

## CEER-T-053

: CEER- 1-53

CONCENTRACION DE BACTERIAS COLIFORMES Y  
CONTAJE TOTAL DE BACTERIAS DEL SISTEMA DE PURIFICACION  
DE AGUAS DOMESTICAS BASADO EN LA  
ASOCIACION DE JACINTOS DE AGUA

Facultad de Ciencias Biosociales

Escuela Graduada de Salud Pablica

Departamento de Salud Ambiental

Recinto de Ciencias Médicas

Universidad de Puerto Rico

Centro para Estudios Energéticos y Ambientales

Division de Ecologia Terestre

Universidad de Puerto Rico

CENTER FOR ENERGY AND ENVIRONMENT RESEARCH

UNIVERSITY OF PUERTO RICO ? USS. DEPARTHENT OF ENERGY

---Page Break---

CONCENTRACION DE BACTERIAS COLIFORMES Y  
CONTAJE TOTAL DE BACTERIAS DEL SISTEMA DE PURIFICACION  
DE AGUAS DOMESTICAS BASADO EN LA  
ASOCIACION DE JACINTOS DE AGUA

Facultad de Ciencias Biosociales

Escuela Graduada de Salud Pablica

Departamento de Salud Ambierital

Recinto de Ciencias Médicas

Universidad de Puerto Rico

Centro para Estudios Energéticos y Ambientales

Division de Ecologia Terrestre

Universidad de Puerto Rico

CENTER POR ENERGY AE

ENVRUMMILSC a01 Ane 1

BPAblNe.

eve)

---Page Break---

RESUMEN,

La utilización del Jacinto de agua como biofiltro para la clarificación de las aguas cloacales e industriales se encuentra en estos momentos en su fase de desarrollo.

Uno de los criterios a tomarse en cuenta en el diseño de un sistema de clarificación basado en los Jacintos de agua es el de determinar la presencia de microorganismos fecales para el mantenimiento de la pureza del agua. Los parámetros a usarse son: fermentación de tubos múltiples (presuntiva, confirmada y completada), y conteo total de bacterias. Dichos parámetros reflejarán la disminución de microorganismos bajo el concepto del Jacinto

de agua.

at

---Page Break---

?TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO «..+.02224000006

RESUMEN .

LISTA DE TABLAS .

LISTA DE FIGURAS

L INTRODUCCION. ...eeeseeeeessseeseeeeeeeeeeeeeeeeeseeeeeeeeee ]

IT MATERIALES Y METODOS.

IM RESULTADOS Y DISCUSION.....

IV\_RESUMEN.

V CONCLUSIONES .

## BIBLIOGRAFIA .

tv

---Page Break---

## LISTA DE TABLAS

Pégino

Tabla I.- Necesidades Investigativas (de Robinson, 1976)...

Tabla I.- Hora y fecha en que se tomaron las 15 muestras de la investigación....

216

Tabla III.- Relación de muestras tomadas en el sistema experimental

de Jacintos..... : seseel?

Promedio de los resultados de las pruebas presuntiva,  
conflmmada y completads pare coliformes durante el  
mes de febrero, 1973. :

?Tabla

Tabla V.~Promedio muestreo No. 1, 2, 3, 4 para la prueba de  
NMP y el 95% de confluabilidad para varlas combinaciones  
nogativas y positivas en proporciones de 3-10 ml, 3-) mi  
y 3.1 ml durante cl mes de febrero.....++ seve e20

?Tabla VI.- Contaje total del nGmero de bacterias/ml durante el mes de febrero.....

222

?Tabla Vil.- Promedio de los resultados de las pruebas presuntiva, confirmada y completada para coliformes durante el mes de abril, 1979...

Tabla VIII.- Promedio de muestreos #5-10 para la prueba de NMP y el 95% de confiabilidad para varias combinaciones de resultados negativos y positivos en proporciones de



3-10 ml, 3-1 ml, 3.1 ml durante el mes de abril.....4.26

Tabla DX.- Contaje total del número de bacterias/ml durante el mes de abril... verte : 29

Tabla X.- Promedio de los resultados de las pruebas presuntive, confirmada y completada para coliformes durante el mes de mayo en 31

mayo.

---Page Break---

Cont. Lista de Tablas

Página

Tabla X1.- Promedio muestreo No. 11-#15 para la prueba de NMP y su 95% de confiabilidad para varias, combinaciones de resultados negativos y positivos en proporciones de 3-10 ml, 3-1 ml, 3-.1 ml durante el mes de mayo...

Tabla XII.~ Contaje total del número de bacterias/ml durante el

mes de mayo. « 235

Tabla XII.~ Promedio de los resultados de las pruebas de E. coli

para determinar presencia de org. fecales de 3-10 ml,

3-1 ml, 3,1 ml durante los meses de abril y mayo...

VW

---Page Break---

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1.~ Planta de tratamiento de aguas negras en El

Congutstador .

Figura 2.- Volumen promedio de la planta de tratamiento por hora en El Conquistador :

Figura 3.- Sistema de retención de aguas a tiempos de 1,2, 4,8 y 16 días.

Figura 4.- Detalle de una piscina de retención.

Figura 5.- Pruebas presuntiva, confirmada y completada..

Figura 6.- Gráfica comparativa de los promedios y el 95% de confiabilidad para la prueba de NMP de bacterias/100 ml en el lugar de muestreo durante el mes de febrero...

