

El Gras vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), filtro biológico en el tratamiento de aguas recambio en explotaciones piscícolas en el municipio de Neiva, Huila, Colombia

Jesús Ignacio Herrera López¹

RESUMEN

El Gras Vetiver (***Chrysopogon zizanioides***), planta nativa de la India, es una graminea terrestre eficiente en la fijación de carbono (C4), resistente a zonas áridas por requerir menos agua y aprovechar mejor la luz solar. Es conocida mundialmente, como la planta milagrosa, por controlar problemas de: erosión de suelos, estabilización de taludes, descontaminación de aguas residuales domésticas e industriales, descontaminación de suelos dedicados a minería y explotación de hidrocarburos, además de usos en aromaterapia y perfumería.

Por su potente sistema radicular y alto contenido de sales en la sabia, hace posible soportar sequías e inundaciones extremas, además de su alta capacidad de absorción de macro-micronutrientes, posibilita su uso en el tratamiento de aguas de recambio contaminadas en explotaciones piscícolas.

El sistema de tratamiento de aguas de recambio de las actividades piscícolas, aprovecha estas excelentes cualidades de la planta, para su uso como filtro biológico y remover la carga de sedimentos, nitrógeno y fósforo, responsables de los procesos de eutrofización de los cuerpos de agua, mediante una adaptación con bandejas flotadoras como planta acuática colocadas sobre canales de tratamiento en geomembrana, con tiempos de retención hidráulica de 2,5 horas, garantizando durante este tiempo el contacto del agua con las raíces para que absorba los nutrientes y mejore la calidad del vertimiento.

PALABRAS CLAVES: Gras Vetiver, ***Chrysopogon zizanioides***, Biorremediador, Filtro Biológico, Tratamiento de aguas residuales, Piscicultura.

*The Grass vetiver (***Chrysopogon zizanioides***), biological filter in water treatment products in fish farms in the municipality of Neiva, Huila, Colombia*

ABSTRACT

The Vetiver Grass (***Chrysopogon zizanioides***), plant native to India, is an efficient grass land in carbon fixation, resistant to arid areas require less water and better use

Fecha de recepción: 12 de abril de 2016. Fecha de aceptación: 3 de junio de 2016

Modelo de citación:

HERRERA LOPEZ, Jesús Ignacio. El Gras vetiver (*chrysopogon zizanioides*), filtro biológico en el tratamiento de aguas recambio en explotaciones piscícolas en el municipio de Neiva, Huila, Colombia. Revista Asuntos Económicos y Administrativos No.31, segundo semestre 2016. ISSN 0124-1133. Universidad de Manizales

1 Estudiante de Doctorado en Desarrollo Sostenible Universidad de Manizales (Colombia). Msc. en Desarrollo Sustentable, Esp. Ingeniería Ambiental, Ing. Agrícola e Ing. Civil. Calle 68 No. 1B-46 Neiva, Huila, Colombia. Email: jesusignacioh@yahoo.com

of sunlight (C4). It is known worldwide as the miracle plant, to control problems: soil erosion, slope stabilization, decontamination of domestic and industrial wastewater decontamination dedicated to mining and exploitation of hydrocarbons soil, besides uses in aromatherapy and perfumelife.

By its powerful root system and high salt content in the wise, it makes it possible to withstand droughts and extreme floods, in addition to its high absorption capacity of macro-micronutrients, allows its use in water treatment parts contaminated fish farms. The water treatment system parts of the fish farming activities, take advantage of these excellent qualities of the plant, for use as a biological filter and remove sediment load, nitrogen and phosphorus, responsible for eutrophication of water bodies, adapting with floaters trays as aquatic plant placed on geomembrana treatment channels with hydraulic retention times of 2.5 hours, ensuring water contact with the roots to acquit nutrients and improve the quality of dumping.

KEYWORDS: Gras Vetiver, *Chrysopogon zizanioides*, Biorremediador, biological filter, wastewater treatment, aquaculture.

Introducción

El pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), llamado en algunos países como la planta milagrosa, por ser una excelente alternativa en la resolución de problemas de: erosión de los suelos, contaminación por aguas residuales provenientes de la actividad humana urbana y rural, contaminación áreas dedicadas a la minería, gasoductos y oleoductos, así como por sus múltiples usos como insumo para la fabricación de forrajes, perfumes y artesanías. (ALEGRE 2007: 3)

El grass vetiver, por su alta adaptabilidad a la diversidad climática extrema y capacidad de absorción de nutrientes, es utilizada en el tratamiento de aguas y suelos. Dentro de sus características especiales, se destacan: poseer un abundante, potente y resistente sistema radicular que le permite soportar sequías e inundaciones extremas y tener una alta capacidad de absorción de agua y nutrientes (VE-TIVERCOLSAS 2016:1). Esta planta se torna de importancia, por el acelerado y creciente proceso de degradación ambiental que atraviesa los recursos hídricos, que terminan afectando la calidad de vida de las comunidades, al generar problemas de salud y con ello conllevando al incremento de la pobreza.

