

Universidad de Pinar del Río  
Universidad de Pinar del Río

*"HNOS SAÍZ MONTES DE OCA"*

**FACULTAD DE FORESTAL Y AGRONOMÍA**

*Departamento de Producción Agropecuaria*

**TÍTULO:** UTILIZACIÓN DE LAS AGUAS DEL RÍO "GUAMA" CON FINES DE RIEGO.

**AUTORES:** MSc, ING: RICARDO CRUZ LAZO.

**ING. LUIS E. LEON SANCHEZ.**

**MSc. ING. RENE HERNANDEZ GONZALO.**

**MSc. ING. ARMANDO DEL BUSTO CONCEPCION**

**2005**

**"AÑO DE LA ALTERNATIVA BOLIVARIANA PARA LAS AMÉRICAS".**

## **RESUMEN**

La investigación fue realizada en el río "Guamá", en el tramo que se encuentra ubicado a 300 metros de la Universidad de Pinar del Río, realizándose un estudio sobre la utilización de los residuales líquidos del mismo para fines de riego.

Este trabajo es de suma importancia y a la vez idóneo para enfrentar la escasez de los recursos hídricos a la que se enfrenta la agricultura y la alta carga contaminante que provoca al ecosistema el vertimiento y uso inadecuado de las aguas residuales.

Como objetivos se presenta la caracterización de los residuales líquidos del Río Guamá para determinar su calidad para el riego y la utilización de los residuales líquidos como fuentes de agua para el riego y aportes de materia orgánica y de nutrientes al suelo.

Los resultados finales después de haber utilizado el análisis de varianza y correlación, señalan que no existen diferencias significativas en las variables estudiadas (pH, oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal, nitritos, dureza total, DBO, calcio y magnesio), y que el agua puede ser utilizada para el riego de los cultivos, pues esta dentro de los parámetros de calidad establecidos para su uso.

## **INTRODUCCION**

La calidad de un agua para riego ha sido objeto de estudio y preocupación de diferentes autores debido a las importantes consecuencias prácticas negativas que derivan del empleo de aguas inapropiadas, especialmente, cuando no se toman las medidas de manejo oportunas.

Las aguas empleadas normalmente, rara vez producen efectos negativos inmediatos, sin embargo con el paso del tiempo, los iones contenidos en ellas pueden acumularse en el suelo hasta alcanzar concentraciones capaces de afectar sus propiedades físico-químicas y, en consecuencia, el desarrollo de los cultivos que crecen en él. La mayoría de los autores han trabajado pensando en climas áridos debido, por un lado, a la importancia del riego en estas zonas por otro, a la escasez de las lluvias que pudiera contrarrestar a través del lavado de iones, los posibles efectos de las aguas aplicadas.

Sin embargo, es completamente imposible, establecer una clasificación adecuada para determinar el comportamiento de las aguas para riego, sin tener en cuenta las condiciones en que va a ser usada.

Son numerosos los factores implicados en el proceso productivo: el clima (temperatura, precipitación, radiación, humedad del aire), el tipo de suelo, la velocidad de infiltración del suelo, la conductividad hidráulica, el grado de drenaje, el tipo de cultivo al que va destinada el agua y su tolerancia, el sistema de riego y la composición química del agua. Todos ellos, impiden establecer un sistema adecuado y universal de evaluación de calidad del agua, No obstante, el primer elemento con el que se cuenta es la composición química del agua empleada para regar, por lo que las clasificaciones propuestas parten de ella.

Desde un punto de vista más concreto, la calidad de un agua para riego está determinada por la concentración y la composición de constituyentes disueltos que contenga. Así pues, solo son aptas para riego, aquellas cuya composición y concentración de constituyentes disueltos lo permitan. Esta información, que se puede referir como la calidad química del agua, si bien de utilidad, resulta incompleta para asesorar sobre el uso que se debe dar a un agua con relación al riego

### **Evaluación de los Residuales Líquidos del río “Guamá”.**

#### **Materiales y Métodos utilizados en la investigación.**

El trabajo se desarrolló en áreas de la Universidad de Pinar del Río por donde fluyen las aguas del Río “Guamá”. Se tomaron las muestras en diferentes fechas y momentos. El primero fue el 12 de marzo a las 8:45 a.m. y el segundo fue el 12 de abril, a la misma hora, del 2005.