Figura 7.- Promedio del contaje total del número de bacterias/ml vs. lugar de muestreo durante el mes de febrero.....23

Figura 8.- Gráfica comparativa de los promedios y el 95% de confiabilidad para la prueba de NMP de bacterias/100 ml en el

lugar de muestreo durante el mes de abril 27

Figura

Promedio del contaje total del número de bacterias/ml vs.  
lugar de muestreo durante el mes de abril 30

Figura 10,- Gráfica comparativa de los promedios y el 95% de  
confiabilidad para la prueba de NMP de Bacterias/100  
ml en el lugar de muestreo durante el mes de mayo

de 1979... 238

Figure 11.- Promedio del contaje total del número de bacterias/ml  
vs. lugar de muestreo durante el mes de mayo.....+.36

vit

---Page Break---

Cont. Lista de Tablas

Pagina

Tabla X1.- Promedio muestreo No. 11~#15 para la prueba de NMP y su 95% de confiabilidad para varias combinaciones de resultados negativos y positivos

1 ml durante

en proporciones de 3-10 ml, 3-1 ml, 3-0.1 ml durante los meses de mayo.

?Tabla XI1,~ Contaje total del número de bacterias/ml durante el mes de mayo.

Tabla XIIL.~ Promedio de los resultados de las pruebas de E. coli para determinar presencia de org. fecales de 3-10 ml, 3-1 ml, 3-0.1 ml durante los meses de abril y mayo.....37

---Page Break---

## 1 INTRODUCCION

La utilización de los jacintos de agua, *Eichhornia crassipes*, como biofiltro para la clarificación de las aguas cloacales e industriales de comunidades y ciudades que se encuentran a lo largo del "Cinturón de Jacintos" localizado en la región tropical y subtropical aproximadamente dentro de los 32° de latitud del Ecuador (Joseph, 1976) se encuentra en estos momentos en su fase de desarrollo.

Los Jacintos de agua

*Eichhornia crassipes*, figuran entre las plantas

acuáticas vasculares pertenecientes a la familia Pontedericaceae. Poseen

estrecho parentesco con otras plantas vasculares como las nenúfares (compuestas por volutas tubulares capaces de conducir y almacenar). Por su alta productividad los Jacintos son capaces de absorber grandes cantidades de nutrientes

y también contaminantes (entre los constituyentes de las aguas cloacales y desechos industriales encontramos entre ellos metales pesados como el

mercurio y plata, productos químicos tóxicos, como los fenoles y carcinógenos probados, como estroncio, níquel y cadmio) de su medio acuático. (Joseph, 1976).

Una vez absorbidos los nutrientes y contaminantes mediante los procesos metabólicos los transforma y almacena en forma diferencial en los extensos sistemas celulares a lo largo de su biomasa. Por lo tanto son capaces estas plantas de remover del agua altas concentraciones de contaminantes además de retener en su sistema de raíces gran cantidad de sólidos suspendidos.

---Page Break---

Wolverton, 1976 en un informe del Laboratorio Nacional de Tecnología

Espectral (NSTL) de la NASA en la Bahía de St. Louis, Misssippt, presenta los resultados obtenidos en una instalación de prueba donde los Jacintos depuran las aguas cloacales (tratamiento primario) de una comunidad de 5,000 residentes, y llega a la siguiente conclusión:

+ +:bas&ndonos en datos presentados en este informe preliminar, suponemos que ciudades situadas en regiones tropicales y subtropicales del mundo podrían utilizar el sistema de los Jacintos de agua como tratamiento final de filtración...para reducir los niveles de sustancias contaminadoras de las aguas cloacales provenientes de fuentes domésticas, a niveles que satisfagan las normas de calidad para estas aguas".

En este estudio el lugar escogido para depurar las aguas cloacales bajo el concepto del Jacinto de agua fue El Conquistador, una planta de tratamiento



?secundario localizada en la municipalidad de Trujillo Alto en el Barrio Carratzo, carretera 175 km. 9.7. (Figura 1). La planta está localizada a 1 km. del Tago Carratzo en el cual su superficie tiene abundancia de jacintos de agua. El influente de esta planta proviene de fuentes domésticas principalmente servidas por alcantarillas en el área de la Urbanización El Conquistador. La planta del Conquistador es una facultad pequeña designada para una capacidad de 0.500 MGD. En promedio la planta trata un volumen de 0.100 MGD. En la figura 2 podemos ver el volumen promedio de agua tratada por hora. Esta figura representa la relación entre el efluente de la planta y la actividad humana en el vecindario.

Durante el día hasta las 11:00 p.m. el día comprende la mayor actividad humana, el volumen promedio del efluente recibido es de 100,000 galones

---Page Break---

Jopoisinbueg 13 ua sos6au sonby ap osuejwojory ap Jud] \*) O4nb} 4

SL 1050183 049484409

Nowovorsiaivs 30 vNaLsis

sed

oavoas

30 On237

:

3

s

g

i

wo1s2010

---Page Break---

seuoj09

dopoysinbuop 13 ua

DIOH 40d Ofua/WOIo1L BP O1UD/d DJ] ap Olpaujord UAWINjOA \*Z D4N6ly

---Page Break---

por hora, La cantidad de aguas cloacales baja a 10,000 galones por hora hasta las 7:00 a.m. cuando comtenza de nuevo la utilizactén de agua.

(vullamii, 1979).

Uno de los erttertos de disefio a tomarse en cuenta antes del disefto de un sistema de clarificacién basado en los Jactntos (Robinson, 1976, Tabla 1) es el de determinar la presencta de microorgantsmos fecales para el manten!- mtento de la pureza del agua.

