro tiene un periodo dominado por la evapotranspiración frente a las lluvias. Se puede observar que en este caso un periodo moderado, hace que aumente la reducción de coliformes totales; cerca de un 6%.

El llenado 7 tiene un periodo de retención hidráulico corto y un periodo de evapotranspiración y lluvias moderado. La reducción de coliformes, tanto fecales como totales, es máxima; de otro modo, tenemos una reducción del 73,55% de estreptococos fecales y de un 20,18% los aerobios mesófilos.

En este humedal tampoco podemos decidir que condiciones de trabajo son más eficaces ya que no tenemos diferencias significativas.

V.g.- Humedal 6.

El humedal 6 dispone de una capa de grava gruesa, una capa de grava pequeña, una capa de arena y una plantación homogénea de *Phragmites australis*.

6.1				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
14A1	6,74	1,63	0,95	3,38
14A2	6,82	1,88	1,18	3,38
14A3	6,54	1,63	0,95	3,18
MED-14A	6,70	1,71	1,03	3,31
DS-14A	0,14	0,14	0,13	0,12
1 J1	3,37	0,00	0,00	0,60
1 J2	3,33	0,00	0,00	0,00
1 J3	3,66	0,00	0,00	0,00
MED-1J	3,45	0,00	0,00	0,20
DS-1J	0,18	0,00	0,00	0,35

Tabla V.37.-Resultados para el llenado 1 del Humedal 6.

6.2				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
19A1	6,48	2,66	0,60	3,66
19A2	6,49	3,04	0,85	3,38
19A3	6,78	1,88	0,85	2,97
MED-19A	6,58	2,53	0,76	3,34
DS-19A	0,17	0,60	0,14	0,35
2 J1	5,16	0,00	0,00	0,60
2 J2	3,83	0,00	0,00	0,00
2 J3	4,31	0,48	0,00	0,00
MED-2J	4,43	0,16	0,00	0,20
DS-2J	0,67	0,28	0,00	0,35

Tabla V.38.-Resultados para el llenado 2 del Humedal 6.



6.3				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
24A1	6,48	2,66	0,95	3,18
24A2	6,51	1,88	0,60	3,18
24A3	6,54	1,88	0,85	3,66
MED-24A	6,51	2,14	0,80	3,34
DS-24A	0,03	0,45	0,18	0,28
3 J1	5,16	0,00	0,00	0,60
3 J2	3,83	0,00	0,00	0,00
3 J3	4,31	0,48	0,00	0,00
MED-3J	4,43	0,16	0,00	0,20
DS-3J	0,67	0,28	0,00	0,35

Tabla V.39.-Resultados para el llenado 3 del Humedal 6.

6.4				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
36A1	3,91	2,08	0,85	3,32
36A2	4,02	1,32	0,60	3,18
36A3	3,99	1,59	0,60	3,32
MED-36A	3,97	1,66	0,68	3,27
DS-36A	0,06	0,38	0,14	0,08
4 J1	4,29	0,48	0,00	0,00
4 J2	4,23	0,00	0,00	0,48
4 J3	3,97	0,48	0,00	0,95
MED-4J	4,16	0,32	0,00	0,48
DS-4J	0,17	0,28	0,00	0,48

Tabla V.39.-Resultados para el llenado 4 del Humedal 6.

6.5				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
41A1	4,32	1,60	0,85	3,32
41A2	4,69	1,00	0,60	3,18
41A3	5,01	1,00	0,60	3,32
MED-41A	4,67	1,20	0,68	3,27
DS-41A	0,34	0,35	0,14	0,08
5 J1	5,59	0,00	0,00	0,00
5 J2	5,55	0,00	0,00	0,00
5 J3	5,32	0,00	0,00	0,00
MED-5J	5,49	0,00	0,00	0,00
DS-5J	0,14	0,00	0,00	0,00

Tabla V.40.-Resultados para el llenado 5 del Humedal 6.

6.6				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
46A1	3,86	1,97	1,04	3,66
46A2	5,08	1,45	1,04	2,88
46A3	5,11	1,88	0,60	3,08
MED-46A	4,69	1,76	0,89	3,21
DS-46A	0,71	0,28	0,25	0,41
6 J1	0,70	0,00	0,00	0,00
6 J2	5,70	2,66	1,88	0,60
6 J3	5,70	1,97	1,49	0,60
MED-6J	4,03	1,54	1,12	0,40
DS-6J	2,89	1,38	0,99	0,35

Tabla V.41.-Resultados para el llenado 6 del Humedal 6.

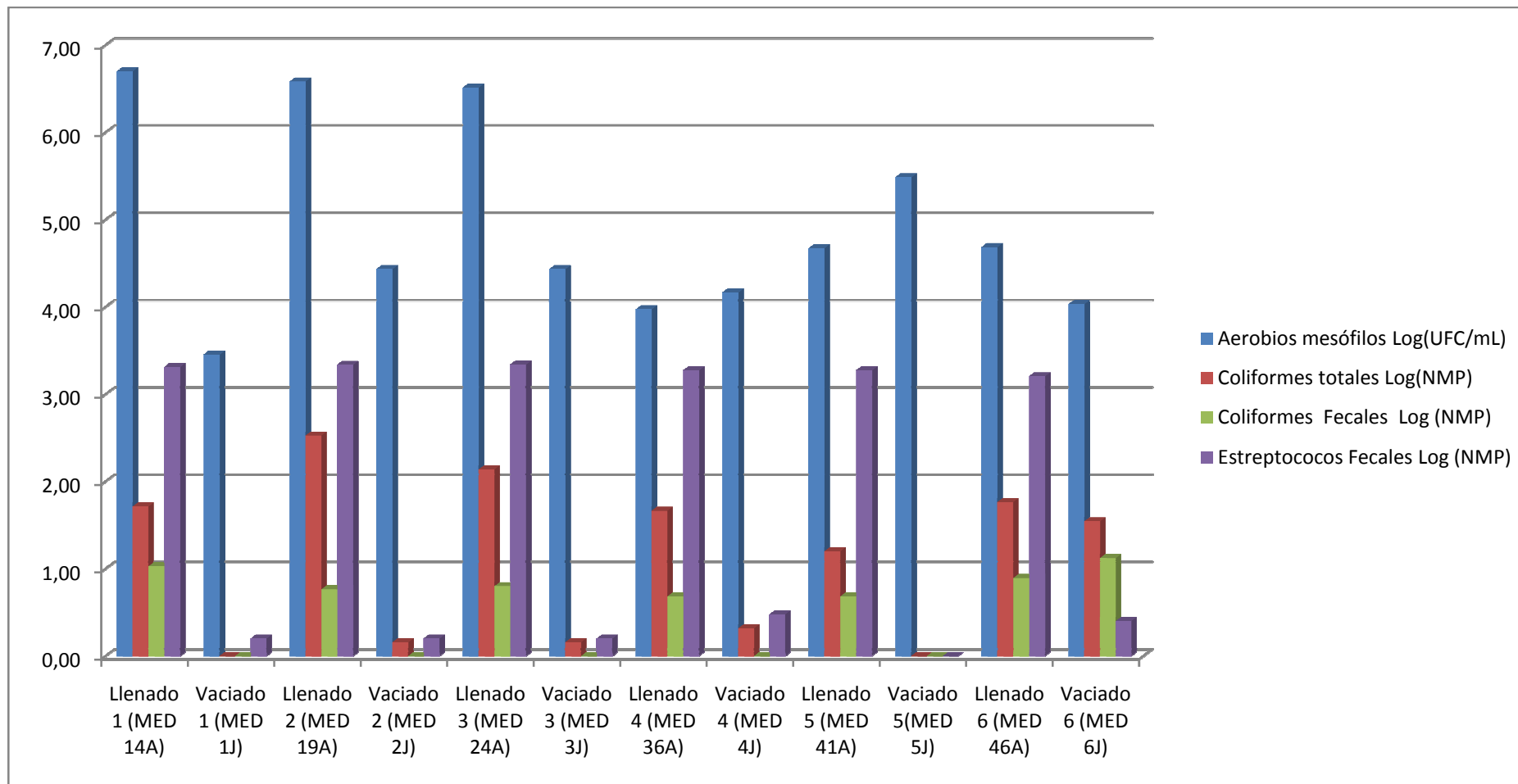


Gráfico V.6.- Resultados Humedal 6.

Humedal y número de llenado	Periodo de tiempo de llenado	Año	Tiempo de retención hidráulico o TRH	Variables de construcción	Grupo - Relación de factores	RTOS %- Aerobios mesófilos	RTOS %- Coliformes totales	RTOS %- Coliformes Fecales	RTOS %- Streptococos Fecales
6-1	Noviembre - Enero	2006 - 2007	M	Capa de grava gruesa, capa de grava pequeña, capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	III	48,46%	100,00%	100,00%	93,94%
6-2	Enero-Marzo	2007	M	Capa de grava gruesa, capa de grava pequeña, capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	II	32,66%	93,70%	100,00%	93,99%
6-3	Marzo-Mayo	2007	M	Capa de grava gruesa, capa de grava pequeña, capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	II	31,92%	92,56%	100,00%	93,99%
6-4	Mayo-Octubre	2007	L	Capa de grava gruesa, capa de grava pequeña, capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	II	-4,80%	80,89%	100,00%	85,42%
6-5	Octubre-Enero	2007 - 2008	L	Capa de grava gruesa, capa de grava pequeña, capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	II	-17,37%	100,00%	100,00%	100,00%
6-6	Enero-Abril	2008	L	Capa de grava gruesa, capa de grava pequeña, capa de arena y <i>Phragmites australis</i>	III	13,94%	12,46%	-25,39%	87,48%

Tabla V.42.- Rendimientos y variables del Humedal 6.

Los llenados 1, 2 y 3 se llevaron a cabo con un tiempo de retención hidráulico medio, teniendo el primer llenado un predominio de la evapotranspiración frente a las lluvias y los otros dos un periodo moderado de lluvias y evapotranspiración. Los resultados resultan ser muy positivos, sobre todo en el llenado 1, donde la reducción de coliformes totales es del 100%, mientras que en los otros dos casos varían alrededor del 93%.