Esta investigación permitió conocer las cualidades del Grass vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), como filtro biológico, en el tratamiento de aguas de recambio provenientes de los estanques piscícolas, al adaptarla mediante un sistema de flotación, como planta acuática, permitiendo el contacto directo de su sistema radicular, captador de nutrientes, con el agua de recambio llevadas a canales trapezoidales con tiempos de retención de 2,5 horas, para propiciar la remoción de contaminantes: nitrógeno (N) y fósforo (P), macro nutrientes responsables de los procesos de eutrofización de los cuerpos de agua, que son aprovechados en el desarrollo y reproducción de Grass vetiver para múltiples fines, al facilitar la obtención hojas, raíces y esquejes.

En el Departamento del Huila, el desconocimiento de las bondades del vetiver es casi total, tan solo se ha probado como técnica para control de erosión, desconociéndose otras alternativas económicas y ambientalmente sostenibles de su uso en el campo del tratamiento de aguas residuales; es por ello que el Grupo de Estudios e Investigaciones Socioculturales y Ambientales GEISA, mediante el convenio de Cooperación celebrado entre la Universidad Cooperativa de Colombia y la FAO, se propuso evaluar el comportamiento de esta planta como técnica de biorremediación en el tratamiento de aguas de recambio de la actividad piscícola.

Revision de literatura

El Grass Vetiver (***Chrysopogon zizanioides***), es una planta perenne de la familia de las gramíneas, nativa de la India y usada con múltiples propósitos. En las regiones tropicales, existen cerca de 10 especies de gramíneas comunes de la tribu Antropogoneae, que pertenecen a la familia Gramínea, y dentro de ellas el Grass vetiver (***Chrosopogon zizanioides***), ha demostrado ser ideal para tratamiento de aguas y suelos, el control de erosión y conservación de suelos, mantener la humedad del suelo, tratamientos de biorremediación, bioingeniería, forrajes, agroforestería, medicina, artesanías y generación de energía (BOSQUES 2016:1-4) (ver cuadro 1) .

Investigaciones realizadas en China, han demostrado la importancia del grass vetiver para la remoción de N y P presentes en ríos contaminados, al lograr después de 2 semanas de periodo vegetativo, remover entre el 76% al 91% del P total, y después de 3 o 4 semanas remover más del 98% del P total, así como después de 1 a 2 semanas, remover del 34% al 45% de N total, y después de 4 a 5 semanas remover del 71% al 74% de N total; lo que indica la alta eficiencia en la eliminación de P y N (ZHENG, et al., 1997).

Cuadro 1. Clasificación del Vetiver (*Chrosopogon zizanioides*)

Reino:	Plantae
Division:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Liliidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Andropogoneae
Subtribu:	Andropogoninae
Género:	Vetiveria
Especie:	<i>Chrosopogon zizanioides</i>

Fuente. Autores

Estudios en China, concluyeron que por ser esta planta de rápido crecimiento, produciendo hasta 700 t/ha-año materia seca, y ser capaz de remover anualmente cerca de 102 toneladas de N y 54 toneladas de P por hectárea de vetiver plantado, su establecimiento bajo la técnica de isla flotante, es una alternativa viable para tratar aguas contaminadas, producir material vegetal para alimento de animales, obtener esquejes para la protección de suelos y ser insumo en la industria manufacturera del papel (VETIVERCOL S.A.S 2012: 1). Su plantación en los bordes de corrientes hídricas o en las áreas poco profundas de lagos o crecido mediante la técnica hidropónica de plataformas flotantes en lagos o estanques, es una alternativa con enormes ventajas: fácil cosecha de sus hojas para alimentos y otros usos y la obtención de raíces en la producción de aceites esenciales para la industria farmacéutica (TRUONG, 2001: 4).

Estudios realizados en Tailandia, concluyeron que el grass vetiver podría capturar residuos de agroquímicos y pesticidas, responsables de la contaminación de arroyos y ecosistemas naturales, además de ser utilizado en el tratamiento de aguas residuales, al absorber importantes cantidades de: N, P, K, Ca, Mg, Pb, Cd y Hg (HENGCHAO-VANICH citado por TRUONG, 2001).