Toma de muestras.

La muestra de agua es representativa de las condiciones del lugar que se utilizó y fue manejada de forma que no se produjeran alteraciones significativas en su composición antes de que se realizaran los análisis correspondientes.

Todo el material utilizado en la toma de muestras estuvo perfectamente limpio, empleándose para ello botellas de vidrio de 1,5 litros de volumen. El muestreo se efectuó en el centro de la corriente del río y a una profundidad media, realizándose veinte observaciones en cada muestreo y a 100 metros del puente de la Autopista Nacional en dos puntos distintos, por lo que recoge todos los puntos de contaminación río arriba.

En cuanto al análisis químico, se llevaron a efecto las siguientes determinaciones: nitritos, pH, nitrógeno amoniacal, calcio, DBO<sub>5</sub>, magnesio, utilizando los siguientes métodos: Colorimétrico de Diazotación con el fotocolorímetro, Potenciométrico con el metro-pH, Colorimétrico y Nesslerización Directa, Volumétrico E.D.T.A, Dilución e incubación a 20 °C durante cinco días en el incubador. La cristalería usada fue erlemeyer 250 ml, pipetas graduadas de 10,5 ml, tubos Nessler 100 ml, vaso precipitado de 250 ml, frascos de 250 ml T/E 250 ml, embudos normales y papel de filtro con probetas de 100 ml.

Los reactivos utilizados fueron:

- ✓ Alcali: yoduro nitrito.
- ✓ Almidón.
- ✓ Tío sulfato de sodio.
- ✓ Sulfato de magnesio y sulfato de manganeso.
- ✓ Cloruro de calcio, cloruro férrico y cloruro de amonio.
- ✓ Ácido sulfúrico concentrado y ácido clorhídrico concentrado.
- ✓ E.D.T.A. y murexida.
- ✓ Hidróxido de sodio y reactivo de Nessler.
- ✓ Agua destilada, acetato de sodio y nitrato de sodio.

Para el análisis bacteriológico, se determinaron los coliformes fecales y totales con la aplicación de la técnica de los tubos múltiples con caldo lactosado de doble fuerza, caldo bilis de verde brillante y solución de dilución pH igual a 7,2. (NC, ISO 1987).

## **MUESTREOS Y MÉTODOS ANALÍTICOS DE CONTROL**

Para analizar determinados índices de contaminación de una vía fluvial o de cualquier otro sistema hídrico, en la mayoría de las ocasiones no es posible realizar la medición directamente sobre ésta, sino que se hace preciso desarrollar un sistema de toma de muestras para su análisis. En este análisis se enfatiza, en primer lugar, en una determinación cualitativa o identificación de

los agentes contaminantes que pudieran estar presentes y, en segundo lugar, en la determinación cuantitativa de los mismos.

Como se ha indicado, el análisis es muchas veces imposible llevarlo a cabo en la fuente, y se realiza sobre las muestras escogidas de la misma. Un punto de extrema importancia en el proceso reside en el sistema que se siga para la toma de muestras, ya que una alteración producida sobre el análisis a lo largo del proceso se va a reflejar en sus resultados finales, y en caso de que el error no haya sido detectado, son tomados estos resultados como buenos, con el consiguiente peligro que ello puede acarrear: suponer que unas aguas son limpias cuando en realidad están contaminadas, desarrollar para el efluente en cuestión un sistema integrado de tratamiento que no se corresponde con el grado y la naturaleza de la contaminación presentes, etc.

De acuerdo con lo que plantea Moreno et al, 1996, un aspecto importante a tener en cuenta a la hora de desarrollar un sistema de muestreo lo constituye la frecuencia con que éste se realiza. La elección de una determinada frecuencia de muestreo depende de la mayor o menor variación de las características de las aguas en el tiempo. En caso de que esta variación sea acusada, se realizarán tomas de muestras periódicas, a intervalos regulares durante un tiempo determinado, todas estas muestras se mezclarán en una sola muestra compuesta, a cuyo análisis se procederá; éste análisis reflejará en sus resultados las variaciones producidas en las aguas a lo largo del tiempo del muestreo.