Por tal mottvo para este estudio se consider un sistema de retencién de piscinas para estudiar la efictencta del sistema bajo el concepto del Jacinto de agua y préxima a la planta de tratamiento secundarto se nstalaron 15

Piscinas a diferentes tiempos de retención 1,2,4,8 y 16 días con tres réplicas cada una, en el cual cada piscina tenía su grifo para facilitar la toma de muestras (figuras 3 y 4). Ya que ha sido motivo de preocupación el hecho de que materia fecal humana sea llevada por las aguas a un sistema de tratamiento de aguas cloacales que luego terminan en los famosos lagos el cual puede representar un problema a la salud ambiental.

Las bacterias son magníficas indicadores de contaminación y muestras de ellas son fáciles de obtener, aunque su identificación sea algo laboriosa. Los bacilos coliformes son usados como indicadores de la presencia de patógenos en los cuerpos de agua contaminada.

Por coliforme entenderemos todos los aerobios y anaerobios facultativos capaces de fermentar lactosa con formación de gas dentro de las primeras 48

horas @ una temperatura de 35°C, de tinción negativa y de forma no esporulada.

---Page Break---

TABLA I. NECESIDADES INVESTIGATIVAS (de Robinson, 1976)

Racionamiento/

Parámetros Mecanismos ?Comentarios

1. Ecología del (a) razón de crecimiento/ | 1a interacción laguna/

Jacinto nutriente/localización/ | Jacinto es basado en la

2, Consideraciones

ala salud

3. Investigaciones

?Legales del

estatus del

Jacinto de agua

3. Eficacia de

mecanismos de

tratamiento

época (del año)

(i) crecimiento/razón 1%

de cobertura/razón de

recolección/localiza-

ción/época (del año)

(e) Potencial para la

transmisión de plagas

al público en general.

Opinton legal de las  
leyes federales y estata-  
les acerca de leyes de  
mala hierba el cual  
puede afectar el uso del  
Jacinto en el muntcipto.

SS: raz6n de carga;  
Filtract6n/sedimentact6n/  
Retroalimentact6n; Pro-  
ductividad/Esquema de  
cosecha -0/0 de cober-  
tura/localizact6n/Epoca  
(Gel ato)

remoct6n eftcaz de  
nutriente.

Los critertos de disefio.  
no pueden ser evaluados  
2 menos que las curvas  
de efictencta temporal

y espactal pueden ser

establecidas.

Esta información debe ser  
adquirida antes de que los  
esquemas de disposición  
puedan ser costeados.

La posible construcción  
de lagunas poco profundas  
pueden resultar en un  
lugar propicio para el  
desarrollo de plagas

(e.g. mosquitos) .

Desde que el Jacinto ha  
sido declarado una mala  
hierba, los usuarios de  
estas podrían ser encau-  
sados legalmente por la  
introducción de la misma  
en áreas no infectadas.

Estas relaciones deben  
ser establecidas antes  
de que los criterios de



un diseño económica-  
mente viable pueda ser  
calculado. Al presente  
sólo se pueden dar  
estimados.

---Page Break---

Cont. Tabla 1.

Parámetros

Mecanismos

Racionalización/

Comentarios.

4, Fosforo

5. Oxígeno disuelto

DBO: razón de carga;

Filtración/sedimentación/

Retro-alimentación; Pro-

ductividad/Esquema de

cosecha ~ 0/o de cober-

tura/localización/Epoca

(del año).

N: razón de carga;

Filtración/sedimentación/

Retro-alimentación; Pro-

ductividad/Esquema de

cosecha ~ 0/o de cober-

tura/localización/Epoca

(del año).

Nitrificación-Denitrificación

razón de carga;

Filtración/sedimentación/

Retro-alimentación; Pro-

ductividad/Esquema de

cosecha ~ 0/o de cober~  
tura/localzact6n/Epoca  
(del afio) .

Mecanismos adictonales  
de tratamiento.

Mecanismos adictonales  
de tratamiento.

Remoctr6n de f6sforo no  
Parece ser econ6mica~  
mente viable. Tratamiento  
adictonal es requerido.

Niveles de O.D. tiene que  
ser m&s bajos que los  
estandares, Algin trata~  
miento adictonal podrfa  
ser necesarto.

---Page Break---

Cont. Tabla 1.

Parámetros

6. Diseño de Laguna

7. Uso del Jacinto

después de la  
recolección.

8. Control de

calidad para

investigaciones

presentes.

Razón de carga; tiempo

de retención; relación

aeróbica/anaeróbica con

relación a la profundidad;

profundidad de raíces

(sustrato microbiano)

Procedimiento de

cosecha.

Materiales, aceites,  
sustancias químicas,  
energía, etc.

Racionalización/  
entornos

La eficacia del sistema  
ha de ser función de los

4 mecanismos presentados  
anteriormente. El costo  
del tratamiento puede ser  
optimizado por el diseño  
de laguna.

Puede reducir costo de  
operación,

Mecanismos de clarificación

en el extstente disefio no  
parece ser adecuado para  
88, DBO, N, F, y OD.

---Page Break---

8

Figura 3.Sistema de Retencion de Aguas a tiempos  
de1,2,4,8 y 16 dias

FFLUENTE

INFLUENTE

I

(OTO}O

---Page Break---

10

5.3, ?\_\_\_

@ TT

mM.