En Venezuela, la Fundación Polar y la Planta de Pepsi-Cola de San Pedro, utilizaron la técnica vetiver para descontaminar las aguas residuales del proceso industrial de elaboración de bebidas, logrando absorber el 100% del P y casi la totalidad del N disponible en las aguas contaminadas (MAYORCA, et al., 2007).

Materiales y métodos

En esta investigación, se midieron y evaluaron parámetros fisiológicos del grass vetiver y parámetros fisicoquímicos del agua de recambio provenientes de estanques piscícolas, antes y después de ser pasadas a través de un filtro biológico de grass vetiver, para determinar la eficiencia de esta la técnica en el tratamiento de aguas provenientes del cultivo de peces.

Para el establecimiento del filtro biológico, se colocaron esquejes de grass vetiver sobre un sistema de flotación, consistente en 46 bandejas en PVC de 1-1/4" y malla plástica diamante, colocadas sobre canales trapezoidales de tratamiento, garantizando el contacto directo de las raíces con las aguas de recambio a fin de absover los macronutrientes (N, P y otros cationes), responsables de eutrofizar los cuerpos y corrientes de agua.

El experimento, se realizó en la Reserva Natural de la Sociedad Civil Monte de Heliconia, sector rural municipio de Neiva, Departamento Del Huila, República de Colombia, lugar donde se tienen cuatro estanques en tierra para la explotación piscícola, como única actividad

productiva con fines comerciales, estanques que fueron conectados sus vertimientos de agua de recambio al sistema de tratamiento de agua (ver figuras 1 y 2).

Figura 1. Ubicación del Proyecto Reserva de la Sociedad Civil Monte de Heliconia

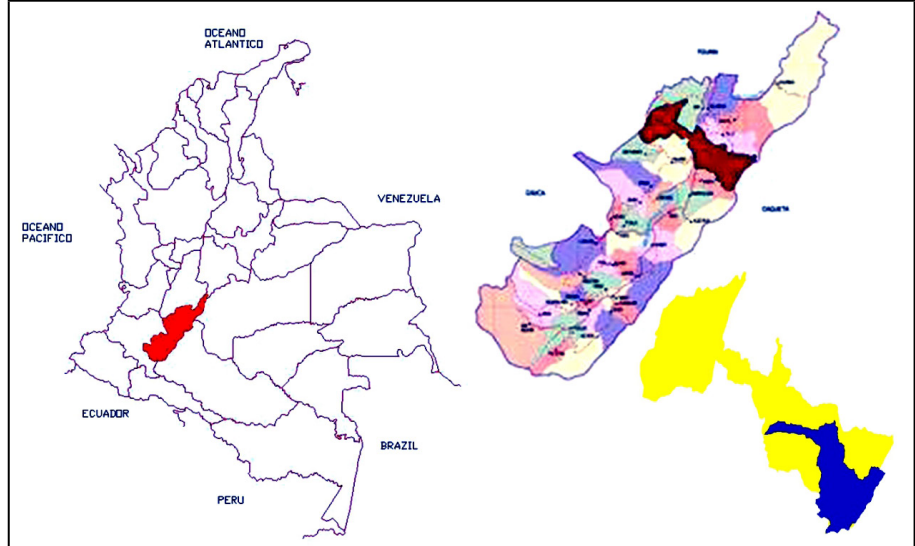


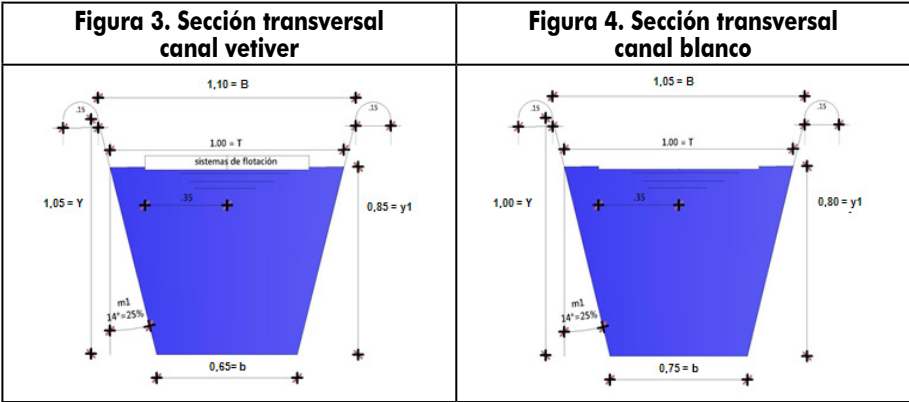
Figura 2. Ubicación de los estanques piscícolas y el sistema de tratamiento de aguas de recambio



Fuente: Bermúdez y otros, 2012, p. 46.