Los llenados 4, 5 y 6 tienen un tiempo de retención hidráulico largo, teniendo los dos primeros un periodo moderado de evapotranspiración y lluvias, mientras que el último en un periodo dominado por la evapotranspiración frente a las lluvias. Los resultados de los llenados 4 y 5 son los normales que hemos tenido en todos los casos. En el llenado 6 nos aparece un rendimiento de coliformes totales muy bajo, e incluso negativo en el caso de los coliformes fecales. Esto sólo se puede explicar si las muestras

de salida se contaminaran en el laboratorio, o bien si hubiera habido algún problema a la hora de recoger las muestras.

Los resultados de los humedales 4, 5 y 6 han sido también muy positivos y bastante homogéneos entre si.

*V.h.- Resultados de la Balsa y conclusiones.*

A continuación, se exponen los resultados de la balsa donde va a parar el agua una vez tratada en el humedal, y por tanto es el agua que posteriormente se usaría para el riego.

BALSA				
MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)
2S1	2,83	0,00	0,00	0,00
2S2	3,12	0,00	0,00	0,00
2S3	2,69	0,00	0,00	0,48
MED-2S	2,88	0,00	0,00	0,16
DS-2S	0,22	0,00	0,00	0,28
4S1	3,22	0,00	0,00	0,60
4S2	3,04	0,00	0,00	0,00
4S3	3,26	0,00	0,00	0,85
MED-4S	3,17	0,00	0,00	0,48
DS-4S	0,11	0,00	0,00	0,44
7S1	5,70	0,00	0,00	2,38
7S2	5,70	0,00	0,00	1,63
7S3	5,70	0,00	0,00	1,32
MED-7S	5,70	0,00	0,00	1,78
DS-7S	0,00	0,00	0,00	0,54

Tabla V.43.- Resultados de la Balsa.

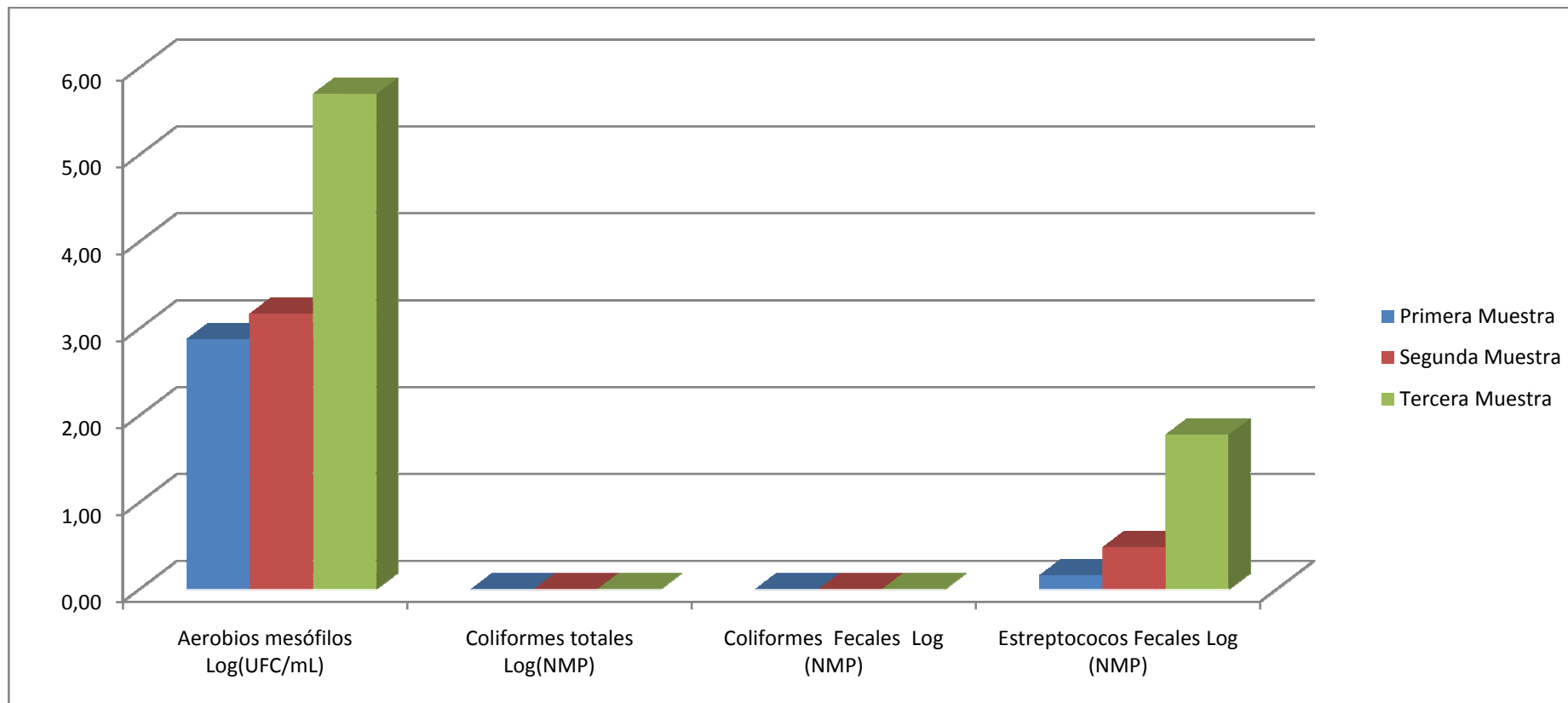


Gráfico V.6.- Resultados Balsa Principal.

Observando los resultados de la balsa, se pueden sacar una serie de conclusiones:

- La reducción tanto de coliformes fecales, como de coliformes totales, es máxima, obtenemos un agua sin presencia de coliformes.
- La reducción de estreptococos fecales es también muy importante.
- La eliminación de agentes patógenos como *Salmonella*, *Shigella* y *Escherichia coli* es un hecho probado. Se puede comprobar en el anexo, que algunas muestras de entrada estaban contaminadas con *Salmonella*, y que a la salida ninguna muestra tenía presencia de ésta.
- El resultante agua cumple todas las normativas vigentes para poder ser utilizadas en riego, lo que implica que hemos obtenido agua a partir de un desecho.

En cuanto a las variables operacionales y de construcción podemos decir que:

- Desde el punto de vista microbiológico, el relleno del humedal no importa, ya que hemos obtenido con ambos tipos de rellenos unos resultados muy positivos, por lo que optaríamos por el relleno más barato, es decir, el relleno de los humedales 1, 2 y 3.
- Las condiciones climatológicas tampoco son influyentes en los resultados finales. Esto es positivo ya que el ganadero, podrá utilizar este método de depuración de aguas en continuo, sin importar la climatología, lo cual es una gran ventaja.



## **Apartado VI: Referencias.**

- Álvarez J.A., Torres L.A., Reinoso R. y Bécares E. (2005). “Efecto de la degradación de las plantas en la eliminación de la materia orgánica en un humedal construido de flujo superficial” Pp: 39-44.
- Anac S., Kukul Y. y Anac D. “Cultivos que eliminan sales con técnica de fitorremediación” (2005) Pp: 174-178.
- Analysis. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, U.S.a. 2, 914-916.
- Arias C.A., Brix H. y Garza M.F. (2005). “Alternativas para la eliminación de Fósforo en humedales artificiales de flujo subsuperficial” Pp: 74-79.
- Armstrong A. 1997. “Aeration in higher plants” Adv. in Bot. Res. 4: 332-445.
- APHA, AWWA y WPCF. 1992. “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, 20th edition. Washington, DC. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation.
- Atallah, T. 1993. Conditions de valorisation du fumier et risques de lixiviation de l’azote. Cahiers Agricultures, vol. 2, 1: 26-35.
- Babot D., Martínez L. y Teira M<sup>a</sup> R., 2001. *Gestión de subproductos y residuos porcinos. Mundo Ganadero*. Mayo. Pág. 34-37.
- Baryla A., Carrier P., Franck F., Coulomb C., Sahut C., Havaux M. 2001. Leaf chlorosis in oilseed rape plants (*Brassica napus*) grown on cadmium-polluted soil: causes and consequences form photosynthesis and growth plant. 212: 696-709.
- Batllo, M. 1993. La problemática atmosférica de los residuos ganaderos. Residuos Ganaderos. Jornadas Técnicas. La Caixa y AEDOS. 73 p
- Basset-Mens, C. y van der Werf, H. 2005. Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 105: 127-144.
- Béline, F., Martinez, J., Chadwick, D., Guiziou, F. y Coste, C.M. 1999. Factors effecting nitrogen transformations and related nitrous oxide emissions from aerobically treated piggery slurry. *J. Agric. Engng Res*. 73: 235-243.
- Bernal, M. Roig, A. y Cegarra, J. 1991. Effects of pig slurry additions on the organic carbon of calcareous soils. *Biosource Tchnology*. 37: 223-228.
- Bernal, M.P. 1990. Utilización de purines de cerdo en la fertilización de suelos calizos en condición de regadío. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, CSICS, Murcia.
- Bernal, M.P. y Roig, A. 1993a. Nitrogen transformations in calcareous soils amended with pig slurry under aerobic incubation.
- Bernal, M.P., Lax, A. y Roig, A. 1993a. The effect of pig slurry on exchangeable potassium in calcareous soils. *Biol. Fertil. Soils*. 16: 169-172.
- Bernal, M.P., Roig, A. Lax, A. y Navarro, A.F. 1992a. Effects of the Application of pig slurry on some physico-chemical and physical properties of calcareous soils. *Bioresource Technology*. 42: 233-239.
- Bernal, M.P., Roig, A. y García, D. 1993b. Nutrient balances in calcareous soils after application of different rates of pig slurry. *Soil Use and Management*. 9: 9-14.
- Bernal, M.P., Roig, A., Madrid, R. y Navarro, A.F. 1992b. Salinity risks on calcareous soils following pig slurry applications. *Soil Use and management*. 8: 125-130.

