

# CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE LOS VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES URBANAS DE GUANARE EN EL CAÑO IGUÉZ, ESTADO PORTUGUESA\*

Preliminary characterization of the discharge of Guanare urban wastewater in the Iguéz river, Portuguesa State

Yadira Cordero<sup>1</sup>

## RESUMEN

Se caracterizaron los vertidos de aguas residuales urbanas de la ciudad de Guanare en un sector del caño Iguéz, estado Portuguesa, mediante muestreos desarrollados desde el año 2005 hasta 2008. Existe poca información con relación al tema en el área de estudio. Se examinaron características físicas, químicas y biológicas del agua. Se evaluó la posibilidad de reutilizar las aguas residuales para riego, se determinó el contenido de coliformes totales y fecales, detergentes, algunos metales, fósforo y nitrógeno, estos valores se compararon con los establecidos en el Decreto 883 (1995) sobre clasificación de cuerpos de agua y descargas a cuerpos de agua. Se analizó la capacidad de autodepuración con base en la medición de la concentración de oxígeno disuelto. Se obtuvo que la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, contenido de detergentes, oxígeno disuelto, coliformes totales y fecales sobrepasan las concentraciones establecidas en el Decreto. La alta concentración de coliformes no permite la reutilización directa debido a problemas de salud pública que puedan generarse. Los bajos niveles de oxígeno observados permiten inferir que hay alteración en la calidad del agua.

**Palabras clave:** muestreo, autodepuración, reutilización, calidad de agua.

## ABSTRACT

Urban waste water discharges from the Guanare city were characterized in a section of Iguéz river, Portuguesa State, through sampling process from 2005 to 2008. There is little information regarding the subject in the study area. Physical, chemical and biological characteristics of water were examined. The possibility of reusing wastewater for irrigation was evaluated. Also the content of total and fecal coliforms, detergents, some metals, phosphorus and nitrogen were determined; these values were compared with those established in Decree 883 (1995) about bodies water classification and discharges to water bodies. The self-purification capacity based on the measurement of dissolved oxygen concentration was analyzed. It was found that the biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, detergents contained, dissolved oxygen, totals and fecal coliforms exceed concentrations established in the Decree. The high concentration of coliforms do not allow direct reuse due to health problems that may result. Low oxygen levels observed may infer that there is alteration in water quality.

**Key words:** sampling, purification, recycling, water quality.

(\*) Recibido: 15-05-2009

Acceptado: 09-11-2009

<sup>1</sup> Programa Ciencias del Agro y del Mar. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela. Email: cyadiraramona@yahoo.es.

## INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales urbanas constituyen un gran problema que debe enfrentar la humanidad, ya que genera una serie de alteraciones en los cursos de agua debido a los diversos productos que contienen. Estas aguas resultan de la combinación de los líquidos, desechos o efluentes procedentes de las casas de habitación, edificios comerciales e institucionales, de industria, de las aguas subterráneas y superficiales provenientes de la lluvia que puedan agregarse. Los efluentes residenciales están compuestos particularmente de desechos humanos, animales y desperdicios caseros, en consecuencia contienen una mezcla compleja de compuestos orgánicos e inorgánicos (Espinosa 2005).

En Venezuela la contaminación de aguas residuales provenientes de los sectores urbanos generan efectos sobre los cuerpos de agua superficiales y fuentes subterráneas, es crítica en muchas regiones y tiende a agravarse como consecuencia del crecimiento poblacional y el desarrollo industrial. Las principales áreas con problemas de contaminación en Venezuela se localizan en la parte norte del territorio, sin embargo la zona occidental no escapa de esta situación, al igual que el resto del país. Los cuerpos de agua principalmente afectados son los lagos de Maracaibo y Valencia, los ríos Tocuyo, Turbio, Tuy y Yaracuy, en los últimos años se ha comprobado que la contaminación en los ríos de la región Sur Oriental se debe a las actividades mineras de explotación y procesamiento de minerales como oro, diamante, hierro y aluminio (Inciarte 2000).