Dependiendo del tipo y de la frecuencia de muestreo aplicados, se determinan tres tipos de muestras representativas:

En primer lugar, están las denominadas muestras instantáneas que consisten en una sola muestra tomada en un punto y en un momento determinado, siendo estas que las que fueron utilizadas en la investigación. Se presenta útil y fiable en el estudio de aguas cuyas características físicas y químicas sean constantes en el tiempo.

La segunda clase de representatividad se refiere al empleo de muestras compuestas. En este caso se realizan distintas tomas de muestras separadas por intervalos de tiempo regulares, de forma que la muestra compuesta resulte de una mezcla de las distintas muestras tomadas. Este procedimiento se hace necesario cuando existe una variación de las características de las aguas en el

tiempo y, por tanto, el análisis de las muestras instantáneas no reportaría información precisa.

Por último, se puede realizar el estudio de muestras proporcionales. Este tipo de muestreo se hace a intervalos regulares de tiempo, como sucedía en el caso de las muestras compuestas, solo que ahora cada una de las muestras tomadas no tienen el mismo volumen, sino que este es proporcional al caudal del líquido que discurre en cada momento. De esta manera la mezcla resultante de las muestras tomadas será realmente representativa de lo que ha sucedido en las aguas a lo largo del tiempo transcurrido.

Nada de todo lo mencionado resultaría útil si desde el momento en que es tomada la muestra, y hasta que ésta es analizada, su conservación no se realiza de una manera eficaz, y por tanto sus propiedades físico-químicas se ven alteradas. En los últimos años se han desarrollado diferentes métodos de conservación cada vez más prácticos, especialmente, a la hora de estabilizar componentes del agua que tengan gran inestabilidad. Sin embargo, no existe un método de conservación definitivo, y hay determinados parámetros que deben ser medidos directamente al obtener la muestra. De éstos, los más importantes son:

- .. pH.
- .. Temperatura del agua.
- .. Temperatura del aire.
- .. Concentración de oxígeno disuelto.
- .. Concentración de nitratos.
- .. Concentración de iones amonio.

El resto de las características propias del agua puede ser determinado en el laboratorio posteriormente, si bien se debe minimizar al máximo el tiempo que transcurre. Entre estos parámetros, los más usuales en la elevación de niveles de contaminación son:

- .. DQO.
- .. DBO.
- .. Concentración de coloides.
- .. Contenido de materia decantable.
- .. Contenido en grasas.
- .. Determinaciones bacteriológicas.

- “ Estudios biológicos.
- “ Concentración de fosfatos y detergentes.
- “ Determinación de los contaminantes específicos.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

### **Análisis estadístico de los resultados**

Como es conocido, la escasez cada vez mayor de aguas dulces debido al creciente demográfico, la urbanización y probablemente los cambios climáticos, ha dado lugar a un sobreuso creciente de las aguas residuales para la agricultura, la acuicultura, la recarga de aguas subterráneas y otras áreas. En algunos casos las aguas residuales son el único recurso hídrico de los consumidores que subsisten por medio de la agricultura.

Los resultados obtenidos en el monitoreo a las aguas del río “Guamá” aparecen en las tablas No 1 y No 2. Como puede apreciarse en el análisis estadístico de varianza y correlación, no existen diferencias significativas en las variables estudiadas (pH, oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal, nitritos, dureza total, calcio y magnesio) a través del tiempo.

Al comparar los resultados con los presentados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para los valores promedio del parámetro **DBO**, después de realizado el análisis de varianza, se aprecia que no hay diferencia significativa entre los resultados, reflejan una baja carga de materia orgánica en el primer muestreo, por los cuales cataloga este residual como no agresivo para ser utilizado directamente sin tratamiento previo en el riego de los cultivos. Es válido destacar que la DBO, se categoriza como baja, debido a que en el primer muestreo la mayoría de los valores están por debajo de 200 mg/l, y en el segundo muestreo se observa que estos valores están por debajo de 100 mg/l.

**TABLA No. 1:** Resultados obtenidos durante el monitoreo ejecutado de los residuales provenientes del cauce del río “Guamá”.