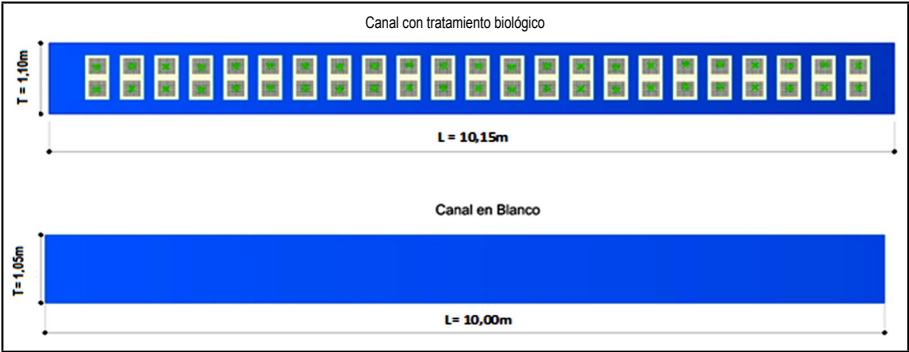
Las especies de peces cultivadas en los estanques, bajo el sistema de policultivos fueron: cachama blanca (*Piaractus brachipomus*), tilapia roja (*Oreochromis* sp.), bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y sábalo o yamu (*Prochilodus lineatus*); establecidos a diferentes densidades de siembra (3,30 a 6,76 peces/m²) y con tiempos de retención de agua dentro de los estanques entre 17.4 y 25.3 días.

El sistema de tratamiento consta de dos canales trapezoidales, como se muestra en las figuras 3 y 4, con longitud de 10,0 m excavados en tierra e impermeabilizados con geomembrana (ver figuras 5 y 6). Uno de estos canales actúa como blanco, cumpliendo una función de solamente retención del agua por un tiempo de 2,5 horas, mientras que el otro canal, contiene el filtro biológico, conformado por 46 plantas de vetiver ancladas a la bandeja de flotación consistente en un cuadro en tubo de PVC de 1-1/4" de 35*35 cm² y una malla plástica tipo diamante, para soportar la planta y permitir el contacto directo de las raíces con el agua a tratar.



Fuente. autores

Figura 5. Longitud de canales de tratamiento



Fuente. autores

La toma y registro de datos llevados a cabo durante el experimento se basaron en:

Mediciones sobre el desarrollo del vetiver. Se tomaron mediciones de longitud y área transversal cada 14 días sobre el crecimiento de la parte aérea (macolla) y raíz.

Pesaje de bandejas de vetiver. Se efectuó el pesaje de cada bandeja, para evaluar la ganancia de peso de la planta a través del tiempo, actividad realizada cada 14 días.

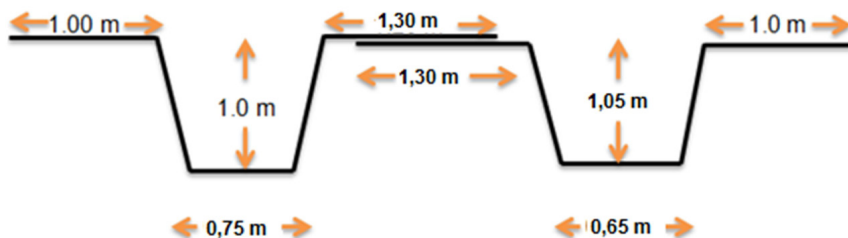
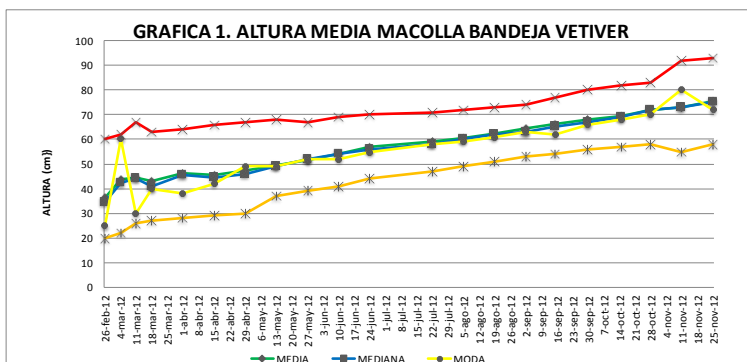


Figura 6. Perfil de la geomembrana utilizada para el revestimiento de los canales de tratamiento. Fuente: autores.