La fuerte presión agrícola, industrial y urbana sobre el recurso agua ha ocasionado deterioro de los diferentes cuerpos de agua existentes. Los ríos, lagos y aguas costeras están siendo afectados por diferentes tipos de contaminación como resultado de descargas de aguas residuales sin tratamiento o con tratamiento insuficiente; en la mayoría de los casos provenientes de centros industriales y urbanos, así como de actividades agrícolas y pecuarias (Hilleboe 1964).

En la presente investigación se realizó una caracterización preliminar de aguas residuales urbanas de la ciudad de Guanare, las cuales son vertidas al caño Iguéz a través de dos canales, el primero denominado Revestido y el segundo de La Muerte. Además se analizó la capacidad de autodepuración de un sector del caño y se revisó la posibilidad de aportar recomendaciones para reutilización de estas aguas residuales para riego. El cuerpo de agua en estudio es de importancia en la zona porque allí son descargados todos los vertidos y porque hacia ese sector se ubica la zona de expansión urbana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### UBICACIÓN

El estado Portuguesa está ubicado en la zona occidental de Venezuela y la ciudad de Guanare se localiza al noroeste del estado. Geográficamente corresponde a las coordenadas 9°00'00" y 9°06'00" de latitud norte y 69°49'00" y 69°39'15" de longitud oeste. La superficie aproximada del área de estudio es de 5.900 hectáreas, comprendidas desde la zona alta de Mesa de Cavacas hasta el vertedero (sitio de disposición de desechos sólidos) de la ciudad en el norte, hasta los sectores urbanos de la planicie sur. Sus límites naturales son los ejes fluviales de los ríos Guanare y Portuguesa hacia el oeste y este respectivamente, el casco urbano de la ciudad por el sur y en su parte norte la divisoria de las quebradas Honda y Mata Verde, que drenan directamente hacia la ciudad (Zambrano 2000).

Toda la red de drenaje natural de la ciudad de Guanare está conformada por tres tipos de cuerpos de agua principales: quebradas Mederos, Las Piedras y Las Peonías, estos cursos reciben aportes de afluentes naturales de las quebradas La Chigüira, Las Flores, La Enriquera e Italven. La microcuenca del caño Iguéz está constituida por los caños Maracas y Cumarepo, los cuales tienen sus nacientes en las cercanías del río Guanare. Los cursos naturales y canales colectores construidos constituyen el drenaje de aguas pluviales, los cuales confluyen en su totalidad en el caño Iguéz (Bastidas *et al.* 1996).

Es importante indicar que existen dos puntos de descarga principales de las aguas residuales de la ciudad de Guanare, éstas se dirigen hacia el canal Revestido y el canal de La Muerte y posteriormente al caño Iguéz.

## MUESTREO

Se ubicaron los puntos de muestreo en función de los vertidos de aguas residuales en el caño Iguéz. Se consideró un período de muestreo de seis horas, con una frecuencia de una hora, durante el período se captaron seis sub-muestras, para obtener una muestra compuesta o integrada. Se realizaron 3 muestreos en el sitio de descarga y tres aguas abajo del caño, aproximadamente 500 m después de la descarga, tanto en sequía como lluvia.

Las muestras se mantuvieron en una cava con hielo entre 0 y 5 °C de temperatura y se agregaron preservantes químicos como ácido sulfúrico y ácido nítrico para retardar la actividad biológica y evitar la precipitación de metales en el agua.

## PARÁMETROS MEDIDOS

Los parámetros medidos fueron los siguientes: temperatura, turbiedad, conductividad, pH, color real, alcalinidad total, acidez, contenido de sólidos totales, sólidos disueltos, sólidos suspendidos, sólidos totales volátiles, sólidos totales fijos, sólidos sedimentables, cloruro, hierro total, manganeso total, cobre total, zinc total, sulfato, sulfuros, detergentes, fósforo total, nitritos, nitratos, nitrógeno total, oxígeno, aceites, grasas y oxígeno disuelto. Además se determinó la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y se cuantificó el contenido de coliformes totales y fecales (número más probable /100 ml).