Muestreo No 1.

Muestreo	pH	OD. (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	N. Amoniacal (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg. (mg/L)
1	6.78	1.4	80.0	12.0	0.0	65.0	11.0
2	6.6	1.0	200.0	12.0	0.0	43.0	25.0
3	6.8	0.6	180.0	11.0	0.0	55.0	18.0
4	6.8	1.2	161.0	16.0	0.0	51.0	20.0
5	6.5	1.4	111.0	2.0	0.0	79.0	2.0
6	6.8	1.0	241.0	12.0	0.0	69.0	2.0
7	6.4	1.4	111.0	3.0	0.0	77.0	0.0
8	6.8	1.0	69.0	15.0	0.0	65.0	10.0
9	6.9	1.4	61.0	16.0	0.0	69.0	7.0
10	6.8	2.0	66.0	16.0	0.0	67.0	9.0

**TABLA No. 2:** Resultados obtenidos durante el monitoreo ejecutado de los residuales provenientes del cauce del río “Guamá”.

Muestreo No 2.

Muestreo	pH	OD. (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	N. Amoniacal (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg. (mg/L)
1	6.8	0.4	68.0	16.0	0.0	83.0	1.0
2	6.9	0.4	64.0	35.0	0.0	63.0	13.0
3	6.9	0.8	57.0	25.0	0.005	69.0	12.0
4	6.9	0.6	57.0	13.0	0.0	79.0	0.0
5	6.9	2.4	58.0	14.0	0.01	73.0	1.0
6	6.9	0.8	69.0	10.0	0.0	69.0	5.0
7	6.9	0.6	69.0	13.0	0.0	73.0	0.0
8	6.9	1.2	71.0	29.0	0.01	75.0	5.0



9	6.9	0.8	73.0	13.0	0.0	75.0	2.0
10	7.0	0.4	72.0	16.0	0.0	69.0	10.0

DBO<sub>5</sub>: Demanda Bioquímica de oxígeno:

OD: Oxígeno disuelto

Ca: Calcio

Mg. Magnesio

Para el caso de **pH**, el análisis de los resultados no arroja diferencias significativas entre los muestreos, se obtiene un valor medio de 6,9, valor que puede considerarse adecuado, como lo expresan Moreno et al, 1996, quienes afirman que en el caso de las aguas para riego, el pH normal está comprendido entre 6,5 y 8,4, y que un pH fuera de este intervalo es un buen indicador de una calidad anormal del agua o de la presencia de un ión tóxico, que pudiera aportar peligro en el deterioro de los equipos de riego.

Al realizar un análisis en el parámetro **oxígeno disuelto** se observa que los resultados estadísticos reflejan valores promedios alrededor de 0,84 miligramos/L, resultados que están muy por debajo de los establecidos en la clasificación de la calidad de las aguas, ya que estas para ser consideradas de excelente calidad, su valor debe ser superior a 5 miligramos/l y de calidad aceptable >de 2 miligramos /l. Como se puede apreciar en los resultados obtenidos, el valor está muy por debajo del límite inferior permisible, entonces se puede plantear que debido a esta baja concentración, la presencia de vida acuática se encuentra muy limitada.

Este resultado puede estar determinado por la presencia en el agua de materia orgánica que le confiere un elevado carácter reductor, de lo cual se desencadena una serie de efectos que pueden resultar peligrosos. Los componentes orgánicos pueden ser oxidados mediante procedimientos biológicos en el seno del agua, lo cual requiere grandes cantidades de oxígeno. Si no existe ninguna fuente de oxígeno el proceso recurrirá al elemento que se encuentra libre en el agua, de manera que si esta no puede suplir este consumo mediante aportes externos, los niveles del oxígeno disuelto descenderán y darán lugar a consecuencias negativas.

En cuanto a los parámetros **calcio y magnesio** los valores obtenidos del mismo están en un rango considerado como medio en la composición típica de un agua residual, según establece Moreno et al, 1996.

En cuanto al **nitrito y nitrógeno amoniacal** los resultados obtenidos en el muestreo indican un contenido muy bajo, en cuanto a la composición típica de un agua residual, indican los mismos valores por debajo de 20 mg/l en cuanto al nitrógeno amoniacal y 0 en cuanto a los nitritos, por lo cual se cataloga que desde el punto de vista de estos elementos, puede utilizarse dicha agua en el riego de los diferentes cultivos.