Mediciones de parámetros fisicoquímicos del agua. Se tomaron muestras de agua a la entrada y salida del sistema de tratamiento cada 28 días, para determinar el valor de algunos parámetros fisicoquímicos: caudal, temperatura, amonio ($\text{NH}_3\text{-N}$, NH_3 y NH_4^+), nitratos ($\text{NO}_3\text{-N}$, NO_3^-), nitritos (NO_2^- , $\text{NO}_2\text{-N}$ y NaNO_2), fósforo (P , $\text{PO}_4\text{-3}$, P_2O_5), fosfatos (P , $\text{PO}_4\text{-3}$, P_2O_5), pH, oxígeno disuelto, alcalinidad, potasio (K y K_2O), sulfatos (SO_4^-) y calcio.

Resultados

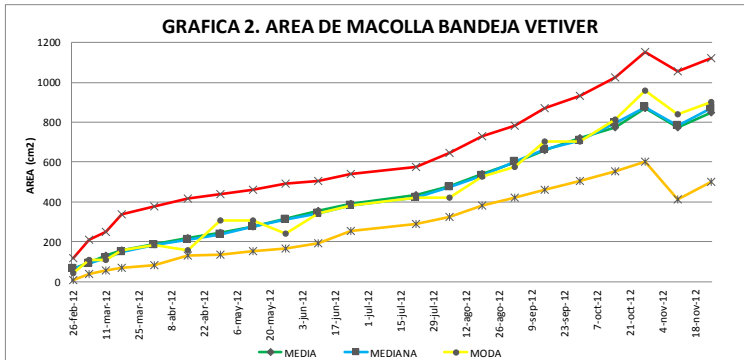
La gráfica 1 muestra la evolución que presentó el grass vetiver sembrado sobre la bandeja flotante, se observa que las plantas obtuvieron un crecimiento acelerado del follaje durante las primeras 6 semanas, llegando a pasar de 20 cm (altura a la que se sembraron los esquejes) a 43,80 cm, equivalente a una tasa de crecimiento de 0,57 cm/día. De la 6ª hasta la 22ª semana, presentó una disminución en la tasa de crecimiento al pasar de 43.80 a 56.93 cm, equivalente a un incremento diario de solo 0.13 cm/día. Posteriormente, a partir de 22ª hasta la 44ª semana, se presentó una leve disminución de la tasa de crecimiento al pasar de 56,93 cm a 75.39 cm, equivalente a un incremento diario de 0.12 cm/día.



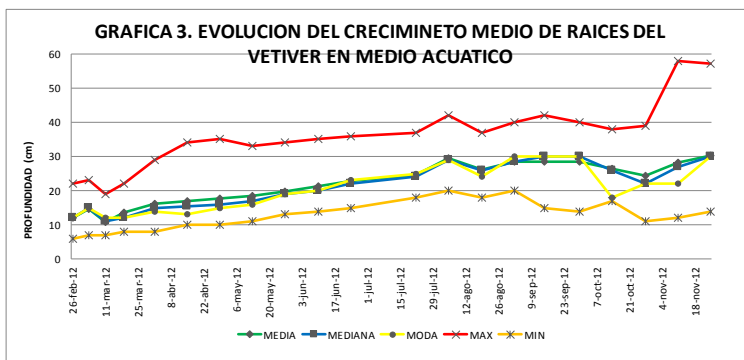
Fuente: Autores

La tasa de crecimiento del área transversal de base de la macolla del vetiver sembrado en la bandeja, alcanzó los 2.86 cm²/día; resul-

tando ser superior a la tasa de crecimiento del área transversal de la macolla del vetiver sembrado en tierra, la cual fue de solo 0.18 cm²/día; lo que significa que el medio acuático favoreció la reproducción de esquejes, aunque las alturas de macolla estén por debajo de las plantas sembradas en tierra (ver gráfica 2).