Las determinaciones analíticas se efectuaron en el laboratorio de calidad de agua de la UNELLEZ, siguiendo la metodología establecida por American Public Health Association (APHA 2005) y para la determinación de coliformes totales y fecales se siguió la metodología del número más probable (NMP).

Se determinó la variabilidad de los datos mediante el coeficiente de variación de acuerdo a muestreos según época.

## REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para analizar la reutilización se emplearon mapas o planos del sitio de estudio, se recopilaron antecedentes bibliográficos, además se efectuó inspección de campo para revisar presencia de asentamientos humanos y se verificó existencia de cultivos en el área.

Se examinaron los resultados en los parámetros contenido de coliformes totales y fecales, metales, detergentes y nutrientes como fósforo y nitrógeno para decidir sobre la reutilización del agua en el área estudiada.

Para estudiar alternativas de reutilización se elaboró una matriz de valoración, la cual permitió, al compararlo con el Decreto 883 (1995) en el capítulo II de la clasificación de las aguas y capítulo III, sección III de las descargas a cuerpos de agua, establecer si cumplían con la condición de reutilización. Los valores obtenidos se compararon con los máximos permisibles establecidos en el Decreto, para el caso contenido de coliformes totales y fecales, de metales como Fe, Mn, Cu y Zn, detergentes y nutrientes se consideraron como referencia valores obtenidos en los sitios de vertidos en el caño, canal revestido y canal de la muerte. A partir del valor máximo permisible, se generó la calificación muy alto, alto, regular o moderado y bajo, mediante asignación de valores descendentes a partir del valor indicado. También se adjudicaron calificaciones y valoraciones en los parámetros considerados, de acuerdo con información mostrada en las Tablas 1, 2 y 3.

Para analizar la capacidad de autodepuración se realizó visita de campo, se revisó pendiente, afluentes y bifurcación de cauces. Además se consideró la concentración de oxígeno disuelto como indicador de la salud de la corriente de acuerdo con lo informado por Winkler (1986), según se muestra en la Tabla 4. La longitud del tramo estudiado fue 1,5 km.

**Tabla 1. Matriz de calificación y valoración de coliformes totales y fecales y de algunos metales, basada en concentraciones establecidas en el Decreto 883 (1995).**

Calificación	Coliformes Totales NMP/100ml	Coliformes Fecales NMP/100ml	Fe mg/l	Mn mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l
Muy Alto	>5000	>1000	> 2,0	> 0,5	> 0,20	> 5,0
Alto	4000-4900	700-999	1,5- 2,0	= 0,5	= 0,2	= 5,0
Regular	1000-3999	500-699	1,0- 1,4	0,4-0,499	0,1-0,199	4-4,99
Bajo	100-999	100-499	0,5-0,9	0,2-0,399	0,05-0,09	2- 3,99
Muy bajo	< 100	< 100	< 0,5	< 0,2	< 0,05	< 2,0

**Tabla 2. Matriz de calificación y valoración de nutrientes, basada en las concentraciones establecidas en el Decreto 883 (1995).**

Calificación	Nitrógeno (mg/l)	Fósforo(mg/l)
Alto	> 20,0	>10
Moderado	10-20	5-10
Bajo	< 10,0	< 5

**Tabla 3. Matriz de calificación y valoración del contenido de detergentes, basada en las concentraciones establecidas en el Decreto 883 (1995).**

Calificación	Valoración
Muy alto	> 2,0 mg/l
Alto	= 2,0 mg/l
Moderado	1-1,99 mg/l
Bajo	0,5-1,0 mg/l
Muy bajo	< 0,5 mg/l

**Tabla 4. Clasificación de la corriente de agua mediante la velocidad.**

Factor de autodepuración	Condición de la corriente	Tasa de oxigenación
1	Corriente lenta	Baja
3-5	Corriente rápida	Alta

Adaptado de Winkler (1986).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 5 se observa que el contenido de coliformes totales y fecales en época de lluvia aumentó considerablemente aguas abajo en el caño Iguéz. Sin embargo, tanto en el sitio de vertido como aguas abajo en sequía y lluvia las concentraciones de coliformes sobrepasaron los valores máximos permisibles establecidos en el Decreto 883, lo que indica que pueden existir condiciones favorables para multiplicarse, entre ellas, temperatura (26,3 °C - 30, 8 °C) y pH (6,88 hasta 7,70).