+

INFLUENTE EFLUENTE

Figure 4. Detalle de una Piscina de retencion

---Page Break---

un

Wolverton 1976, obtuvo los siguientes resultados en cuanto a los coliformes fecales!

El índice de coliforme fecal se redujo de un 121,000 NMP/100 ml a la entrada a un promedio de salida del sistema de 40,000 NMP/100 ml. A pesar de que en este estudio no se pudo hacer una correlación del efecto de los Jacintos en el coliforme fecal y el efecto normal en una laguna sin plantas. Se podría sugerir un futuro proyecto para ver el posible efecto en un estanque con Jacintos y sin Jacintos como control.

Por eso sería más factible demostrar la presencia de algunas cepas no-patógenas que provienen del intestino tales como *Escherichia coli* y *Streptococcus faecales*. Estos organismos se encuentran en el intestino y normalmente no están presentes en el suelo o agua por consiguiente cuando se detectan en el agua se puede asumir que el agua esté contaminada con materia fecal. Y de surgir un caso de enfermedad por patógenos entéricos esa agua podría transmitir la enfermedad a toda la comunidad.



For eso los objetivos de este trabajo son los siguientes:

1. Verificar la presencia de Jacintos de agua en los tanques de retención

favorece la diseminación de microorganismos o si por el contrario se nota una reducción de microorganismos.

2, Demostrar la presencia de coliformes utilizando como indicador

*Escherichia coli*.

3. Determinar el número de coliformes totales.

4, Demostrar que las aguas usadas contienen contaminación de origen

fecal.

---Page Break---

## II MATERIALES Y METODOS

Para determinar la presencia de coliformes se llevó a cabo la prueba de

fermentación de tubos múltiples (presuntiva, confirmada y completada, figura 5)

metodología de acuerdo a Standard Methods for Examination of Water and

Wastewater, Ita, edición, Cada parte de la prueba corresponde a las características del coliforme. La prueba presuntiva va a determinar el "número más probable de bacterias por mililitro?". De esta forma se determina el número de coliformes totales.

En la prueba confirmada además del medio de verde-brillante se utilizó un

medio selectivo de

coliformes fecales para así demostrar que las aguas usadas contienen contaminación de origen fecal.

Se utilizó la prueba del conteo total de bacterias por placas para determinar la cantidad estimada de bacterias en la muestra, esto se llevó a cabo según Standard Methods for Examination of

ater and Wastewater, 14ta, edici6n.

El periodo del estudio comprendt6 desde el mes de febrero hasta mayo.

Durante el mes de febrero se tomaron muestrmas los dfs 15, 16, 26 y 28 bajo las

stgutentes condiciones: Piscinas con diferentes tiempos de retenci6n 1, 2, 4,

8y 16 dfes, la planta se encontraba trabajando en condiciones normales, a

peser de que el efluente secundario no se estaba clorinando.

Entre el 18 de abril y 16 de mayo se tomaron once muestrs cada una

replicada ocho veces bajo las siguientes condiciones:

2

---Page Break---

13

Figura 5. Pruebas Presuntiva, Conflrmada y Completada

A, Prueba Presuntiva

Inoculay lactosa e incubar por 24 Those &

Beebe

© ®

Prosuectén de No hoy 6

= Tnceber Zt hve, odtetonates

prosbe ( Greta 40 3 nee)

eas Shee)

an 2.2)

rodvctén gas No hay gas

Prac 6) Prebe

osencls

Coltonmes

8 Prueba Confimade

; te fete Confimmde

6 ty

dy aa

an

Medio verde ?

Britlanee

day

frowe, de gas Nowa

Produc, demas, Mogae on2.n da (2.9

repo Colitome Prusa () Gsiontas Stotcon Gctontes

user Siotoos, Mer porte Nesattwo

Gaps. SCH Astencta de

Conftrmado Coltfornes

---Page Break---

Cont. Figure § ?

??? 2.2)

aay

aay aa. 01.2.2) 2.3)

Transfertt

F inclinado y fermentaci3n de lactosa. Inculsar

?agar de 24 48 hrs. y lactosa 48 hrs. a 35°C.

tt,

G22)

(3.2)

Producotén de gas No gas

Hacer Tincién Prueba (-)

1.0) (3.1.2)

?Tincton (-) Espores o tincién

No presencia de esporas (Oy esporas

Prueba completada

?Transtertr porcién

de agar a caldo

reinaleado ?

incubar 48 bre.

?,

G12 1.2.2)

Producción 988 Nogar

Transferencia Nos

porción de

cultivo 3 (1.1.2)

¥ proceder en (3)

Presencia de coliformes

---Page Break---

1s

De la planta sólo estaban funcionando los acreadores, las piscinas tenían el mismo tiempo de retención (1 día); pero se estaba clorando. Referirse a la Tabla TI el cual nos demuestra la hora y fecha en que se tomaron las muestras de la investigación.

Al tomar las muestras se dejaba correr un poco el agua, se llenaba el frasco e inmediatamente se tapaba y se ponía en hielo para inhibir multiplicación o muerte de bacterias.

La Tabla III resume la relación de muestras a tomarse en el sistema experi-

mental de Jacintos para el estudio de la concentración de bacterias coliformes y conteo total de bacterias del sistema de purificación de aguas domésticas

basados en la Asociación de Jacintos de Agua.

---Page Break---

## TABLA II. HORA Y FECHA EN QUE SE TOMARON LAS 15 MUESTRAS DE LA INVESTIGACION

ees

Muestreo Numero de

Numero Fecha +1979 \_\_muestras tomadas Hora

1 Febrero 25, we 6:00 a.m.

a 6 1 11:30 p.m,

2 2% 18 9:20 a.m.