**TABLA No. 3:** Resultados obtenidos durante el monitoreo ejecutado de los residuales provenientes del cauce del río “Guama”.

Resultados del laboratorio. Coliformes totales y fecales.

<b>Coli.Total (NMP/100mL)</b>	<b>Coli.Fecal (NMP/100mL)</b>
3500	1300
2500	2000
1040	900
600	340
1220	940
500	270
2500	2300
540	440
800	620
1450	1200

En el caso de los **coliformes fecales**, los resultados obtenidos alcanzan valores medios que están muy por debajo de los establecidos por el OMS para el uso de las aguas residuales en el riego de cultivos a consumir en estado fresco, donde se plantea que para el riego de los cultivos los coliformes fecales deben estar en un rango < 1000/100 ml.

**La calidad de un agua** se puede definir como **“Las características de estas físicas, químicas o biológicas que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico”** (Ayers y Westcott 1987). Desde un punto de vista más concreto la calidad de un agua para riego está determinada por la

concentración y composición de los constituyentes disueltos. Así pues, solo son aptas para el riego, aquellas cuyas composición y concentración de constituyentes disueltos lo permitan. Esta información que se puede referir como la calidad química del agua, si bien es de utilidad, resulta incompleta para asesorar el uso que se debe dar a un agua con relación al riego.

Las aguas utilizadas para el riego varían grandemente en su composición mineral, independientemente de cual sea su origen (superficial, subterráneo o residual), todas las aguas de riego contienen sales disueltas cuya cantidad y clase determinan en gran medida su calidad. Como ya se ha señalado anteriormente, los estudios efectuados en muchos países que, se relacionan con un manejo apropiado, es posible incrementar el rendimiento del cultivo regándolos con aguas residuales en estado bruto o con efluentes sometidos a tratamientos primarios y secundarios. Las aguas empleadas normalmente para el riego raramente producen efectos negativos, sin embargo, con el paso del tiempo los iones contenidos en ellas pueden acumularse en el suelo hasta alcanzar concentraciones capaces de afectar sus prioridades físico-químicas y, en consecuencia, el desarrollo de los cultivos que crecen en él.

Es por ello que se propone para el uso de aguas residuales como método de riego, el superficial o por gravedad y el por aspersión, ya que en caso del lavado de sales se pueden aplicar normas de riego altas para llevar hacia la profundidad del perfil las posibles sales que pueden estar en exceso en el mismo. No se propone el riego localizado ya que la mayor desventaja de este método radica precisamente en el efecto marcado de esa técnica sobre la salinización de los suelos, además, que puede provocar obstrucciones en el sistema debido a la presencia de partículas en suspensión (orgánicas, minerales o microbiológicas) lo que provocan tupidiones en los goteros, afectando en gran medida la calidad o eficiencia de riego.

### **CONCLUSIONES.**

A partir de los resultados alcanzados en este trabajo, se ha arribado a las siguientes conclusiones:

1. La reutilización de las aguas residuales es una alternativa para solucionar y combatir la escasez del agua, (que cada día se va aumentando), tanto en el sector agrícola como industrial.

2. El resultado de los análisis de laboratorio realizados a las aguas residuales del río “Guamá” muestra que la misma puede ser utilizada para el riego de los cultivos, pues está dentro de los parámetros de calidad establecidos para su uso.
3. La utilización de las aguas residuales con fines de riego, evitará el uso del agua potable para ese fin, lo cual se traduce en una mayor disponibilidad de la misma.