El contenido de detergentes y coliformes totales y fecales sobrepasaron los valores límites establecidos en el Decreto 883 (Tabla 5), esto demuestra que la naturaleza de los vertidos son básicamente domésticos e indica la presencia de altas concentraciones de materiales poco biodegradables.

La relación Demanda Bioquímica de Oxígeno/Demanda Química de Oxígeno en el canal Revestido osciló entre 0,34 y 0,4 mg/l. Según Crites y Tchbanoglous (2000), esta relación en las aguas residuales municipales no tratadas se encuentra entre 0,3 y 0,8, lo que indica que las aguas de este sector entran en esta clasificación. También se observaron en algunos puntos (aguas abajo) valores cercanos a 0,5, lo que permite sugerir que existe equilibrada proporción entre materia orgánica biodegradable y no biodegradable.

Hubo mayor proporción de sólidos disueltos en la muestra (Tabla 5), que indica la necesidad de incorporar sistemas de tratamiento más avanzados como osmosis inversa o electrodiálisis entre otros, aunque éstos pueden resultar muy costosos.

En la Tabla 6 se muestran parámetros de calidad de agua en el canal de La Muerte y aguas abajo en ambas épocas, se obtuvo que el contenido de detergentes, la demanda bioquímica de oxígeno, coliformes totales y fecales sobrepasaron los límites establecidos en el Decreto 883, lo que indica la elevada cantidad de materia orgánica proveniente de vertidos de origen doméstico que este sector del caño recibe.

La relación Demanda Bioquímica de Oxígeno/Demanda Química de Oxígeno, se

**Tabla 5. Parámetros de calidad de agua en el canal Revestido y aguas abajo en el caño Iguéz en época de sequía y lluvia.**

Parámetro	Canal Revestido		Aguas abajo		Decreto 883
	Sequía	Lluvia	Sequía	Lluvia	
Sólidos Totales mg/l	257	269	226	208	**
Sólidos disueltos mg/l	241	222	208	187,3	**
Sólidos Suspendidos mg/l	15	46,3	18	20,6	**
Detergentes mg/l	5,3	5,9	3,26	5,4	2
Fósforo mg/l	2,5	1,0	1,86	1,03	10
Nitrógeno mg/l	18	11,2	17,6	0,4	40
Oxígeno disuelto mg/l	0	0,7	-	-	< 3 (Cubillos 1998)
Demanda Bioquímica mg/l	56 (0,4) *	32 (0,34)	53 * (0,5)	29 (0,48)	60
Demanda Química de Oxígeno mg/l	141	95	107	60	350
Coliformes Totales NMP/100ml	735.333,3	373.333,3	506.000	2.343.333,3	< 1000 y nunca > 5000 NMP/100 ml
Coliformes Fecales NMP/100ml	735.333,3	373.333,5	340.000	2.343.333,3	< 1000 y nunca > 5000 NMP/100 ml

\* Relación Demanda Bioquímica de Oxígeno/ Demanda Química de Oxígeno (DBO/DQO). \*\* No establecido.