? 28 18 10:15 a.m.

5 aor 18 0 1:40 p.m.



6 20 0 1:30 p.m.

7 28 x0 9:15 a.m.,

8 2s 10 9:00 a.m.

9 27 . 10 10:30 a.m.

0 20 0 9:00 a.m.

n Mayo 7 8 9:00'a.m.

2 8 ° o:10 a.m.

1s n 9 9:30 a.m.

? ? 9 8:20 a.m.

15 6 ° 9:20 a.m.

Seana

A

---Page Break---

7

## TABIA II. RELACION DE MUESTRAS TOMADAS EN EL SISTEMA EXPERIMENTAL DE JACINTOS

a

Lugar Muestras de 100 mi

Triturador 1 muestra

Salida del efluente

secundario 1 muestra

Piscinas (+) Jacinto 1 muestra por piscina

(total 15 muestra?)

Efluente sistema Jacintos 1 muestra

---Page Break---

## TIT RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos durante el mes de febrero fueron los siguientes:

1, a tabla IV resume los resultados de las pruebas que determinan la

Presencia o ausencia de coliformes en las piscinas de clarificación, las mismas

demuestran que se encuentran bacterias fermentadoras de lactosa, que producen

Ácido, las cuales son típicas (nucleadas y de un verde metálico), de tinción

negativa y de forma no-esporulada.

2. El recuento de organismos coliformes expresados en "número más

probable" de bacterias por 100 ml con un 95% de confiabilidad (Tabla V, figura 6)

resultó en la entrada de la planta en m&s de 1100 bacterias/100 ml. A medida

que pasa por el sistema de Jacintos se refleja un aumento durante el segundo

factor de retención. Los resultados demuestran que la tendencia

disminuir

hasta alcanzar en la salida del sistema de Jacintos un total de 150 bacterias/  
100 ml, Esta prueba nos demuestra una condición de contaminación por bacterias  
coliformes y nos resume el número total de coliformes presentes en la muestra.

3, El conteo total de bacterias por placas nos revela que el número de  
bacterias es mayor a la entrada de la planta de tratamiento secundario, 50,000  
bacterias (figura 7, tabla VI) al recibir un tratamiento primario y secundario  
?sin llevarse @ cabo clorinación en las aguas notamos una leve disminución,  
30,000 bacterias por placa. Pero una vez las aguas entran al sistema de  
Jacintos las bacterias disminuyen por placa al primero, segundo y cuarto día  
de retención. En el octavo día de retención el total de bacterias por placas

---Page Break---

TABLA IV. ? PROMEDIO DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PRESUNTIVA,  
CONFIRMADA Y COMPLETADA PARA COLIFORMES DURANTE EL.

?MES DE FEBRERO, 1979

Verde | EMB.o Endo

- Brillante | Agar

4enrs. | asbrs. | 7 aw | 4s pre. | tu

Triturador [3 3 3] 3 3 3 + -|+

Efluente v

secundario [3 3 3] 3 3 3

Diasde |Piscina +

Roteratn | sistema de eS

a [jactntos 1]3 2 2] 3 22

va

16 aja2af322

e

2 3}3 3 3) 33 3

a

4 aJa 3 of 3.3 0

e

8 s}a 2 2)a 22

e

1 s)3 31} 32

Le

8 as 22fa22 -

2 sls ssf aaa J

4 s}2 s0fs30 Ke

16 w}s 2ap3 2a ?

4 nfs 3s of3 30 i

1 wls sats sa is

16 af32afs 24

IL

2 ujs a 3f33 3

1 w}saafsa ?

Efluente

sistema de s2ifs21 he

jacintos

\

---Page Break---

20

?TABLA V.? PROMEDIO MUESTREO NO. 1, 2, 3, 4 PARA LA PRUEBA DE NMP Y EL  
95% DE CONFIABILIDAD PARA VARIAS COMBINACIONES DE RESULTADOS  
NEGATIVOS ¥ POSITIVOS EN PROPORCIONES DE 3-10 ml, 3-1 ml y 3.1 ml

DURANTE EL MES DE FEBRERO

Wamero de tubos que

Ateron positive

48 hor NMP 95% de Conftabilidad

3de[ Se | Sde | por

rom} im | am | 00m. |) Bajo (+) Alto

Triturador 3 3 3 + 1,100 +150 + 4,800

Salida

efluente

secundarto | 3 3 3 + 1,100 +150 + 4,800

Piscina +

sistema de

Jacintos

Diasde afo3 2 2 210 35 470

retenci6n 16 2 |-3 2 a 150 30 440

2 3 | 3 3 3 +1100 150 4,800

4 a | 3 3 ° 240 36 1,300

8 5 | 3 2 2 210 35 470

1 6] 3 3 1 460 n 2,400

8 713 2 2 210 35 470

2 se} 3 3 3 +1100 150 4,800

4 s | 3 3 ° 240 36 1,300

is | 1 | 3 2 1 150 30 440

4 n | 3 3 ° 240 36 1,300

a wz | 3 3 1 460 n 2,400

we | 13 | 3 2 1 150 30 440,

2 ui | 3 3 3 +1100 150 4,800

1 is | 3 3 1 460 n 2,400

Efluente

Stetema

de jactntos | 3 2 1 150 30 446

---Page Break---

NUMERO DE BACTERIAS /100 mi



FIGURA 6. GRAFICA COMPARATIVA DE LOS PROMEDIOS Y EL  
95% DE CONFIABILIDAD PARA LA PRUEBA DE NMP.  
DE BACTERIAS/100 ML EN-EL LUGAR DE MUESTREO  
DURANTE EL MES DE FEBRERO