Fuente: Autores

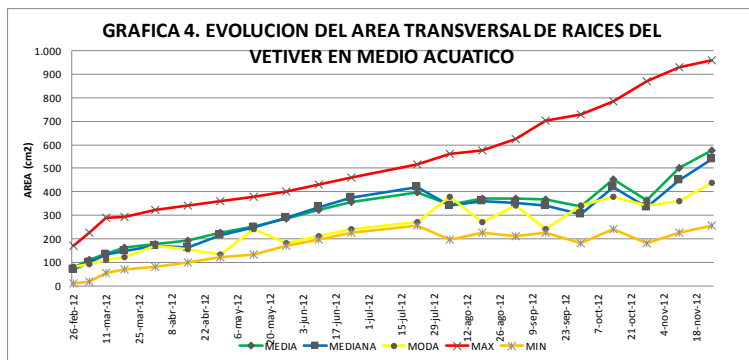


Fuente. Autores

La gráfica 3, muestra la evolución de la longitud de las raíces del vetiver sembrado sobre la bandeja flotante, presentando un crecimiento acelerado durante las primeras seis semanas, llegando a alcanzar 14.7 cm, equivalente a una tasa de crecimiento de 0.38 cm/día, luego presentó una disminución de la longitud hasta la 7ª semana, pasando de 14.76 a 10.87 cm; lo que equivale a una disminución en la longitud 3.89 cm y aún decrecimiento de 0.56 cm/día, situación ocasionada por el paso de peces a los canales de tratamiento, los cuales consumieron parte de las raíces tiernas del vetiver. A partir de la 7ª hasta 36ª semana se presentó nuevamente un crecimiento de las raíces, pasando de 10.87 cm a 28.43 cm, con una tasa de crecimiento de 0.09 cm/día y entre la 36ª a la 40ª semanas se observó una disminución en su tasa, pasando de 28.43 cm a 24.26, equivalente a 0,15 cm/día, esta última ocasionada por extracción de algunos esquejes y pudrición de raíces por condiciones de anoxia en el canal de tratamiento, debido a

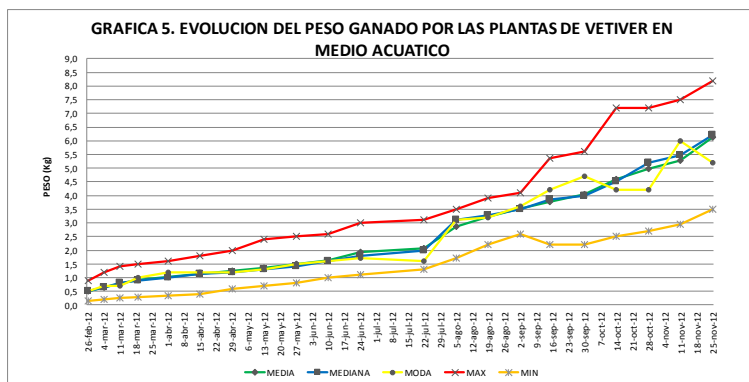
que faltó un tratamiento primario o secundario antes de llegar al filtro biológico, sin embargo, es de anotar que se llegaron a encontrar, al finalizar el periodo de medición, longitudes de raíces medias máximas de 57 cm, aspecto muy positivo y que por lo denso de sus raíces permite que actúe como un filtro biológico.

Con relación a la medición del área transversal de las raíces del vetiver, al finalizar la 44ª semana, se alcanzó los 961 cm²; lo que indica un buen desarrollo de las raíces cuando están en contacto permanente con aguas residuales de la actividad piscícola (ver gráfica 4).