## **RECOMENDACIONES**

- ✚ Repetir el trabajo en las mismas condiciones, realizando muestreos de las aguas residuales todos los meses en los horarios de 8.00 AM, 12.00 M y 6.00 PM.
- ✚ Realizar los análisis correspondientes a salinidad, RAS y micro elementos, necesarios para una mejor evaluación de las aguas.
- ✚ Capacitar los agricultores sobre un uso adecuado de las aguas residuales y de los efectos que los mismos pueden causar sobre el ecosistema y el rendimiento agrícola.
- ✚ Utilizar como alternativa el agua residual del río “Guamá” para fines de riego en la elevación del régimen hídrico de los suelos y por ende de los rendimientos agrícolas de los cultivos.
- ✚ Utilizar estrategias para reducir los riesgos asociados a la salud y el medio ambiente, el uso en la agricultura de aguas residuales no tratadas, parcialmente tratadas o diluidas, a la vez que buscar el mantenimiento o la mejora de los beneficios sociales y económicos para los ciudadanos urbanos pobres involucrados en la producción por regadío, tales como :
  - a) Estrategias para asegurar el manejo adecuado de los riesgos sanitarios para los usuarios de aguas residuales no tratadas o parcialmente tratadas.
  - b) En el caso que exista vertimiento de industrias, utilizar métodos para prevenir y reducir la contaminación química de las mismas.
- ✚ Establecer por parte de salud pública un estricto control sobre aquellos productores que realizan el riego con aguas residuales, para

elaborar una evaluación sobre la producción agrícola obtenida y el análisis microbiológico y químico de los suelos.

- ✚ Utilizar plantas de tratamiento de acuerdo con el grado de contaminación de las aguas residuales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Asano, T., D. Richard, R.W. Crites y G. Tchobanoglous (1991). Evolution of tertiary treatment requirements in California. Water Environment and Technology. Vol. 4, no. 2.
2. Aceves, E 1979. El ensalitramiento de suelos bajo riego. Capingo Méjico.382.pp.
3. Ayers, A. 1987. La calidad del agua en la agricultura. Estudios FAO.
4. Ayers, R.S. y Westcot, D.W., 1989. Water quality for agriculture. FAO. Irrigation and Drainage Paper, No. 29 FAO, Roma, Italia.
5. Bartone, E y Arlosoroff, I. 1987. El riego con aguas residuales. Roma, 1987.
6. Bakker, A., Agens, E. y Caretano, E. 2000. El agua residual y su efecto en el riego de los cultivos.
7. Diputación Foral de Alava, Gobierno Vasco y Aguas Municipales de Vitoria (1995). Plan de recuperación y Reutilización Integral de las Aguas Residuales de Vitoria-Gasteiz. Diputación Foral de Alava, Vitoria.
8. FAO, inédito, citado por Birney y Lock. 1999. Aguas residuales.
9. GLOSS, S. 1999. "El Enigma Legal e Institucional del uso eficiente del agua en el Oeste de los Estados Unidos", Memorias del Seminario Internacional sobre Uso Eficiente del Agua. México, pp. 523-530.
10. Harvey, H. 1997. Manual técnico de agua. Cuarta edición.
11. Hernández Muñoz, A. 1992. Depuración de aguas residuales. Servicio de publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid, Madrid.
12. Lunven, Y. 1992. Métodos oficiales de análisis de las aguas. FAO. España.
13. Mara, García y Cairncross, R. 1989. Análisis de las aguas y ensayos de tratamientos.

14. Marta, Ruiz. C. 1996. Calidad agronómica de las aguas de riego en el sur de la Habana. Trabajo de tesis en opción al grado de Master Sciences en la Especialidad de Riego y Drenaje. Ciudad de la Habana.
15. Metcalf & Eddy, De. 1995. Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización. McGraw-Hill, Madrid.
16. Moreno, J. C., Moral, R.H. y Maria Dolores Pérez. 1996. Análisis y calidad de las aguas de riego. Universidad politécnica de Valencia. Servicio de publicaciones. No. 58.
17. Moreno, J. 1997. Seminario de Tratamiento de Aguas Residuales y su reutilización en el riego de los cultivos agrícolas de Ciudad de la Habana.
18. Morishita, Y 1981. Depuración y reutilización de las aguas de riego.
19. Mujeriego, R. (Editor) 1990. Manual Práctico de Riego con Agua Residual Municipal Regenerada. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.
20. Mujeriego, R. Y L. Sala, J. García y M. Carbó 1994. Gestión del Agua Residual Regenerada Utilizada para regar el Campo de Golf Mas Nou. Cuarta Memoria Semestral e Informe Final. Junta de Sanejament de la Generalitat de Catalunya. Barcelona.
21. Norma Cubana, ISO 1987. Análisis Bacteriológico Coliformes Totales y Fecales.
22. Organización Mundial de la Salud 1989. Directrices Sanitarias sobre el Uso de Aguas Residuales en Agricultura y Acuicultura. Serie de informes técnicos 778. Ginebra, Suiza.
23. Ramalho, R.S., 1991. Tratamiento de Aguas Residuales. Reverté, Buenos Aires.
24. Ravina *et al.*, 1995; Hills y Tajrishy, 1995. Ravina *et al.* (1992 y 1995) Reporte sobre Agua y Saneamiento preparado para el II Foro Mundial sobre Agua.
25. Rodríguez, J; Sanz, F y Cruz, A. 1994. Las aguas de riego y su calidad. Cuba.
26. Seoáñez, C. M. 1999. Aguas Residuales. Tratamiento por Humedales Artificiales. Fundamentos Científicos. Tecnologías. Diseño. Ediciones Mundi Prensa. Madrid-Barcelona-México.