- Bernal, M.P., y Roig, A. 1993b. The influence of pig slurry fertilisation on the mineral contents of horticultural crops grown in calcareous soils. *J. Sci. Food Agric.* 62: 129-135.
- Burton, C., Sneath, R., Misselbrock, T. y Pain, B. 1998. The effect of farm scale aerobic treatment of piggery slurry on odour concentration, intensity and offensiveness. *J. agric Engng Res.* 71: 203-211.
- Burton, C.H y Turner, C. 2003. *Manure Management, treatment strategies for sustainable agriculture.* Silsoe Research Institute, Silsoe. UK. 490 p.
- Burton, C.H. 1994. Modelling the performance of a non-steady state continuous aeration plant for the treatment of pig slurry. *J. Agric. Engng Res.* 59: 253-262.
- Burton, C.H. 1997. *Manure management treatment strategies for sustainable agriculture.* Silsoe Research Institute. UK. 181 p.
- Burton, C.H. y Farrent, J.W. 1998. Continuous aerobic treatment of pig slurry: evaluation of options based on Long-treatment time and two-stage processing. *J. Agric. Engng Res.* 69: 159-167.
- Burton, C.H. y Sneath, R.W. 1997. Continuous farm scale aeration plant for reducing offensive odours from piggery slurry: control and optimisation of the process. *J. Agrc. Engng Res.* 60: 271-279.
- Brasó J.M. y Mas M. (2005). “*Depuradora ecológica a base de plantas para zonas aisladas*” Pp: 143-149.
- Bustamante I., Vera S., Sanz J.M., Alpuente J., Mateos J., León V., López P., Corvea J.L y Larrañaga J. (2005). “*Filtros verdes: Diseño, funcionamiento, evolución y control de la contaminación de las aguas subterráneas*”. Pp: 245-253.
- Caballero A., Faz A., Lobera J., 2006 a. *Reutilization of pig slurries: water recycling by constructed wetlands.* Symposium on Environmental Biotechnology. Leipzig- Alemania.
- Caballero, A., Faz, A, Lobera J.B. 2006 b. *Vertical flow surface constructed wetland as a treatment to remove pollutants from the pig slurry liquid phase: study case in La Aljorra, SE Spain.* Congreso: Cost 859- Phytotechnologies lessons from pilot and field scale. WG4 “Integration and application of phytotechnologies”. Sintra- Portugal.
- Calderon Pascual, V y Pascual Anderson, M.R. 2004. *Microbiología alimentaria: metodología analítica para alimentos y bebidas.*
- Carballas, T. y Díaz-Fierros, F. 1990. El purín de vacuno en Galicia, características, poder fertilizante y problemas ambientales. Conselleria de Ordenación do Territorio e Obras Públicas, Dirección Xeral de Calidade Medioambiental e Urbanismo. Xunta de Galicia. 162 p.
- Carter G. 1993. Responses of Leaf Spectral Reflectance to Plant Stress. *Am. J. of Botany* 80: 239-243.
- Caselles-Osorio A. y García J. (2005). “*Eliminación de materia orgánica disuelta y particulada en humedales construidos experimentales*”. Pp: 46-52.
- Cortijo R., Ansola G y Luis E. (2005). “*Aplicación de tecnologías de bajo coste para la depuración integral de agua residual en pequeños municipios de la Comunidad de Castilla y León*”. Pp: 102-107.
- Chadwick, D.R., Martinez, J., Marol, C. y Béline, F. 2001. Nitrogen transformations and ammonia loss following injection and surface application of pig slurry: a laboratory experiment using slurry labelled with <sup>15</sup>N-ammonium. *Journal of Agricultural Science, Cambridge.* 136: 231-240.

- Chadwick, D.R., van der Weerden, T., Martinez, J. y Pain, B.F. 1998. Nitrogen transformations and losses following pig slurry applications to a natural soil filter system (Solepur Procces) in Brittany, France. *J. Agric. Engng Res.* 69: 85-93.
- Chappelle, E.W., Lichtenthaler, H.K. 1994 Fluorescence Measurements of Vegetation Remote Sensing of Environment 47:1.
- Daudén, A. y Quílez, D., 2003. Purines como fertilizantes agrícolas. *Albóitar nº 62* (Enero-Febrero). Suplemento Especial.
- Directiva 98/83/CE, relativa a la calidad de las aguas destinadas a consumo humano.
- De la Flor, M. y Lobete, F. 1996. Contaminación por metales pesados (Cu y Zn) en suelos afectados por purines de cerdo en la Provincia de Segovia. Biodisponibilidad de estos contaminantes y problemática ambiental. *Caja Segovia.* 55p.
- Duchaufour, Ph., 1970. *Précis de Pédologie.* Masson. Paris. 481p.
- Europactizyme. 1999. Plan estratégico para la gestión y el tratamiento de los purines de cerdo producidos por la ganadería porcina en la Provincia de Valencia, Estudio IV. Diputació de València, Medi Ambient. 91 p.
- F.A.O., 2001. European Commission. Eurostat.
- Faz A., Llona M., Tortosa J., Palop A., Andujar M., Lobera J. 2003 a. “*Utilización de purines de cerdo para fertilización de cultivos hortícolas como sustitución de fertilización mineral en Lorca (Murcia)*”. FORUM CALIDAD I.S.B.N.: 84-688-2337-6. Madrid-España. 15-666 pp.
- Faz, A., Lobera, J. B., Andujar, M., Acosta, J. A., Carmona, D. M., Llona, M., Martínez-Martínez, S., Martínez, P., Palop, A., Plana, V., Tortosa, J. L., Zanuzzi, A. 2005 a. *Pig slurries sustainable reutilization: potential application for crop production and soil remediation, water recycling and disposal risk assessment. International Conference on Industrial Crops and rural development.* International Conference on Industrial Crops and rural development. Murcia-España.
- Faz A., Tortosa J.L., Andujar M., Llona M., Lobera J., Palop A., Amat S. 2005 b. *Application of Pig Slurries in the Guadalentin Valley for Brócoli and Watermelon Production: Preliminari Results.* Sustainable Use and Management of Soil. Arid and Semiarid Regions. *Advances in GeoEcology.* CATENA VERLAG GMBH. ISBN 3-923381-49-2; US-ISBN 1-59326-244-2. Reiskirchen, Germany.133-148 pp.
- Ferrer, P.J., Sanz, J.B. y Pomar, J. 1983. Posibilidades de utilización agrícola del estiércol líquido de porcino (ELP) en relación con su valor fertilizante y su incidencia sobre el suelo. I. Composición y valor fertilizante del ELP. *Anales del INIA, Serv. Agric.* 23: 35-57.
- Garcia, C., Hernandez, T., Albaladejo, J., Castillo, V. Y Roldan, A. 1998. Revegetation in semiarid zones: influence of terracing and organic refuse on microbial activity. *Soil Science Society of American Journal.* 62: 670-676.
- Garcia, C., Hernandez, T., Costa, F. y Ceccanti, B. 1994. Biochemical parameters in soils regenerated by the additions of organic wastes. *Waste Management and Research.* 12: 457-466.
- González, B., 2003. Porcino y purín: Situación actual. *Albóitar nº 62* (Enero-Febrero). Suplemento Especial.

- Gonzalías A.E. (2005). “*Post treatment of sulfide loaded effluent from anaerobic treatment in laboratory-scale constructed wetlands-model experiments*”. Pp: 268-272.
- Guiziou, F. y Béline, F. 2005. In situ measurement of ammonia and greenhouse gas emissions from broiler house in France. *Bioresource Technology*. 96: 203-207
- Griffin P. y Upton J. 1999 “*Constructed wetlands: A strategy for sustainable Wasterwater treatment at small treatment works*” *Journal of the Chartered Institution of Water and Environmental management* 13 (6): 441-6.
- Günter L., Raimund H., Johannes L., Alexander P. 2005. Evaluation of substrate clogging processes in vertical flow constructed wetlands. Department for Sanitary Engineering and Water Pollution Control. University of Agricultural Science Vienna.
- ICMSF. 1994. *Microorganismos de los alimentos. I. Su significado y métodos de enumeración*.
- Llona M., Faz A., Andujar M., Lobera J., Arnaldos R., y Conesa H. 2002. “*Utilization of Pig Slurry in the Guadalentín Valley for Broccoli Production: Preliminary results on their influence on soil physical and chemical properties*”. Quaderna Editorial/ Interlibro, I.S.B.N.: 84-95383-23-3. Cartagena, Murcia-España.
- Llona M., Faz A., Andujar M., 2003. “*Principales riesgos debido a la aplicación de purín de cerdo en el Valle del Guadalentín, Lorca-Murcia. Resultados preliminares sobre las propiedades físico-químicas del suelo*”. Editorial: Forum Calidad I.S.B.N.: 84-688-2337-6. Madrid- España. 15-666.
- Llona M., Faz A. 2004. “*Effect of pig slurries application for broccoli production on macronutrients contents in soil-crop system.*” Fourth International Conference on Land Degradation. Cartagena-España.
- Lobera J. 1996. “*Tratamiento integral de purines*”. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. I.S.B.N. 84-87154-53-0. 61 pp.
- Lobera, J.B.; Martínez Rangel, P.; Ferrández Ferrándiz, F. y Martín Gámez, J., 1998. Reutilización agronómica de los purines de cerdo (Reedición actualizada). Serie Técnica y de Estudios. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente (CAAMA). Región de Murcia.
- Lucía T., Curt M.D. y Fernández J. (UP de Madrid). (2005) “*Estudio de la tolerancia de diversas especies de macrofitas acuáticas al NaCl en solución*”. Pp: 255-260.
- Maddison M. y Mander U. (2005). “*Dynamics of Typha latifolia population in a free water surface flow constructed wetland in Estonia*”. Pp: 32-37.
- Mandi L., Tiglyene S. y Jaouad A. (2005). “*Eliminación del Cromo de las aguas residuales de la curtiduría mediante infiltraciones verticales de Phragmites australis*”. Pp: 81-86.
- M.A.P.Y.A. 1998. Métodos oficiales de análisis en la Unión Europea: diario oficial de las comunidades europeas. Tomo I. Neografics. Madrid. 495 pp.
- Martín I. 1989 “*Depuración de aguas con plantas emergentes*” Hojas Divulgadoras nº 16/89 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General de Estructuras Agrarias. (24 pp.).