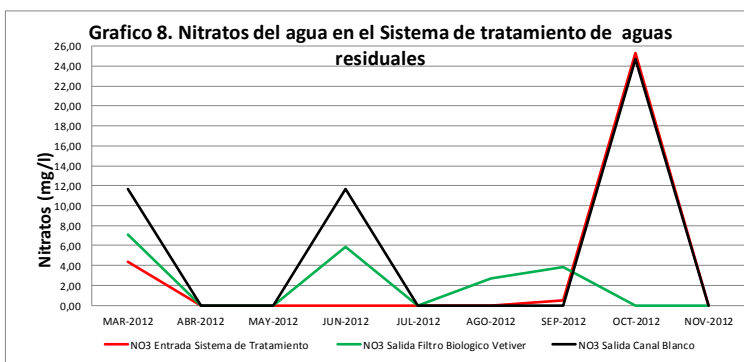
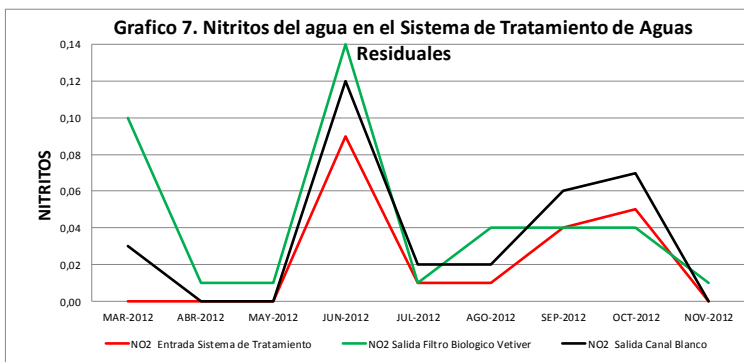
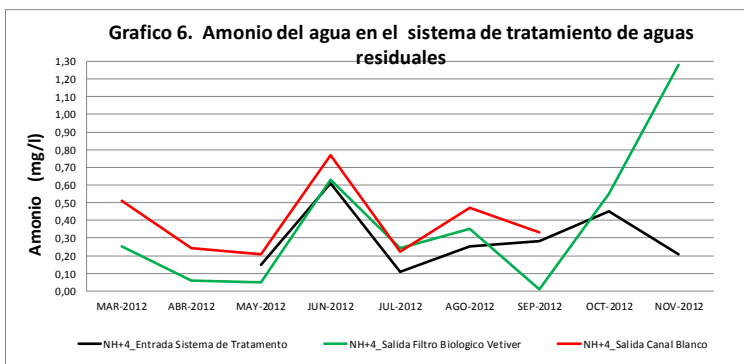
Fuente. Autores

La gráfica 5, muestra la evolución del peso del grass vetiver sembrado en la bandeja flotante, observándose que durante las primeras siete semanas, la tasa de ganancia de peso alcanzó los 17.86 gr/día, y a partir de la 7ª hasta la 26ª semana la tasa alcanzó los 9.67 gr/día, entre la 26ª a la 28ª semana, se presentó un acelerado aumento de la tasa de peso alcanzando el 57,86 gr/día, aumento que coincide con la época de menor precipitación y mayor radiación solar, entre la semana 28ª a la 38ª, se presentó una disminución en la tasa de peso de 24,57 gr/día y entre la semana 38ª a la 44ª se presenta nuevamente una disminución en la tasa llegando a 18.21 gr/día.

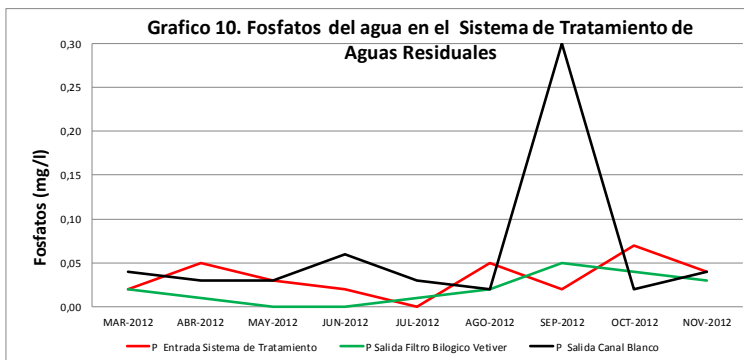
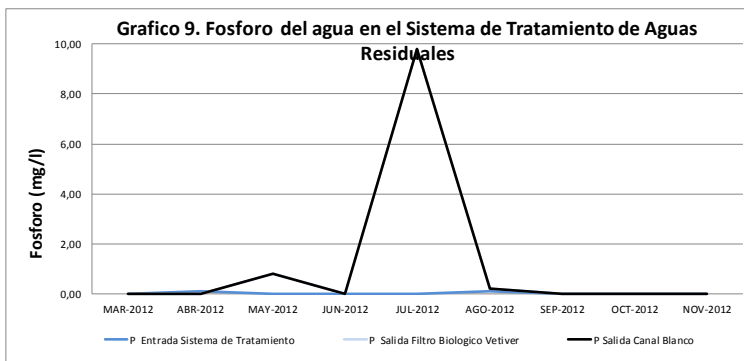


Fuente. Autores

En cuanto a la remoción del N presente en el agua de recambio, en sus tres presentaciones (amonio, nitritos y nitratos), los gráficos 6, 7 y 8 presentan un comportamiento de mejora de la calidad del agua tratada con el filtro biológico, tanto en el contenido de amonio y nitrato, aunque estas remociones no sean tan significativas, si son importantes. Las plantas aprovechan mejor el nitrógeno en forma de nitratos, requiriendo, por lo tanto, la transformación del amonio a nitritos y luego a nitratos mediante la inclusión de un sistema sedimentación y filtros con sustrato inertes que favorezcan la proliferación de microorganismos que permitan la transformación del nitrógeno y de esta manera se aproveche mejor en forma de nitratos.