NUM. DE PISCINAS +  
SISTEMAS DE JACINTOS

Sr EFLUENTE

HP w bias be werencion ??sisrewa  
g of Jacinros

---Page Break---

22

TABLA VI. ? CONTAJE TOTAL DEL NUMERO DE BACTERIAS/ML DURANTE  
EL MES DE FEBRERO

? 102 104

Triturador 50,000 3,000,000

Efluente secundarto 30,000 1,000, 000

Dias de Piscinas + sistema

Retención de Jacintos.

e 1 30,000 150,000

16 2 0 o

2 3 12,000 8,000

4 4 ° o

| 8 5 30,000 150,000

1 6 ?20,000 100,000

e 7 30,000 150,000

2 8 12,000 80,000

4 8 ° °

16 10 ° 0

4 n ° 0

3 12 20,000 100,000

16 13 ° °

2 4 32, 000 80,000

1 15 20,000 100,000

Efluente 1,000 150,000

. sistema de

Jectntos

---Page Break---

23

1,000,000

FIGURA 7. PROMEDIO DEL CONTAJE TOTAL DEL NUMERO  
DE BACTERIAS/ML VS. LUGAR DE MUESTREO  
DURANTE EL MES DE FEBRERO

NUMERO DE BACTERIAS /100mt

i ws vias of erencion ??sisrema

i NUM, DE PIScINAS + DE JACINTOS

i Srorewas oe vaciaros

---Page Break---

24

tlenden a aumentar lo cual podrfra deberse a la acumulact6n de s6lidos en las

extensas raíces de las plantas, al cenizo depositado al fondo de los tanques

de clarificación o a los sólidos suspendidos los cuales contienen materia orgánica @ inorgánica y estos son un medio propicio de alimento para los microorganismos.

Al décimo sexto día (16) de retención las bacterias disminuyen considerablemente lo cual podría deberse a que con el tiempo las bacterias tienden a morir al cambiar las condiciones químicas del agua, teniendo a la salida del efluente del sistema de Jacintos un total de 1000 bacterias/ml.

Esta prueba nos refleja la efectividad en la purificación de las aguas para remover o no propiciar la reproducción de las bacterias.

Resultados del mes de abril:

1, La tabla VII resume los resultados de las pruebas que determinan la presencia o ausencia de coliformes en las piscinas de clarificación, las mismas demuestran que se encuentran bacterias fermentadoras de lactosa, que producen Sctdo, las cuales son típicas (nucleados y de un verde metálico), de tinción negativa y de forma no esporulada.

\Gmero mAs probable" de bacterias por 100 ml a la entrada de la  
Dlanta fue de 1100 bacterias/100 ml. Se refleja una disminuct6n en el efluente  
secundario de 93 bacterias/100 ml. En el sistema de Jacintos notamos una serie  
de fluctuactones de aumento y disminuct6n de bactertas (Tabla VIII, figura 8)

ue postblemente se deba a las condictones ya expuestas en los resultados

---Page Break---

25,

TABIA VII,? PROMEDIO DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PRESUNTIVA,  
CONFIRMADA Y COMPLETADA PARA COLIFORMES DURANTE EL  
MES DE ABRIL, 1979

Tactosa] Verde | EMBo Endo] Lactosa]

Brillante | Agar

hrs.]] ae brs. | AN | 4enhrs. | Tinci6n

Triturador af aps fe + 1[+ -

Salida -

Efluente ?

Secunarto 3] 2) 0 |

Se

Dfasde ?Piscinas + e

Retenci6n sistema de

Jacintos 1 3] alo | ?

2 a} ap2 jm ?

Lata 3 3] 2]o | eS

4 afa}2 p -

5 3} 3s}o |e Le

7 3} ojo [~ e

10 3}afa fe ?

e

12 a}ajo |

Efluente

del stste-

ma de

Jacintos 3}ofo | -? -

---Page Break---

26

TABIA VIII, ? PROMEDIO DE MUESTREOS #5 - #1D PARA LA PRUEBA DE NMP  
Y EL 95% DE CONFIABILIDAD PARA VARIAS COMBINACIONES  
DE RESULTADOS NEGATIVOS Y POSITIVOS EN PROPORCIONES  
DE 3-10 ML, 3-1 MLj 3.1 ML DURANTE EL MES DE ABRIL

Namero de Tubos

Jque dteron positive NMP 95% de

jon 48 horas por Conftablidad

3de10m1\_ 3-1 m1\_3-.) ml 100 m) Bajo () Alto (+)

?Triturador 3 3 3 | +1100 180 4800

Salida efluente

ssecundario 3 2 0 93 15 380

Pisciras+ 1 3 3 ° 240 36 1300

Sistema de

Jectntos 2 3 3 2 noo 150 | 4800

3 3 2 o 935 as 380

4 3 3 2 aioo+ | 150 | 4800

5 3 3 0 240+ 36 1300

7 3 ° ° 23- 4 120

10 3 1 1 7s- 4 230

12 3 1 o 43- 7 210

Efluente sistema 3 0 ° 23 4 120

Jactntos



1,000,000. FIGURA 8. GRAFICA COMPARATIVA DE LOS PROMEDIOS Y EL  
95% DE CONFIABILIDAD PARA LA PRUEBA DE NMP  
DE BACTERIAS/100 ML EN EL LUGAR DE MUESTREO  
DURANTE EL MES DE ABRIL