- McGechan, M.B. y Wu, L. 1998. Environmental and economic applications of some slurry management options. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 71: 273-283.
- Misselbrook, T.H., Nicholson, F.A. y Chambers, B.J. 2005. Predicting ammonia losses following the application of livestock manure to land. *Bioresource Technology*. 96: 159-168.
- Moal, J., Martinez, J., Guiziou, F. y Coste, C. 1995. Ammonia volatilisation following surface-applied pig and cattle slurry in France. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*. 125: 245-252.
- Molleda P., Ansola G. y de Luis E. (2005). "Análisis microbiológico de las aguas residuales tratadas por un humedal artificial de tipo MJEA® en León". Pp: 211-215.
- Morales A.E., Sanz A., Zafra M.F. y Gil A. 1996. Repercusiones nutritivas de la incorporación del aditivo Biopolym Fz granulado a los piensos para pollos, Trabajo realizado para Biopolym Iberica S.L. por los Departamentos de "Biología Animal y Ecología" y de "Bioquímica y Biología Molecular" de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada. En *Catalogo Biopolym 1997*,13-19.
- Morató J., Salcedo I., Codony F., Delgado S., García J y Bayona J.M. (2005). "*Eliminación de microorganismos y dinámica del biofilm en humedales construidos de flujo subsuperficial*". Pp: 54-59.
- Oficina Internacional del Agua 2001 "Guía de procesos extensivos de depuración de las aguas residuales adaptadas a las pequeñas y medias colectividades" Luxemburgo, Oficina de las publicaciones oficiales de las comunidades europeas. (40 pp.).
- Analysis. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, U.S.a. 2, 914-916.
- Pérez-Olmedilla M. y Rojo C. 2000 "Función depuradora de los humedales. I: una revisión bibliográfica sobre el papel de los macrófitos" *Boletín SEHUMED* nº 14: 115-9.
- Olesen, T., Griffiths, B.S., Henriksen, K., Moldrup, P. y Wheatley, R. 1997. Modelling diffusion and reaction in soils: V. Nitrogen transformations in organic manure-amended soil. *Soil Science*. 162: 157-168.
- Plaza, C. 2002. Aprovechamiento agrícola del purín de cerdo en agroecosistemas semiáridos: efectos sobre suelos y plantas. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Porta, J., López, M. y Roquero, C. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. (2º ed) Mundi Prensa. Madrid. 849 p.
- Prat, I. 1995. Manual de gestió dels purins i de la seva reutilizació agrícola. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Departament d' Agricultura, Ramaderia i Pesca. 128 p.
- Pratt, M. 1965. Potassium and sodium. In C. A. Black (ed.). *Methods of Soil Analysis* American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA. 2, 1022-1030.
- Puigagut J., Salvadó H. y García J. (2005). "*Cambios en la comunidad de microfauna en humedales construidos atendiendo al tipo de materia orgánica administrada*". Pp: 61- 66.

- R.D. 261/1996 de 16 de febrero relativo a la protección contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias. B.O.E. nº 61 de 11/03/96.
- Risse, L.M., Cabrera, M.L., Franzluebbers, A.J., Gaskin, J.W., Gilley, J.E., Killorn, R., Radcliffe, D.E., Tollner, W.E. y Zhang, H. 2001. Land application of manure for beneficial reuse. White paper on Animal Agriculture and the Environmental for National Center for Manure and Animal waste Management. MWPS, Ames, IA, 38 p.
- Salas J.J., Pidre J.R. y Cuenca I. (2005). *“Investigaciones sobre humedales artificiales en la planta experimental de Carrión de los Céspedes (Sevilla)”*. Pp: 89-94.
- Sánchez, L., Díez, J.A., Vallejo, A. y Cartagena, M.C. 2001. Denitrification losses from irrigated crops in central Spain. *Soil Biol. Biochem.* 33: 1201-1209.
- Sánchez, M. 2001. Utilización agrícola del estiércol licuado de ganado porcino: método rápido de determinación del valor fertilizante. Establecimiento de bases para el diseño de un óptimo plan de fertilización. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid.
- Saviozzi, A., Levi-Minzi, R., Riffaldi, R. y Vanni, G. 1997. Laboratory studies on the application of wheat straw and pig slurry to soil and the resulting environmental implications. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 61: 35-43.
- Schmidt, D.R. y Bicundo, J.R. 2000. Odor and hydrogen sulfide emissions during the composting of caged layer manure. En: *Proceeding of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Air Pollution from Agricultural Operations*, ASAE, des Moines, IA, October 9-11. ASAE, St. Joseph, MI, 75-83 p.
- Schröder, J. 2005. Revisiting the agronomic benefits of manure: a correct assessment and exploitation of its fertilizer value spares the environment. *Bioresource Technology.* 96: 253-291.
- Schröder, J.J., Bannink, A. y Kohn, R. 2004a. Improving the efficiency of nutrients use in cattle operations. En: Pfeffer, E., Hristov, A.N. (Eds), *Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle*. CABI, Wallingford, UK, in press.
- Schröder, J.J., Neeteson, J.J., Oenema, O. y Struik, P.C. 2000. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. *Field crops Research.* 66: 151-164.
- Schröder, J.J., Neeteson, J.J., Withagen, J.C. y Noij, I.G. 1998. Effects of N application on agronomic and environmental parameters in silage maize production on sandy soil. *Field Crops Res.* 58: 55-67.
- Schröder, J.J., Scholefield, D., Cabral, F. y Hofmans, G. 2004b. The effects of nutrients losses from agriculture on ground and surface water quality: the position of science in developing indicators for regulation. *Environ. Sci. Policy* 7 (1): 15-23
- Schwitzguébel JP. (2001). *“Hype of hope: the potential of phytoremediation as an emerging green technology. Remediation”*. 11(4), 63-78.
- Schwitzguébel JP, Nehnevajova E, Federer G and Herzig R. (2005). *“Metal accumulation and metabolism in higher plants: potential for phytoremediation”*. Chapter 23 in: *Trends in*.
- Schwitzguébel JP, Van der Lelie D, Baker A, Glass DJ and Vangronsveld J. (2002). *“Phytoremediation: European and American trends, successes, obstacles and needs”*. *Journal of Soils and Sediments* 2(2), 91-99.

- Schwitzguébel JP. (2004). “*Potential of phytoremediation, an emerging green technology: European trends and outlook*” Proc. Indian natn Sci Acad. B 70, 131-152.
- Schwitzguébel JP, Aubert S, Grosse W and Laturus F. (2002). “*Sulphonated aromatic pollutants. Limits of microbial degradability and potential of phytoremediation*”. Environmental Science and Pollution Research 9, 62-72.
- Sommer, S.G. y Olesen, J.E. 2000. Modelling ammonia volatilisation from animal slurry applied with trail hoses to cereals. Atmospheric Environment. 34: 2361-2372.
- Steinshamn, H., Thuen, E., Azzaroli-Bleken, M., Tutein-Brensøe, U., Ekerholt, G. y Yri, C. 2005. Utilization of nitrogen (N) and phosphorus (P) in an organic dairy farming system in Norway. Agriculture, Ecosystems and Environment. 104: 509-522.
- Tamayo R. 2002 “Descontaminando al natural” Suplemento Científico-Técnico en Red en [www.jrebeldede.cu/enred/descontaminando.html](http://www.jrebeldede.cu/enred/descontaminando.html)
- Toor, S.G., Sims, J.T. y Dou, Z. 2005. Reducing phosphorus in dairy diets improves farm nutrient balances and decreases the risk of nonpoint pollution of surface and ground waters. Agriculture, Ecosystems and Environment. 105: 401-411.
- Tortosa, A. Faz, A. Palop, J.B. Lobera, M. Andújar and M.T. Mendez. 2002. “*Evolution of some microbiological properties of soils by the application of pig slurry in semiarid mediterranean areas: preliminary analyses*”. International Symposium on Sustainable Use and Management of Soils in Arid and Semiarid Regions. Cartagena-España.
- Universidad Politécnica de Madrid. *Depuración de aguas residuales por filtro de macrófitas en flotación*. En red en : [www.macrofitas.com](http://www.macrofitas.com).
- Vossoughi M., Alemzadeh I. y Manshoori M. (2005). “*Evaluación del funcionamiento de humedales artificiales piloto para el tratamiento de aguas residuales industriales*”. Pp: 121-127.
- Vymazal J. 1996 “Constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech republic the first 5 years experience” Water Science and Technology 34 (11): 159-64
- Zhu, J., Zhang, Z. y Ndegwa, P. M. 2003. Using a Soil Hydrometer to measure the Nitrogen and Phosphorus contents in Pig Slurries. Biosystems Engineering. 85: 121-128.



**ANEXO I: Resultados de los Análisis  
Microbiológicos.**



Resultados Análisis Microbiológicos.

MUESTRA	AEROBIOS MESÓFILOS				COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		ESTREPTOCOCOS FECALES		SALMONELLA	SHIGELLA	ESCHERICHIA COLI
	DIL.	R1	R2	RT	COMB.	NMP	COMB.	NMP	COMB.	NMP			
1A1	-3	152	131	141.500	5/2/0	49	3/1/0	11	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
1A2	-4	53	40	465.000	1/0/0	2	0/0/0	≤2	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
1A3	-4	84	96	900.000	0/0/0	≤2	0/0/0	≤2	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
3A1	-3	132	100	116.000	5/2/0	49	2/0/0	5	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
3A2	-4	37	130	835.000	5/5/3	300	4/4/0	34	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
3A3	-3	216	219	217.500	5/4/1	170	1/1/0	4	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
5A1	-4	370	976	6.730.000	3/3/0	240	3/2 /0	93	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
5A2	-4	345	432	3.885.000	3/2/0	93	2/0/0	9	3/2/1	1.500	Negativo	Negativo	Negativo
5A3	-4	654	564	6.090.000	3/0/0	23	1/0/0	2	3/3/0	2.400	Negativo	Negativo	Negativo
7A1	-4	377	876	6.265.000	3/2/0	93	3/0/0	23	3/2 /0	930	Negativo	Negativo	Negativo
7A2	-4	654	432	5.430.000	2/1/0	15	1/0/0	4	3/2 /2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
7A3	-4	354	464	4.090.000	2/2/0	21	1/1/0	7	3/1/1	750	Negativo	Negativo	Negativo
9A1	-3	161	768	464.500	5/1/0	33	3/1/0	11	3/3/0	2.400	Negativo	Negativo	Negativo
9A2	-2	28	57	4.250	4/1/0	21	1/0/0	2	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
9A3	-4	227	28	1.275.000	5/3/1	110	2/1/1	9	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
11A1	-4	123	98	1.105.000	2/0/0	9	1/0/0	4	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
11A2	-4	78	89	835.000	2/0/0	9	1/0/0	4	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
11A3	-4	109	98	1.035.000	3/2 /0	93	2/0/0	9	3/0/0	230	Negativo	Negativo	Negativo
12A1	-4	423	324	3.735.000	3/0/0	23	2/0/0	9	3/2 /1	1.500	Negativo	Negativo	Negativo
12A2	-4	234	124	1.790.000	3/1/0	43	2/1/0	15	3/2 /2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
12A3	-4	243	476	3.595.000	3/1/0	43	2/0/0	9	3/2 /2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
14A1	-4	456	654	5.550.000	3/1/0	43	2/0/0	9	3/3/0	2.400	Negativo	Negativo	Negativo
14A2	-4	765	543	6.540.000	3/1/1	75	2/1/0	15	3/3/0	2.400	Negativo	Negativo	Negativo
14A3	-4	345	356	3.505.000	3/1/0	43	2/0/0	9	3/2 /1	1.500	Negativo	Negativo	Negativo
16A1	-4	154	161	1.575.000	3/1/1	75	1/0/0	4	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
16A2	-4	132	128	1.300.000	3/0/0	23	2/0/0	9	3/1/1	750	Negativo	Negativo	Negativo
16A3	-4	199	226	2.125.000	3/3/2	1.100	3/1/1	75	3/1/1	750	Negativo	Negativo	Negativo
18A1	-4	378	456	4.170.000	2/2/0	21	2/0/0	9	3/2 /1	1.500	Negativo	Negativo	Negativo
18A2	-4	367	378	3.725.000	2/2/1	28	1/1/0	7	3/2 /2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
18A3	-4	345	123	2.340.000	2/2/1	28	1/1/0	7	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
19A1	-4	345	265	3.050.000	3/3/1	460	1/0/0	4	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
19A2	-4	342	276	3.090.000	3/3/2	1.100	1/1/0	7	3/3/0	2.400	Negativo	Negativo	Negativo