**Tabla 6. Parámetros de calidad de agua en el canal de La Muerte en el punto de descarga y aguas abajo, en época de lluvia y sequía.**

Parámetros	Canal de la muerte		Aguas abajo		Decreto 883/ Otros autores
	Sequía	Lluvia	Sequía	Lluvia	
Sólidos Totales mg/l	351	202	314	189	**
Sólidos disueltos mg/l	301	151	260	146	**
Sólidos Suspendidos mg/l	50	51	54	43	**
Detergentes mg/l	6,7	5,4	6,1	4,7	2,0 mg/l
Fósforo mg/l	3,1	1,4	2,83	1,2	10 mg/l
Nitrógeno mg/l	20,4	11,8	18,26	12,7	40 mg/l
Oxígeno disuelto mg/l	0	0,16	0,023	1,0	> 3 mg/l (Cubillos 1998)
Demanda Bioquímica mg/l	82 (0,4) *	40 (0,3)	65 (0,2)	29 (0,2)	60 mg/l
Demanda Química de Oxígeno mg/l	197	112	226	102	350 mg/l
Coliformes Totales NMP/100 ml	$113,3 \times 10^3$	$1,73 \times 10^3$	$26,740 \times 10^3$	$793 \times 10^3$	< 1000 y nunca > 5000 NMP/100 ml
Coliformes Fecales NMP/100 ml	$113,3 \times 10^3$	$1,73 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$793 \times 10^3$	< 1000 y nunca > 5000 NMP/100 ml

\* Cálculo de la relación Demanda Bioquímica de Oxígeno/ Demanda Química de Oxígeno (DBO/DQO). \*\* No establecido.

encuentra entre 0,28 y 0,42, esto permite clasificarlas como aguas residuales municipales no tratadas, de acuerdo con lo informado por Crites y Tchbanoglous (2000). Sin embargo, se observa que los valores obtenidos se encuentran por debajo de 0,5; lo que puede significar que existen materiales orgánicos poco biodegradables en este sector y esto puede ser generado por la mezcla de diversos componentes, como el arrastre de elementos químicos por escorrentía provenientes de actividades agrícolas que existen en la ciudad de Guanare.

Las concentraciones de coliformes totales y fecales sobrepasaron los valores límites establecidos en el Decreto 883, esto puede ser favorecido por la temperatura obtenida en el sector, la cual se encuentra entre 28 °C y 30 °C.

La concentración de detergentes fue elevada en todos los puntos, lo que indica presencia de

aguas residuales domésticas en el punto muestreado. Sin embargo, debido a que las concentraciones de detergentes, la demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno, entre otros parámetros son relativamente bajos, al compararlas con valores de otros países y particularmente de Estados Unidos, se puede ubicar a estas aguas residuales en la categoría de débil, según Meltcalf y Eddy (1996). Estas concentraciones débiles pueden ser debidas a que los drenajes de aguas de lluvia están conectados a los sistemas de cloacas municipales, lo cual aumenta el volumen y se produce una dilución en el agua residual. Por otra parte, la alta pérdida de agua de suministro se mezcla y va hacia el sistema de cloacas y diluye los residuales.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno a nivel de la descarga en el canal Revestido y aguas abajo de los vertidos en el caño Iguéz, en sequía sobrepasó los valores límites establecidos en el

Decreto 883, en este caso se evidenció el alto volumen vertido de aguas residuales provenientes de diversos sitios de la ciudad de Guanare.

El contenido de coliformes totales y fecales en el canal Revestido y en el canal de La Muerte (735.333,33 y  $113,3 \times 10^3$  NMP/100, respectivamente) fue superior a lo indicado en la matriz de evaluación (Tabla 1). Esto indica que para reutilizar estas aguas es necesario aplicar tratamiento previo con el fin de eliminar patógenos que causan enfermedades endémicas y problemas de salud pública (León 1995). Esto concuerda con lo encontrado por Gásperi (2008), quien afirma que el estado de contaminación influye sobre la salud de la población cercana, la cual está sujeta a riesgo en la medida que utilice este cuerpo de agua.

Es importante considerar que además de patógenos, existen otros componentes como detergentes o materiales pocos biodegradables, evidenciado a través de la relación Demanda Bioquímica de Oxígeno/Demanda Química de Oxígeno, eso muestra la necesidad de incorporar otros tipos de tratamientos químicos.

La concentración de algunos metales fue muy baja en los puntos de descarga, de acuerdo con la matriz de evaluación (Tabla 1); sin embargo es importante su evaluación porque en altas concentraciones son tóxicos. Es importante incorporar el análisis de otros metales puesto que estos pueden sedimentar o adherirse a las partículas detríticas y pasar a la cadena trófica.