NUMERO ?DE BACTERIAS /100 ml

a

# DIAS DE RETENCION (1 dfa) SISTEMA  
MUM. DE PISCINAS + DE YACINTOS  
SISTEMAS DE JACINTOS

---Page Break---

del mes de febrero, teniendo una salida del sistema de Jacintos de 23 bacterias  
por 100 ml,

3. El contaje total de bacteria por placas fue de un total de 50,000  
bacterlas en el triturador, pero al llevarse a cabo un tratamtento primarto y

secundario más la adición de cloro refleja una disminución en el efluente secundario de 4,000 bacterias/ml, debido a que se estaban clorinando las aguas. Una vez entran al sistema de Jacintos el número de bacterias por placa aumenta, saltando un efluente del sistema de Jacintos de 30,000 bacterias/ml, posiblemente debido a los nutrientes disponibles en los sustratos y a la disminución de la concentración del cloro al pasar de los días y a las aguas estar en contacto con la atmósfera (Tabla IX, figura 9).

Resultados para el mes de mayo:

1, La tabla X resume los resultados de las pruebas que determinan la presencia o ausencia de coliformes en las piscinas de clarificación, los mismos demuestran que se encuentran bacterias fermentadoras de lactosa, que producen ácido: las cuales son tetradas (nucleados y de un verde metálico), de tinción negativa y de forma no esporulada .

2. EL NMP de bacterias/100 ml fue a la entrada de la planta de 1100 bacterias/100 ml, observándose una disminución en el efluente secundario de 43 bacterias/100 ml y resultando a la salida del sistema de Jacintos de 9 bacterias/100 ml (Tabla X1, figura 10).

Durante este periodo de muestreo la planta se encontraba operando en condiciones normales.

---Page Break---

TABLA IX, ? CONTAJE TOTAL DEL NUMERO DE BACTERIAS/ML DURANTE EL

?MES DE ABRIL

# BACTERIAS/ML

102, 104

?Triturador 50,000 3000000

Salida Efluente

Secundario 4,000 10000

Dias de Piscinas + sistema

Retenct6n de Jacintos

1 df 1 10000

2 640000

3 50000

4 590000

7 30000

10 180000

2 200000

Efluente

sistema de

Jacintos 70,000

---Page Break---

NUMERO EF BACTERIAS 100m!

30

FIGURA 8. PROMEDIO DEL GONTAJE TOTAL DEL NUMERO DE BACTERIAS/ML VS, LUGAR DE MUESTREO DURANTE EL MES DE ABRIL.

1 a8 3 a® 9 10® V8® EFLUERTE  
DIAS DERETENCION (1 dfa) SISTEMA  
NUM. DE PISCINAS + DE YACINTOS  
SITEMAS DE JACINTOS

---Page Break---

31

TABIA X.? PROMEDIO DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PRESUNTIVA, CONFIRMADA Y¿ COMPLETADA PARA COLIFORMES DURANTE BL.

MES DE MAYO

iiio

Tactosa | vB |indo Agar | Lactosa | inctén

aon. | aon. [PAN [s -| cs

v 7 =

titundor |3 33 | 33 3

salida -

efluente . Vv

secundario] 3 2 0 31 0?

Dfas de Piscinas + ?

retencion sistema de l-

jacintos 3/2 0 0 | 2 0 of? e

1 ata e 7

30 IL

Asoo] 300 gs

3}3 00 300 i \_

Le

af20 0} 2 0 of

Y o

s)3 22 32 2) -?

73.00] 3 0 of

Eftuente

sistema

dejacintos | 2.0 0 | 2 0 oh~ |e

---Page Break---

32

TABLA X1,? PROMEDIO MUESTREO NO. 11 ~ #15 PARA IA PRUEBA DE NMP Y SU  
95% DE CONFIABILIDAD PARA VARIAS COMBINACIONES DE RESULTADOS  
NEGATIVOS Y POSITIVOS EN PROPORCIONES DE 3-10 ml, 3-1 ml, 3.1 ml  
DURANTE EL MES DE MAYO.

Número de tubos que

generan positivo en

48 horas con 95% de confiabilidad

de 3 de 3 Sade | por

com | im\_ | i/m\_ | room | () peje (alta

Triturador a 3 3 | +1100 150 4800

Salida efluente

secundario | 3 1 ° 43 7 210

Placas 71] 2 ° ° 9 1 36

+ 5

Sistema de, \*

Jactos 3 ° ° 23 4 120

1

Días de | 3} 3 ° ° 2 4 120

Retención |

2 ° ° 2 4 120

1 día :

re a0 3 a7

1,

3 2 3

Vs 2 210 s 470

Efiente

del sistema

de jacintos 2 1 36



---Page Break---

NUMERO DE BACTERIAS /100 ml

33

FIGURA 10. GRAFICA COMPARATIVA DE LOS PROMEDIOS Y  
EL 95% DE CONFIABILIDAD PARA LA PRUEBA DE  
NMP DE BACTERIAS/100 ML EN EL LUGAR DE  
MUESTREO DURANTE EL MES DE MAYO 1979

ee eee ra EFLUENTE

DIAS DE RETENCION (1 dfal\_SiSTEMA

MUM. DE PIScINAS + DE vaciNTos

SISTEMA DE JACINTOS

---Page Break---

3. El conteo total de bacterias fue de 50,000 bacterias/ml en la entrada de la planta, el efluente secundario resultó con una concentración de 100 bacterias/ml debido posiblemente a que se estaba clorando el efluente de la planta de tratamiento secundario. (Tabla XII, figura 11).