27. United States Environment Protection Agency and United States Agency for International Development. 1992. Manual on Guidelines for Water Reuse. EPA/625/R.92/004, September 1992. Center for Environment research information, Cincinnati, Ohio.
28. UIPM. 1984. Depuración y reutilización de las aguas residuales. Editorial, D.I.P.S.A. Barcelona.
29. [http://www.marn.gov.ve/marn/images/acrobat/decreto\\_1508.pdf#search=Índices](http://www.marn.gov.ve/marn/images/acrobat/decreto_1508.pdf#search=Índices) . 2002.
30. [http://www.marn.gov.ve/Índices\\_Agua para ciudades e industrias - Investigación sobre la\\_\\_.htm](http://www.marn.gov.ve/Índices_Agua_para_ciudades_e_industrias_-_Investigación_sobre_la_.htm). 2003.
31. [http://www.marn.gov.ve/marn/Índices El uso de aguas residuales en riegos localizados y en cultivos hidropónicos](http://www.marn.gov.ve/marn/Índices_El_uso_de_aguas_residuales_en_riegos_localizados_y_en_cultivos_hidropónicos.htm). 2003.
32. [http://www.marn.gov.ve/marn/images/acrobat/decreto\\_1508.pdf#search=índices](http://www.marn.gov.ve/marn/images/acrobat/decreto_1508.pdf#search=índices). 2003.
33. [http://www.marn.gov.ve/marn/is.La enseñanza de la calidad del agua](http://www.marn.gov.ve/marn/is.La_enseñanza_de_la_calidad_del_agua.htm).htm. 2002.
34. [http://www.who.int/water sanitation health/wastewater/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/es/). Calidad de las aguas. 2003.
35. [http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/recuperacion/recuperacion\\_04.htm#53](http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/recuperacion/recuperacion_04.htm#53). 2003. Tolerancia de los cultivos a la salinidad.
36. [http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/recuperacion/recuperacion\\_04.htm#53urban-agriculture@etcnl.nl](http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/recuperacion/recuperacion_04.htm#53urban-agriculture@etcnl.nl). 2003.

## ANEXOS

Análisis de varianza de un factor pH

### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	10	69	6.9	0.00222222
Columna 2	10	67.18	6.718	0.02590667

Análisis de varianza de un factor OD

### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	10	8.4	0.84	0.36266667
Columna 2	10	12.4	1.24	0.14044444

Análisis de varianza de un factor amoniacal

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	10	184	18.4	68.9333333
Columna 2	10	115	11.5	26.2777778

Análisis de varianza de un factor nitritos

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	10	7.08866667	0.70886667	8.942E-06
Columna 2	10	7.07106781	0.70710678	1.3696E-32

Análisis de varianza de un factor dt

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	10	2065	206.5	228.5
Columna 2	10	2114	211.4	71.1555556

Análisis de varianza de un factor calcio

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	10	728	72.8	32.4
Columna 2	10	640	64	127.333333

Análisis de varianza de un factor magnesio

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	10	20.5853968	2.05853968	1.29157156
Columna 2	10	30.2003472	3.02003472	1.97710029