El fósforo se encuentra, de acuerdo con la calificación y valoración especificada en la matriz (Tabla 2), en bajas concentraciones (los valores obtenidos oscilaron entre 2,5 y 3,16 mg/l); mientras que el nitrógeno se encuentra en concentraciones de moderadas a altas (los valores obtenidos oscilaron entre 18 y 20,4 mg/l), lo que no representa un aspecto negativo para reutilización del agua residual.

Las concentraciones de detergentes fueron elevadas de acuerdo con la matriz de calificación y valoración indicada en la Tabla 3, los valores obtenidos se encontraron entre 5,3 y 6,73 mg/l, y

pueden ser relevantes en la reutilización. Aunque este parámetro no se considera en el tema de la reutilización, es importante debido a su difícil degradación.

### **Capacidad de autodepuración del tramo evaluado del caño Iguéz**

Se observó que el flujo de la corriente del sector estudiado fue bajo, generado por las bajas pendientes y evidenciado por la acumulación de sedimentos. De acuerdo con lo informado por Winkler (1986), este sector del caño se clasifica dentro del factor de autodepuración 1, con una corriente lenta y baja tasa de oxigenación, lo cual es concordante con las concentraciones de oxígeno encontradas y con las condiciones del cuerpo de agua. Esto demuestra que el caño Iguéz está sometido a graves problemas de afectación generados por las continuas descargas de aguas residuales de la ciudad de Guanare e indica el grado de contaminación que sufre.

Winkler (1986) estableció que un curso de agua rápido con alta velocidad tendría mayor disponibilidad de oxígeno. En la visita de campo efectuada se determinó gran acumulación de sedimentos producto de las bajas pendientes del terreno y de baja velocidad de la corriente en el tramo del caño Iguéz. Es posible que la topografía disminuya la capacidad de autodepuración del cuerpo de agua y que la sedimentación influya en la biodiversidad. Según Rodríguez-Olarte y Taphorn (1995), la presencia de especies con tolerancia a la sedimentación es una característica importante en la degradación de los ríos en el piedemonte, debido a que determina las especies de peces que pueden ocupar tal hábitat.

La concentración de oxígeno en los puntos muestreados se presenta en la Tabla 7; según Cubillos (1998), los valores de oxígeno no deben ser menores de 5 mg/l durante más de 8 horas en un período de 24 horas y en ningún momento menor de 3 mg/l, pues esto ocasiona la muerte de peces y la proliferación de insectos. De acuerdo con esta afirmación, se evidencian problemas de afectación y contaminación en el sector revisado, además se constató la emanación de olores fétidos.

**Tabla 7. Concentración de oxígeno (mg/l) obtenida en todos los puntos muestreados, en ambas épocas.**

Puntos de muestreos	Primer muestreo		Segundo muestreo		Tercer muestreo		Promedio	
	Sequía	Lluvia	Sequía	Lluvia	Sequía	Lluvia	Sequía	Lluvia
Descarga Canal Revestido	0	0,1	0	0,5	0	1,5	0	0,7
Descarga Canal de la Muerte.	0	0,3	0	0,2	0	0,8	0	0,43
Aguas Abajo Canal de la Muerte	0,07	0,5	0	0,4	0	2,2	0,023	1,033

Se observaron concentraciones de oxígeno más altas en el canal de la Muerte, que pueden ser debidas a que existe un mayor volumen de agua de entrada, lo cual genera más oxigenación por movimiento. Aguas abajo de la descarga del canal revestido no se detectó oxígeno en ninguno de los muestreos y las épocas estudiadas.

Es posible que esta situación se presente aguas abajo después de las descargas, esto concuerda con lo encontrado por Gásperi (2008), quien afirmó que existe una disminución de oxígeno debido a los altos contenidos de materia orgánica, además hay una destrucción total o parcial de macro invertebrados que no sobreviven en las condiciones presentadas por el cuerpo de agua.