Una vez el efluente secundario entra al sistema de jacintos observamos una disminución y aumento, pero que no sobrepasa las 100 bacterias/ml una vez se llevó a cabo la clorinación aunque notamos que en las piscinas #5 y #7 hay un aumento sustancial en cuanto al conteo total de bacterias por placa. Pues en dichas piscinas se percibía mal olor, descomposición de materia orgánica resultando un efluente del sistema de jacintos de 200 bacterias/ml.

Las pruebas realizadas con el medio selectivo de E. coli (Tabla XI) demuestran que las bacterias son de origen fecal.

Con los análisis bacteriológicos se comprueba la evidencia de contaminación por excreta las cuales son de origen intestinal.

Además la cantidad de bacterias nos da un indicio de que a mayor número de bacterias, mayor ha de ser posiblemente la cantidad de materia orgánica en proceso de descomposición.

?A mayor nGimero de bacterias de origen intestinal se puede presumir mayor

nGimero y/o concentraci3n de especies "pat3genas" entre ellos.

---Page Break---

38

?TABLA XII. ? CONTAJE TOTAL DEL NUMERO DE BACTERIAS/ML DURANTE  
EL MES DE MAYO.

???

# BACTERIAS/ML

10? 104

Triturador 50,000 300,000

Salida efluente

secundario 100 20,000

Piscina + Sistema de jacintos

#1 0 °

2 0 °

3 100 °

4 ° °

5 15,000 \_ 27,000

7 6,800 20,000

Efluente sistema

de Jacinto 200 °

?

---Page Break---

36

FIGURA 11. PROMEDIO DEL CONTAJE TOTAL DEL NUMERO

1,000,000, DE BACTERIAS/ML VS. LUGAR DE MUESTREO.

reowoe DURANTE EL MES DE MAYO

?=f

NUMERO DE BACTERIAS 7100 m1

i

=

. PE \*

3 F EFLUENTE

Z \$8 \* 01s vererencion (ate) sistema

B33 wm. oe piscinas + oe vacintos

£ OES sistemasoe vacinros

---Page Break---

37

TABLA XIIL.? PROMEDIO DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE E. COLI  
PARA DETERMINAR PRESENCIA DE ORG. FECALES DE 3-10 ML,  
3-1 ML, 3.] ML DURANTE LOS MESES DE ABRIL Y MAYO

Se

310ML 3-1 ML 3.1 ML.

E.Coli

?Triturador 3 3 3

Salida efluente

secundarto 2 1 °

Piscinas + 1 2 o o

sistema de

Jactntos 2 3 3 °

3 1 1 0

4 3 2 o

5 a 1 o

7 2 ° °

10 2 0 °

a2 ° o °

Efluente sistema

de Jactntos ° 1 °

---Page Break---

#### IV RESUMEN

El estudio de le diseminaci3n de microorganismos o reducci3n de micro-  
?organtsmos bajo el concepto del Jacinto de agua se realiz6 utilizando los

siguientes parámetros: a), técnica de fermentación de tubos múltiples (presuntiva, confirmada y completada), b) conteo total de bacterias.

En general el comportamiento de la concentración de las bacterias coliformes demuestran que ocurre una disminución en la concentración total de bacterias luego de entrar el efluente secundario al sistema de Jacintos. Pero @ partir del cuarto día de retención ocurre un aumento en la concentración de bacterias. Esto, posiblemente a la alta concentración de materia orgánica en los tanques y al desarrollo consecuente de condiciones anaeróbicas.

Durante la clorinación y con tanques con un solo día de retención, el aumento en la concentración de bacterias es debido @ la gran acumulación

selectiva en el fondo y en el sistema de raíces en algunos de los tanques.

38

---Page Break---

Vv CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados del experimento se concluye lo siguiente:

+ Para que el sistema de clarificación de jacintos de agua lleve a cabo  
e su máxima función es necesario que se clorinen las aguas después de pasar  
por el sistema de Jacintos para así obtener una reducción considerable de  
microorganismos:

2. El sistema de Jacintos de agua no representa ningún problema a la  
salud ambiental ya que el producto final en cuanto a contaminación fecal no  
es significativa.

39

---Page Break---

rs

40

## BIBLIOGRAFIA

Joseph, J., 1976. Tratamiento Barato de Aguas Cloacales, Servicios  
Públicos/ Desarrollo Nacional, Vol. 23 No. 8, p. 52-58.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 14th.  
edition, 1975, APHA - AWWA - WPCF,



Robinson, A.C., H.J. Gormon, M, Hillman, W.T. Lawlon, D.L, Maase  
and T.A. McClure, 1976. An analysis of the Market Potencial of Water  
Hyacinth ~ Base System for Munitcpal Wastewater Treatment. BatteUe's  
Columbus Laboratories, Report No. BCL - OA - TFR- 76 R.

Villamil, J., and A. McB, Block, 1979. Analysis and Selection of Study  
Site Location, CEER Sewage Management Research Program, p. 1-19.

Wolverten. and R.C., McDonald, 1976, Water Hyacinths for Upgrading  
Sewage Lagoons to meet Advanced Wastewater Treatment Standards.  
Part II, NASA Technical Memorandum TM-X-72730,,

---Page Break---