## Resultados Análisis Microbiológicos.

MUESTRA	AEROBIOS MESÓFILOS				COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		ESTREPTOCOCOS FECALES		SALMONELLA	SHIGELLA	ESCHERICHIA COLI
	DIL.	R1	R2	RT	COMB.	NMP	COMB.	NMP	COMB.	NMP			
19A3	-4	654	543	5.985.000	3/1/1	75	1/1/0	7	3/2/0	930	Negativo	Negativo	Negativo
20A1	-4	565	643	6.040.000	3/1/1	75	1/1/0	7	3/1/1	750	Negativo	Negativo	Negativo
20A2	-4	346	514	4.300.000	3/2 /0	93	1/1/0	7	3/2 /1	1.500	Negativo	Negativo	Negativo
20A3	-4	635	456	5.455.000	3/0/0	23,00	2/0/0	9	3/2 /2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
21A1	-4	765	453	6.090.000	3/0/0	23	1/0/0	2	3/3/0	2.400	Negativo	Negativo	Negativo
21A2	-4	576	654	6.150.000	3/3/0	240	3/0/0	23	3/1/1	750	Negativo	Negativo	Negativo
21A3	-4	435	476	4.555.000	3/0/0	23	2/0/0	9	2/0/0	90	Negativo	Negativo	Negativo
23A1	-4	83	112	975.000	3/3/0	240	0/0/0	≤3	3/1/0	430	Negativo	Negativo	Negativo
23A2	-4	96	149	1.225.000	3/3/2	1.100	1/0/0	2	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
23A3	-3	52	57	54.500	3/0/0	23	1/0/0	2	3/2/0	930	Negativo	Negativo	Negativo
24A1	-4	342	267	3.045.000	3/3/1	460	2/0/0	9	3/2 /1	1.500	Negativo	Negativo	Negativo
24A2	-4	289	365	3.270.000	3/1/1	75	1/0/0	4	3/2 /1	1.500	Negativo	Negativo	Negativo
24A3	-4	234	456	3.450.000	3/1/1	75	1/1/0	7	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
25A1	-4	93	115	1.040.000	2/2 /0	21	2/0/0	9	3/2/0	930	Negativo	Negativo	Negativo
25A2	-4	96	134	1.150.000	2/2/1	28	2/0/0	9	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
25A3	-4	67	57	620.000	2/2/1	28	2/2 /0	21	3/1/1	750	Negativo	Negativo	Negativo
27A1	-3	45	78	61.500	3/0/0	23	1/0/0	2	3/1/1	750	Negativo	Negativo	Negativo
27A2	-3	43	67	55.000	3/1/1	75	1/1/1	11	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
27A3	-3	56	89	72.500	3/0/0	23	1/0/0	2	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
28A1	-4	159	112	1.355.000	3/2 /0	93	1/2/0	11	3/3/0	2.400	Negativo	Negativo	Negativo
28A2	-4	74	125	995.000	3/1/1	75	1/0/0	4	3/2/0	930	Negativo	Negativo	Negativo
28A3	-4	13	432	2.225.000	2/2 /0	21	1/0/0	4	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
30A1	-4	115	98	1.065.000	3/2 /0	93	1/0/0	2	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
30A2	-4	176	123	1.495.000	3/2 /1	150	2/1/0	15	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
30A3	-4	367	345	3.560.000	3/2 /0	93	2/2 /0	21	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
32A1	-4	431	387	4.090.000	2/0/0	9	1/0/0	4	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
32A2	-4	287	354	3.205.000	3/3/2	1.100	2/0/0	9	3/2 /2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
32A3	-4	367	376	3.715.000	3/3/1	460	1/1/1	11	3/2 /0	930	Negativo	Negativo	Negativo
34A1	-4	56	54	550.000	3/1/1	75	1/0/0	4	3/2 /0	930	Negativo	Negativo	Negativo
34A2	-4	46	48	470.000	2/2 /0	21	1/0/0	4	3/2 /2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
34A3	-4	45	30	375.000	2/2/1	28	2/0/0	9	3/2 /2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
35A1	-3	74	89	81.500	2/0/0	9	1/0/0	2	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo

Resultados Análisis Microbiológicos.

MUESTRA	AEROBIOS MESÓFILOS				COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		ESTREPTOCOCOS FECALES		SALMONELLA	SHIGELLA	ESCHERICHIA COLI
	DIL.	R1	R2	RT	COMB.	NMP	COMB.	NMP	COMB.	NMP			
35A2	-3	87	97	92.000	1/1/1	11	1/0/0	2	3/3/0	2.400	Negativo	Negativo	Negativo
35A3	-3	86	75	80.500	3/0/0	23	2/0/0	9	3/1/1	750	Negativo	Negativo	Negativo
36A1	-2	76	87	8.150	3/1/2	120	1/0/1	7	3/2/2/2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
36A2	-2	121	89	10.500	2/2/0	21	1/0/0	4	3/2/1	1.500	Negativo	Negativo	Negativo
36A3	-2	95	100	9.750	3/0/1	39	1/0/0	4	3/2/2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
39A1	-3	116	125	120.500	3/0/0	23	2/0/0	9	3/0/0	230	Negativo	Negativo	Negativo
39A2	-2	121	89	10.500	2/2 /0	21	1/0/0	4	3/3/0	240	Negativo	Negativo	Negativo
39A3	-4	45	54	495.000	3/1/1	75	2/0/0	9	3/3/0	2.400	Negativo	Negativo	Negativo
40A1	-4	345	365	3.550.000	3/3/2	1.100	2/0/0	9	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
40A2	-4	256	267	2.615.000	3/2 /0	93	2/1/0	15	3/2/0	930	Negativo	Negativo	Negativo
40A3	-4	324	287	3.055.000	3/2 /1	150	2/1/0	15	3/1/0	430	Negativo	Negativo	Negativo
41A1	-2	206	216	21.100	1/0/0	40	1/0/1	7	3/2/2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
41A2	-3	53	45	49.000	0/0/0	≤30	1/0/0	4	3/2/1	1.500	Negativo	Negativo	Negativo
41A3	-3	103	101	102.000	0/0/0	≤30	1/0/0	4	3/2/2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
42A1	-3	82	64	73.000	3/2 /0	93	1/2/0	11	3/3 /1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
42A2	-3	114	129	121.500	2/2 /1	28	1/1/1	11	3/1/1	750	Negativo	Negativo	Negativo
42A3	-3	143	117	130.000	3/1/1	75	1/0/0	4	3/1/2	1200	Negativo	Negativo	Negativo
43A1	-2	89	87	8.800	3/1/2	120	1/0/1	7	3/2/2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
43A2	-2	98	89	9.350	2/2 /0	21	1/0/0	4	3/2/1	1.500	Negativo	Negativo	Negativo
43A3	-2	95	107	10.100	3/0/1	39	1/0/0	4	3/2/2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
44A1	-3	134	126	130.000	3/2 /0	93	1/2/0	11	3/3 /1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
44A2	-3	114	103	108.500	2/2 /1	28	1/1/1	11	3/1/1	750	Negativo	Negativo	Negativo
44A3	-3	126	120	123.000	3/1/1	75	1/0/0	4	3/1/2	1200	Negativo	Negativo	Negativo
45A1	-2	206	216	21.100	1/0/0	40	1/0/1	7	3/2/2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
45A2	-3	53	45	49.000	0/0/0	≤30	1/0/0	4	3/2/1	1.500	Negativo	Negativo	Negativo
45A3	-3	103	101	102.000	0/0/0	≤30	1/0/0	4	3/2/2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
46A1	-2	82	64	7.300	3/2 /0	93	1/2/0	11	3/3 /1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
46A2	-3	116	125	120.500	2/2/1	28	1/1/1	11	3/1/1	750	Negativo	Negativo	Negativo
46A3	-3	149	110	129.500	3/1/1	75	1/0/0	4	3/1/2	1200	Negativo	Negativo	Negativo
47A1	-2	76	87	81.500	3/1/2	120	1/0/1	7	3/2/2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
47A2	-2	121	89	10.500	2/2 /0	21	1/0/0	4	3/2/1	1.500	Negativo	Negativo	Negativo
47A3	-2	95	100	9.750	3/0/1	39	1/0/0	4	3/2/2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo

## Resultados Análisis Microbiológicos.

MUESTRA	AEROBIOS MESÓFILOS				COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		ESTREPTOCOCOS FECALES		SALMONELLA	SHIGELLA	ESCHERICHIA COLI
	DIL.	R1	R2	RT	COMB.	NMP	COMB.	NMP	COMB.	NMP			
48A1	-2	231	221	22.600	0/ 0/0	<30	0/ 0/0	<30	3/ 0/0	230	Negativo	Negativo	Negativo
48A2	-3	116	103	109.500	0/0/0	<30	0/0/0	<30	2/2/0	210	Negativo	Negativo	Negativo
48A3	-3	131	120	125.500	3/3/2	11.000	1/ 1/1	110	3/ 3/ 3	>11000	Negativo	Negativo	Negativo
49A1	-2	206	216	21.100	1/0/0	40	0/0/0	<30	3/ 3/0	2.400	Negativo	Negativo	Negativo
49A2	-3	53	45	49.000	0/0/0	<30	0/0/0	<30	3/1/0	430	Negativo	Negativo	Negativo
49A3	-3	103	101	102.000	0/0/0	<30	0/0/0	<30	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
50A1	-3	299	282	290.500	3/2/0	930	1/1/0	70	3/3/0	2.400	Positivo	Negativo	Negativo
50A2	-4	94	89	915.000	0/0/0	<30	0/ 0/0	<30	3/2/1	1.500	Negativo	Negativo	Negativo
50A3	-4	122	124	1.230.000	3/3/1	4.600	2/2/1	280	3/3/1	4.600	Positivo	Negativo	Negativo
51A1	-4	207	196	2.015.000	3/3/2	11.000	2/2/1	280	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
51A2	-4	105	107	1.585.000	3/3/1	4.600	1/1/1	110	2/2/1	200	Positivo	Negativo	Negativo
51A3	-4	87	99	930.000	3/3/1	4.600	3/2/1	1.500	3/3/2	11.000	Positivo	Negativo	Negativo
52A1	-4	43	48	450.000	3/0/0	230	2/0/0	90	3/3/2	11.000	Positivo	Negativo	Negativo
52A2	-4	34	32	330.000	0/0/0	<30	0/0/0	<30	3/2/0	930	Negativo	Negativo	Negativo
52A3	-4	182	171	176.500	0/0/0	<30	0/0/0	<30	3/3/0	2400	Positivo	Negativo	Negativo
53A1	-4	72	64	680.000	3/1/1	750	1/1/1	111	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
53A2	-4	119	113	1.160.000	3/1/0	430	3/1/0	430	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
53A3	-4	51	59	550.000	3/0/0	230	1/0/0	40	3/3/3	>11000	Negativo	Negativo	Negativo
54A1	-3	109	114	111.500	1/1/0	70	1/1/0	70	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
54A2	-3	221	210	215.500	0/0/0	<30	0/0/0	<30	3/2/2	2.100	Negativo	Negativo	Negativo
54A3	-4	35	36	355.000	3/0/0	230	0/0/0	<30	3/3/0	2.400	Negativo	Negativo	Negativo
55A1	-4	74	67	705.000	3/0/0	230	1/0/0	40	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
55A2	-4	57	41	490.000	3/0/0	230	0/0/0	<30	3/3/1	4.600	Negativo	Negativo	Negativo
55A3	-4	84	88	860.000	3/3/0	2.400	1/0/0	40	3/3/0	2.400	Negativo	Negativo	Negativo
56A1	-4	56	52	540.000	3/3/0	2.400	0/0/0	<30	3/3/3	>11000	Positivo	Negativo	Negativo
56A2	-4	65	71	680.000	3/3/1	4.600	1/0/0	40	3/ 3/ 1	4.600	Positivo	Negativo	Negativo
56A3	-4	78	75	765.000	3/3/3	>11000	2/1/0	150	3/3/1	4.600	Positivo	Negativo	Negativo
57A1	-4	222	198	2.100.000	3/1/0	430	2/0/0	140	3/3/0	2.400	Positivo	Negativo	Negativo
57A2	-4	119	104	1.115.000	3/0/0	230	0/0/0	<30	3/3/3	>11000	Negativo	Negativo	Negativo
57A3	-4	107	99	1.030.000	3/3/1	4.600	1/0/0	40	3/3/2	11.000	Negativo	Negativo	Negativo
58A1	-4	121	141	1.310.000	3/3/3	>11000	1/1/1	110	3/3/3	>11000	Positivo	Negativo	Negativo
58A2	-4	160	136	1.480.000	3/3/3	>11000	1/1/0	70	3/3/3	>11000	Positivo	Negativo	Negativo

Resultados Análisis Microbiológicos.

MUESTRA	AEROBIOS MESÓFILOS				COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		ESTREPTOCOCOS FECALES		SALMONELLA	SHIGELLA	ESCHERICHIA COLI
	DIL.	R1	R2	RT	COMB.	NMP	COMB.	NMP	COMB.	NMP			
58A3	-4	59	52	555.000	3/3/0	2.400	1/0/0	40	3/3/2	11000	Negativo	Negativo	Negativo

Resultados Análisis Microbiológicos.

MUESTRA	AEROBIOS MESÓFILOS				COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		ESTREPTOCOCOS FECALES		SALMONELLA	SHIGELLA	ESCHERICHIA COLI
	DIL.	R1	R2	RT	COMB.	NMP	COMB.	NMP	COMB.	NMP			
1 E1	-2	415	310	36.250	0/0/0	≤2	0/0/0	≤2	2/0/0	90	Negativo	Negativo	Negativo
1 E2	-2	441	363	40.200	0/0/0	≤2	0/0/0	≤2	1/1/1	110	Negativo	Negativo	Negativo
1 E3	-2	431	548	48.950	0/0/0	≤2	0/0/0	≤2	1/1/0	70	Negativo	Negativo	Negativo
2 E1	-2	26	55	4.050	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/0/0	40	Negativo	Negativo	Negativo
2 E2	-2	370	437	40.350	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	2/0/0	90	Negativo	Negativo	Negativo
2 E3	-2	345	543	44.400	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/1/0	70	Negativo	Negativo	Negativo
3 E1	-1	34	24	290	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
3 E2	-1	23	33	280	0/0/1	3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
3 E3	-2	43	40	4.150	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/1	3	Negativo	Negativo	Negativo
4 E1	-2	35	26	3.050	0/0/0	<3	0/0/0	<3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
4 E2	-1	22	16	190	0/1/0	3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
4 E3	-2	41	32	3.650	0/0/0	<3	0/0/0	<3	1/0/1	7	Negativo	Negativo	Negativo
5 E1	-1	34	24	290	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
5 E2	-1	23	33	280	0/0/1	3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
5 E3	-2	43	40	4.150	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/1	3	Negativo	Negativo	Negativo
6 E1	-2	35	31	3.300	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
6 E2	-2	145	129	13.700	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
6 E3	-3	136	150	143.000	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
1F1	-2	510	428	46.900	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	3/0/0	23	Negativo	Negativo	Negativo
1F2	-2	467	458	46.250	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
1F3	-2	347	321	33.400	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	Negativo	Negativo	Negativo
2F1	-2	67	65	6.600	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
2F2	-2	76	89	8.250	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/1/0	7	Negativo	Negativo	Negativo
2F3	-2	43	34	3.850	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	Negativo	Negativo	Negativo
1G1	-2	34	23	2.850	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/0/0	20	Negativo	Negativo	Negativo
1G2	-2	24	12	1.800	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/0/0	20	Negativo	Negativo	Negativo
1G3	-2	14	16	1.500	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	2/0/0	90	Negativo	Negativo	Negativo
2G1	-2	110	100	10.500	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
2G2	-2	121	87	10.400	0/1/0	3	0/0/0	<3	3/1/0	43	Negativo	Negativo	Negativo
2G3	-2	45	56	5.050	0/1/0	3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
3G1	-3	78	98	58.600	0/0/0	<3	0/0/0	<3	2/0/0	9	Negativo	Negativo	Negativo
3G2	-3	65	66	65.500	0/1/0	3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
3G3	-3	78	76	77.000	0/0/0	<3	0/0/0	<3	3/2/1	150	Negativo	Negativo	Negativo



MUESTRA	AEROBIOS MESÓFILOS				COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		ESTREPTOCOCOS FECALES		SALMONELLA	SHIGELLA	ESCHERICHIA COLI
	DIL.	R1	R2	RT	COMB.	NMP	COMB.	NMP	COMB.	NMP			
4G1	-2	110	98	10.400	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
4G2	-2	88	90	8.900	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
4G3	-2	98	87	9.250	0/1/0	3	0/0/0	<3	2/0/0	9	Negativo	Negativo	Negativo
5G1	-2	64	71	6.750	0/0/0	<3	0/0/0	<3	3/1/0	43	Negativo	Negativo	Negativo
5G2	-3	235	220	227.500	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
5G3	-3	80	65	72.500	0/0/0	<3	0/0/0	<3	2/0/0	9	Negativo	Negativo	Negativo
6G1	-4	207	199	2.030.000	0/0/0	<3	0/0/0	<3	3/3/0	2.400	Negativo	Negativo	Negativo
6G2	-4	164	143	1.535.000	0/0/0	<3	0/0/0	<3	3/1/0	43	Negativo	Negativo	Negativo
6G3	-4	118	130	1.240.000	1/0/0	4	0/0/0	<3	3/0/0	23	Negativo	Negativo	Negativo
7G1	-4	87	98	925.000	1/0/0	4	0/0/0	<3	2/1/0	15	Negativo	Negativo	Negativo
7G2	-4	107	104	1.055.000	2/0/0	14	1/0/0	4	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
7G3	-4	72	68	700.000	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
8G1	-4	40	43	415.000	1/1/0	7	0/0/0	<3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
8G2	-4	31	44	375.000	1/0/0	4	0/0/0	<3	2/0/0	14	Negativo	Negativo	Negativo
8G3	-4	33	31	320.000	0/0/0	<3	0/0/0	<3	2/0/0	14	Negativo	Negativo	Negativo
1H1	-2	34	43	3.850	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	2/0/0	9	Negativo	Negativo	Negativo
1H2	-2	36	54	4.500	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
1H3	-2	56	42	4.900	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
2H1	-2	35	37	3.600	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	2/0/0	9	Negativo	Negativo	Negativo
2H2	-2	24	28	2.600	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
2H3	-2	29	27	2.800	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	Negativo	Negativo	Negativo
3H1	-2	97	87	9.200	0/0/1	3	0/0/0	<3	0/0/1	3	Negativo	Negativo	Negativo
3H2	-2	99	101	10.000	0/1/0	3	0/0/0	<3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
3H3	-2	143	154	14.850	0/0/0	<3	0/0/0	<3	2/0/0	9	Negativo	Negativo	Negativo
4H1	-2	178	189	18.350	0/0/1	3	0/0/0	<3	0/0/1	3	Negativo	Negativo	Negativo
4H2	-2	176	187	18.150	0/1/0	3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
4H3	-2	198	189	19.350	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/1	3	Negativo	Negativo	Negativo
5H1	-2	110	98	10.400	0/1/0	3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
5H2	-2	35	31	3.300	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
5H3	-2	145	129	13.700	0/1/0	3	0/0/0	<3	2/0/0	9	Negativo	Negativo	Negativo
6H1	-3	376	424	400.000	0/0/0	<3	0/0/0	<3	3/3/1	460	Negativo	Negativo	Negativo
6H2	-3	254	277	265.500	0/0/0	<3	0/0/0	<3	3/1/0	43	Negativo	Negativo	Negativo
6H3	-3	140	165	152.500	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo

## Resultados Análisis Microbiológicos.

MUESTRA	AEROBIOS MESÓFILOS				COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		ESTREPTOCOCOS FECALES		SALMONELLA	SHIGELLA	ESCHERICHIA COLI
	DIL.	R1	R2	RT	COMB.	NMP	COMB.	NMP	COMB.	NMP			
7H1	-2	268	279	27.350	0/0/0	<3	0/0/0	<3	3/0/0	23	Negativo	Negativo	Negativo
7H2	-3	126	118	122.000	0/0/0	<3	0/0/0	<3	3/0/0	23	Negativo	Negativo	Negativo
7H3	-2	292	281	28.650	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
111	-2	106	59	825.000	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	2/0/0	9	Negativo	Negativo	Negativo
112	-2	65	34	495.000	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	2/1/0	15	Negativo	Negativo	Negativo
113	-2	36	56	460.000	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	3/2/0	93	Negativo	Negativo	Negativo
211	-2	43	65	5.400	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
212	-2	78	104	9.100	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/1/1	11	Negativo	Negativo	Negativo
213	-2	54	67	6.050	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/1/0	7	Negativo	Negativo	Negativo
311	-2	38	65	5.150	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/1/1	11	Negativo	Negativo	Negativo
312	-2	54	78	6.600	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
313	-2	23	60	4.150	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
411	-2	76	78	7.700	0/1/0	3	0/0/0	<3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
412	-2	65	55	6.000	0/1/0	3	0/0/0	<3	0/0/1	3	Negativo	Negativo	Negativo
413	-2	101	121	11.100	0/0/0	<3	0/0/0	<3	2/0/0	9	Negativo	Negativo	Negativo
511	-2	123	111	11.700	0/1/0	3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
512	-2	98	102	10.000	0/1/0	3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
513	-2	100	101	10.050	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
611	-1	0	0	<10	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
612	-3	227	219	223.000	0/0/0	<3	0/0/0	<3	3/2/1	150	Negativo	Negativo	Negativo
613	-3	109	122	115.500	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
711	-3	122	107	114.500	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
712	-3	209	198	203.500	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
713	-3	208	201	204.500	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
1J1	-2	29	18	2.350	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
1J2	-2	9	34	2.150	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	Negativo	Negativo	Negativo
1J3	-2	37	54	4.550	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	Negativo	Negativo	Negativo
2J1	-2	34	56	4.500	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
2J2	-2	45	64	5.450	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
2J3	-2	36	75	5.550	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	0/0/0	≤3	Negativo	Negativo	Negativo
3J1	-3	136	150	143.000	0/0/0	<3	0/0/0	<3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
3J2	-2	64	71	6.750	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
3J3	-2	201	212	20.650	0/0/1	3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo

Resultados Análisis Microbiológicos.

MUESTRA	AEROBIOS MESÓFILOS				COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		ESTREPTOCOCOS FECALES		SALMONELLA	SHIGELLA	ESCHERICHIA COLI
	DIL.	R1	R2	RT	COMB.	NMP	COMB.	NMP	COMB.	NMP			
4J1	-2	189	198	19.350	0/1/0	3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
4J2	-2	165	178	17.150	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/ 0/1	3	Negativo	Negativo	Negativo
4J3	-2	98	90	9.400	0/0/1	3	0/0/0	<3	2/0/0	9	Negativo	Negativo	Negativo
5J1	-3	376	398	387.000	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
5J2	-3	332	375	353.500	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
5J3	-3	208	212	210.000	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
6J1	-1	0	0	<10	0/0/0	<3	0/0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
6J2	-3	>300	>300	>300000	3/3/1	460	3/1/1	75	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
6J3	-3	>300	>300	>300000	3/2/0	93	2/2/0	31	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
2S1	-1	56	78	670	0/0/0	<3	0/ 0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
2S2	-1	121	143	1.320	0/0/0	<3	0/ 0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
2S3	-1	43	54	485	0/0/0	<3	0/ 0/0	<3	0/ 0/1	3	Negativo	Negativo	Negativo
4S1	-2	21	12	1.650	0/0/0	<3	0/ 0/0	<3	1/0/0	4	Negativo	Negativo	Negativo
4S2	-2	12	10	1.100	0/0/0	<3	0/ 0/0	<3	0/0/0	<3	Negativo	Negativo	Negativo
4S3	-2	23	13	1.800	0/0/0	<3	0/ 0/0	<3	1/0/1	7	Negativo	Negativo	Negativo
7S1	-3	>300	>300	>300000	0/0/0	<3	0/0/0	<3	3/3/0	240	Negativo	Negativo	Negativo
7S2	-3	>300	>300	>300000	0/0/0	<3	0/0/0	<3	3/1/0	43	Negativo	Negativo	Negativo
7S3	-3	>300	>300	>300000	0/0/0	<3	0/0/0	<3	2/2/0	21	Negativo	Negativo	Negativo

Resultados microbiológicos tratados estadísticamente, donde DS (Desviación estándar) y MED (Media de las 3 recogidas).

Humedal 1

MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>Escherichia Coli</i>
Llenado 1-humedal 1 (MED 1A)	5,59	0,66	0,35	4,04	Negativo	Negativo	Negativo
DS-1A	0,41	0,90	0,60	0,00			
Vaciado 1-humedal 1 (MED 1E)	4,62	0	0	1,95	Negativo	Negativo	Negativo
DS-1E	0,07	0	0	0,10			
Llenado 2-humedal1 (MED 9A)	5,13	1,63	0,77	3,69	Negativo	Negativo	Negativo
DS-9A	1,32	0,37	0,40	0,33			
Vaciado 2-humedal 1 (MED 2E)	4,29	0	0	1,80	Negativo	Negativo	Negativo
DS-2E	0,59	0	0	0,18			
Llenado 3-humedal1 (MED 23A)	5,60	2,26	0,20	3,09	Negativo	Negativo	Negativo
DS-23A	0,75	0,85	0,17	0,52			
Vaciado 3-humedal 1 (MED 3E)	2,84	0	0	0,16	Negativo	Negativo	Negativo
DS-3E	0,67	0	0	0,28			
Llenado 4-humedal1 (MED 28A)	6,16	1,72	0,75	3,46	Negativo	Negativo	Negativo
DS-28A	0,18	0,35	0,25	0,54			
Vaciado 4-humedal 1 (MED 4E)	3,11	0	0	0,48	Negativo	Negativo	Negativo
DS-4E	0,72	0	0	0,44			
Llenado 5-humedal1 (MED 39A)	4,93	1,52	0,84	2,71	Negativo	Negativo	Negativo
DS-39A	0,85	0,31	0,20	0,58			

Resultados microbiológicos tratados estadísticamente, donde DS (Desviación estándar) y MED (Media de las 3 recogidas).

MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>Escherichia Coli</i>
Vaciado 5-humedal 1 (MED 5E)	2,84	0	0	0,16	Negativo	Negativo	Negativo
DS-5E	0,67	0	0	0,28			
Llenado 6-humedal1 (MED 44A)	5,08	1,28	0,89	3,21	Negativo	Negativo	Negativo
DS-44A	0,04	1,11	0,25	0,41			
Vaciado 6-humedal 1 (MED 6E)	4,27	0	0	0,00	Negativo	Negativo	Negativo
DS-6E	0,83	0	0	0,00			

#### Humedal 2

MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>Escherichia Coli</i>
Llenado 1-humedal 2 (MED 5A)	6,73	1,90	1,07	3,41	Negativo	Negativo	Negativo
DS-5A	0,13	0,51	0,84	0,24			
Vaciado 1-humedal 2 (MED 1G)	3,30	0	0	1,52	Negativo	Negativo	Negativo
DS-1G	0,14	0	0	0,38			
Llenado 2-humedal2 (MED 16A)	6,21	2,09	1,14	3,26	Negativo	Negativo	Negativo
DS-16A	0,11	0,86	0,66	0,67			
Vaciado 2-humedal 2 (MED 2G)	3,91	0	0	0,54	Negativo	Negativo	Negativo
DS-2G	0,18	0	0	0,94			

Resultados microbiológicos tratados estadísticamente, donde DS (Desviación estándar) y MED (Media de las 3 recogidas).

MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>Escherichia Coli</i>
Llenado 3-humedal2 (MED 21A)	6,74	1,70	0,87	2,74	Negativo	Negativo	Negativo
DS-21A	0,07	0,59	0,54	0,72			
Vaciado 3-humedal 2 (MED 3G)	4,82	0	0	1,04	Negativo	Negativo	Negativo
DS-3G	0,06	0	0	1,09			
Llenado 4-humedal2 (MED 27A)	4,80	1,53	0,55	3,53	Negativo	Negativo	Negativo
DS-27A	0,06	0,30	0,43	0,60			
Vaciado 4-humedal 2 (MED 4G)	3,98	0	0	0,32	Negativo	Negativo	Negativo
DS-4G	0,04	0	0	0,55			
Llenado 5-humedal2 (MED 36A)	3,97	1,66	0,68	3,27	Negativo	Negativo	Negativo
DS-36A	0,06	0,38	0,14	0,08			
Vaciado 5-humedal 2 (MED 5G)	4,68	0	0	0,86	Negativo	Negativo	Negativo
DS-5G	0,78	0	0	0,82			
Llenado 6-humedal2 (MED 43A)	3,97	1,66	0,68	3,27	Negativo	Negativo	Negativo
DS-43A	0,03	0,38	0,14	0,08			
Vaciado 6-humedal 2 (MED 6G)	6,20	0	0	2,13	Negativo	Negativo	Negativo
DS-6G	0,11	0	0	1,10			
Llenado 7-humedal2 (MED 48A)	4,83	2,01	1,35	3,03	Negativo	Negativo	Negativo
DS-48A	0,41	1,76	0,60	1,19			

Resultados microbiológicos tratados estadísticamente, donde DS (Desviación estándar) y MED (Media de las 3 recogidas).

MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>Escherichia Coli</i>
Vaciado 7-humedal 2 (MED 7G)	5,94	1	0	0,39	Negativo	Negativo	Negativo
DS-7G	0,09	1	0	0,68			
Llenado 8-humedal2 (MED 56A)	5,82	3,81	1,59	3,91	Positivo	Negativo	Negativo
DS-56A	0,08	0,53	0,59	0,42			
Vaciado 8-humedal 2 (MED 8G)	5,57	0	0	0,96	Negativo	Negativo	Negativo
DS-8G	0,06	0	0	0,31			

### Humedal 3

MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>Escherichia Coli</i>
Llenado 1-humedal 3 (MED 7A)	6,71	1,49	0,94	3,06	Negativo	Negativo	Negativo
DS-7A	0,13	0,51	0,84	0,24			
Vaciado 1-humedal 3 (MED 1I)	3,30	0	0	1,52	Negativo	Negativo	Negativo
DS-1I	0,14	0	0	0,38			
Llenado 2-humedal3 (MED 16A)	6,21	2,09	1,14	3,26	Negativo	Negativo	Negativo
DS-16A	0,11	0,86	0,66	0,67			
Vaciado 2-humedal 3 (MED 2I)	3,91	0	0	0,54	Negativo	Negativo	Negativo
DS-2I	0,18	0	0	0,94			
Llenado 3-humedal3 (MED 20A)	6,74	1,70	0,87	2,74	Negativo	Negativo	Negativo
DS-20A	0,07	0,59	0,54	0,72			

Resultados microbiológicos tratados estadísticamente, donde DS (Desviación estándar) y MED (Media de las 3 recogidas).

MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>Escherichia Coli</i>
Vaciado 3-humedal 3 (MED 3I)	4,82	0	0	1,04	Negativo	Negativo	Negativo
DS-3I	0,06	0	0	1,09			
Llenado 4-humedal3 (MED 25A)	4,80	1,53	0,55	3,53	Negativo	Negativo	Negativo
DS-25A	0,06	0,30	0,43	0,60			
Vaciado 4-humedal 3 (MED 4I)	3,98	0	0	0,32	Negativo	Negativo	Negativo
DS-4I	0,04	0	0	0,55			
Llenado 5-humedal3 (MED 36A)	3,97	1,66	0,68	3,27	Negativo	Negativo	Negativo
DS-36A	0,06	0,38	0,14	0,08			
Vaciado 5-humedal 3 (MED 5I)	4,68	0	0	0,86	Negativo	Negativo	Negativo
DS-5I	0,78	0	0	0,82			
Llenado 6-humedal3 (MED 42A)	3,97	1,66	0,68	3,27	Negativo	Negativo	Negativo
DS-42A	0,03	0,38	0,14	0,08			
Vaciado 6-humedal 3 (MED 6I)	6,20	0	0	2,13	Negativo	Negativo	Negativo
DS-6I	0,11	0	0	1,10			
Llenado 7-humedal3 (MED 47A)	4,83	2,01	1,35	3,03	Negativo	Negativo	Negativo
DS-47A	0,41	1,76	0,60	1,19			
Vaciado 7-humedal 3 (MED 7I)	5,94	1	0	0,39	Negativo	Negativo	Negativo
DS-7I	0,09	1	0	0,68			



Resultados microbiológicos tratados estadísticamente, donde DS (Desviación estándar) y MED (Media de las 3 recogidas).

Humedal 4

MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>Escherichia Coli</i>
Llenado 1-humedal 4 (MED 3A)	5,44	2,13	0,94	3,92	Negativo	Negativo	Negativo
DS-3A	0,44	0,40	0,51	0,22			
Vaciado 1-humedal 4 (MED 1F)	4,62	0	0	0,65	Negativo	Negativo	Negativo
DS-1F	0,08	0	0	0,68			
Llenado 2-humedal 4 (MED 11A)	5,99	1,29	0,72	3,23	Negativo	Negativo	Negativo
DS-11A	0,06	0,59	0,20	0,75			
Vaciado 2-humedal 4 (MED 2F)	3,77	0	0	0,48	Negativo	Negativo	Negativo
DS-2F	0,17	0	0	0,44			

Humedal 5

MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>Escherichia Coli</i>
Llenado 1-humedal 5 (MED 12A)	6,46	1,54	1,03	3,27	Negativo	Negativo	Negativo
DS-12A	0,18	0,16	0,13	0,08			
Vaciado 1-humedal 5 (MED 1H)	3,64	0	0	0,72	Negativo	Negativo	Negativo
DS-1H	0,05	0	0	0,20			
Llenado 2-humedal5 (MED 18A)	6,52	1,41	0,88	3,39	Negativo	Negativo	Negativo
DS-18A	0,13	0,07	0,06	0,25			

Resultados microbiológicos tratados estadísticamente, donde DS (Desviación estándar) y MED (Media de las 3 recogidas).

MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>Escherichia Coli</i>
Vaciado 2-humedal 5 (MED 2H)	3,47	0	0	0,52	Negativo	Negativo	Negativo
DS-2H	0,07	0	0	0,48			
Llenado 3-humedal5 (MED 23A)	5,60	2,26	0,20	3,09	Negativo	Negativo	Negativo
DS-23A	0,75	0,85	0,17	0,52			
Vaciado 3-humedal 5 (MED 3H)	4,05	0	0	0,68	Negativo	Negativo	Negativo
DS-3H	0,11	0	0	0,25			
Llenado 4-humedal5 (MED 36A)	3,97	1,66	0,68	3,27	Negativo	Negativo	Negativo
DS-36A	0,06	0,38	0,14	0,08			
Vaciado 4-humedal 5 (MED 4H)	4,27	0	0	0,32	Negativo	Negativo	Negativo
DS-4H	0,01	0	0	0,28			
Llenado 5-humedal5 (MED 40A)	6,48	2,40	1,10	3,21	Negativo	Negativo	Negativo
DS-40A	0,07	0,57	0,13	0,74			
Vaciado 5-humedal 5(MED 5H)	3,89	0	0	0,32	Negativo	Negativo	Negativo
DS-5H	0,33	0	0	0,55			
Llenado 6-humedal5 (MED 45A)	4,67	1,20	0,68	3,27	Negativo	Negativo	Negativo
DS-45A	0,34	0,35	0,14	0,08			
Vaciado 6-humedal 5 (MED 6H)	5,40	0	0	1,43	Negativo	Negativo	Negativo
DS-6H	0,21	0	0	1,34			

Resultados microbiológicos tratados estadísticamente, donde DS (Desviación estándar) y MED (Media de las 3 recogidas).

MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>Escherichia Coli</i>
Llenado 7-humedal5 (MED 50A)	5,84	2,54	1,76	3,41	Negativo	Negativo	Negativo
DS-50A	0,33	1,38	0,73	0,24			
Vaciado 7-humedal 5 (MED 7H)	4,66	0	0	0,91	Negativo	Negativo	Negativo
DS-7H	0,37	0	0	0,79			

#### Humedal 6

MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>Escherichia Coli</i>
Llenado 1-humedal 6 (MED 14A)	6,70	1,71	1,03	3,31	Negativo	Negativo	Negativo
DS-14A	0,14	0,14	0,13	0,12			
Vaciado 1-humedal 6 (MED 1J)	3,45	0	0	0,20	Negativo	Negativo	Negativo
DS-1J	0,18	0	0	0,35			
Llenado 2-humedal 6 (MED 19A)	6,58	2,53	0,76	3,34	Negativo	Negativo	Negativo
DS-19A	0,17	0,60	0,14	0,35			
Vaciado 2-humedal 6 (MED 2J)	4,43	0	0	0,20	Negativo	Negativo	Negativo
DS-2J	0,67	0	0	0,35			
Llenado 3-humedal 6 (MED 24A)	6,51	2,14	0,80	3,34	Negativo	Negativo	Negativo
DS-24A	0,03	0,45	0,18	0,28			

Resultados microbiológicos tratados estadísticamente, donde DS (Desviación estándar) y MED (Media de las 3 recogidas).

MUESTRA	Aerobios mesófilos Log(UFC/mL)	Coliformes totales Log(NMP)	Coliformes Fecales Log (NMP)	Estreptococos Fecales Log (NMP)	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>Escherichia Coli</i>
Vaciado 3-humedal 6 (MED 3J)	4,43	0	0	0,20	Negativo	Negativo	Negativo
DS-3J	0,67	0	0	0,35			
Llenado 4-humedal 6 (MED 36A)	3,97	1,66	0,68	3,27	Negativo	Negativo	Negativo
DS-36A	0,06	0,38	0,14	0,08			
Vaciado 4-humedal 6 (MED 4J)	4,16	0	0	0,48	Negativo	Negativo	Negativo
DS-4J	0,17	0	0	0,48			
Llenado 5-humedal 6 (MED 41A)	4,67	1,20	0,68	3,27	Negativo	Negativo	Negativo
DS-41A	0,34	0,35	0,14	0,08			
Vaciado 5-humedal 6(MED 5J)	5,49	0	0	0,00	Negativo	Negativo	Negativo
DS-5J	0,14	0	0	0,00			
Llenado 6-humedal 6 (MED 46A)	4,69	1,76	0,89	3,21	Negativo	Negativo	Negativo
DS-46A	0,71	0,28	0,25	0,41			
Vaciado 6-humedal 6 (MED 6J)	4,03	2	1	0,40	Negativo	Negativo	Negativo
DS-6J	2,89	1	1	0,35			