### CONCLUSIONES

Los efluentes líquidos generados de la ciudad de Guanare son básicamente domésticos, evidenciado por la alta concentración de detergentes y coliformes totales y fecales, la cual sobrepasó los límites establecidos en el Decreto 883 (1995).

La alta Demanda Bioquímica de Oxígeno, tanto en la descarga como aguas abajo en el canal de la Muerte, indica elevada cantidad de vertidos residuales; aunque la concentración de algunos metales fue baja. La concentración de oxígeno disuelto encontrada fue baja e indica deterioro en la calidad del agua.

En los vertidos de aguas residuales existe una posible mezcla con agroquímicos producto de las actividades agrícolas de la ciudad de Guanare, evidenciado en la relación Demanda Bioquímica de Oxígeno/Demanda Química de Oxígeno.

El caño Iguéz está sometido a un fuerte grado de contaminación por los vertidos de aguas

residuales domésticas provenientes de la ciudad de Guanare. Esto no permite sugerir la reutilización directa de las aguas residuales para riego.

### AGRADECIMIENTO

A la coordinación de investigación del Vicerrectorado de Producción Agrícola, Universidad Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora, por el financiamiento otorgado para la ejecución del proyecto titulado “Lineamientos para el Manejo de efluentes líquidos de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Guanare”, código 23105101.

### REFERENCIAS

- American Public Health Association (APHA). 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Edición 21. Joent Editorial Board. Washintogton, DC.
- Bastidas, R., Orellana, R., Solórzano, P., Jiménez L. Gásperi, T., Escobar, N y Veiga A. 1996. Efecto de las actividades humanas de los municipios Guanare, Papelón en la calidad del agua micro cuenca caño Iguéz caño Maraca. Mimeografía. UNELLEZ, Guanare. 15 p.
- Crites, R. y Tchbanoglous, G. 2000. Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones. Editorial McGraw Hill, Interamericana S.A. Bogotá, Colombia. 776 p.
- Cubillos, A. 1998. Calidad de Agua y Control de Polución. CIDIAT, Mérida, Venezuela. 146 p.
- Decreto 883. 1995. Gaceta Oficial N° 5021. Extraordinario. Clasificación de cuerpos de

- agua y descargas a cuerpos de agua.
- Espinosa, C. 2005. Humedales Construidos para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas. CIDIAT, Mérida, Venezuela. 85 p.
- Gásperi, R. 2008. Estudio sobre la capacidad de autodepuración del caño Iguéz en el sector de descargas domésticas servidas en el municipio Guanare. Tesis Ing. en Recursos Naturales Renovables. UNELLEZ, Guanare. 48 p.
- Hilleboe, H. 1964. Manual de Tratamiento de Aguas Negras. Departamento de sanidad del estado de New York. Primera edición. Editorial Limusa. 303 p.
- Inciarte, F. 2000. Efecto de la descarga de agua residual doméstica sobre la calidad del agua del Caño Iguéz. Guanare. Tesis de Grado Ing. en Recursos Naturales Renovables. UNELLEZ, Guanare. 36 p.
- León, S. 1995. Procesos de tratamiento de aguas residuales, objetivos y selección de tecnologías en función al tipo de reutilización. OPS/CEPIS. Curso regional. programa de tratamiento de aguas residuales. Mérida. pp 2-15.
- Metcalf y Edy. 1996. Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización. Primera edición. Editorial, Mc Graw Hill, Interamericana, S.A. México. 1485 p.
- Rodríguez-Olarte, D. y Taphorn, D. 1995. Peces como indicadores biológicos en la aplicación del índice de integridad biótica en ambientes acuáticos de los llanos occidentales de Venezuela. *Biollania* 11: 27-41.
- Winkler, M. 1986. Tratamiento Biológico de Aguas de Desecho. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Survey. Editorial Limusa. México. 337 p.
- Zambrano, M. 2000. Lineamientos para la ordenación del territorio de la zona alta de la ciudad de Guanare, estado Portuguesa, Venezuela. Tesis MSc. UNELLEZ, Guanare. 118 p.