Con relación a la remoción de fósforo y fosfatos, en la gráfica 9 y 10, se observa una mejora significativa en su remoción por el filtro biológico de vetiver, lo que significa una alta remoción de este macronutriente.



Discusión y conclusiones

El grass vetiver, en contacto permanente con agua residual, obtuvo una ganancia en peso durante las 44 semanas de 5.6 Kg, equivalente a una tasa de ganancia de peso medio de 20.51 gr/día, ganancia muy significativa y que comprueba la alta producción de materia orgánica de la planta, situación que podría ser aprovechada positivamente para forrajes, artesanías, banco de germoplasma e insumo para la industria del papel.

El tratamiento de las aguas de recambio de explotaciones piscícolas, haciendo uso de la técnica vetiver, es un proceso de reciclaje eficiente, al absorber los macronutrientes esenciales para las plantas (P y N), mejorando la calidad del agua de los vertimientos de la industria piscícola. En el experimento se presentó una mayor extracción de P y menor de N.

El sistema vetiver contribuye reducir el impacto del cambio climático debido a la reducción en la cantidad de agua a vertir a cuerpos de agua y a la mejora de algunos parámetros determinantes de la calidad de las aguas residuales (P y N).

Durante el experimento, se presentaron inconvenientes que alteraron los resultados, tal es el caso, de la variabilidad de los caudales de entrada a los canales de tratamientos debido a: los cortes repetitivos en el suministro de agua, el vaciado de los estanques por labores de desinfección y mantenimiento, los aumentos y disminuciones drásticas en el caudal entregado a la entrada de los estanques dependiendo del periodo hidrológico y del abastecimiento de las fuentes hídricas (quebradas La María y Los Micos).

El paso de los peces hacia los canales de tratamiento, afectaron las mediciones de longitud de raíces y peso de la planta, debido a que por falta de alimento los peces consumían los brotes de raíces del vetiver.

Como la planta se desarrolla a una gran velocidad, ganando espacio y peso, se hace necesario mejorar el sistema de flotación, mediante bandejas de mayor tamaño (mínimo de 80*80 cm) y elaboradas con tubos de PVC de 2" a 2-1/2".

Al diseñarse los canales de tratamiento biológico, se debe tener en cuenta el rápido desarrollo de la planta (ganancia acelerada en el tamaño y peso de sus macollas y raíces) cuando la planta está en contacto permanente con aguas residuales requiriendo, por lo tanto, un sistema de separación entre bandejas para que no se genere condiciones de anoxia en los canales de tratamiento por impedir el intercambio gaseoso entre el agua y el aire.

Reconocimientos

El autor hace un reconocimiento a:

La Universidad Cooperativa de Colombia por cofinanciar la realización del proyecto.

El Proyecto FAO- Cuenca Rio Ceibas por cofinanciar el proyecto con aportes técnicos.

La Ingeniera Jessika Magreth Herrera Passos, Magister en Ingeniería quien apoyó el análisis de datos.

El Ingeniero Forestal Teófilo Avellaneda, ambientalista, profesional adscrito al Proyecto FAO-Cuenca Rio Las Ceibas, por sus aportes permanentes al proyecto en el manejo piscícola y del vetiver.

Los estudiantes de los Programas de Ingeniería Civil e Ingeniería industrial que actuaron como auxiliares de Investigación en el montaje del experimento y toma de datos: Jorge Fabian Bermudez, Edgar Mauricio Perdomo, Nelson Alexander Castillo, Jhon Alejandro Castro, Sergio Andrés Quintana Trujillo, Mario Fernando Medina Soto y Cristian Alexander Herrera Passos.

Bibliografía

BANCO MUNDIAL, 1995, Vetiver La Barrera contra la erosión, Editorial Banco Mundial, Washington, 56 págs.

BERMÚDEZ, F. y otros, 2012, Diseño, montaje y puesta en marcha del proyecto vetiver tratamiento biológico de aguas residuales provenientes de estanques piscícolas de la finca Monte De Heliconias Cuenca Hidrográfica Del Río Las Ceibas - Municipio De Neiva. Editorial Universidad Cooperativa de Colombia, Neiva, 119 págs.

CAM, 2006, Diagnóstico cuenca hidrográfica rio las ceibas Neiva, Editorial CAM, Neiva, 370 págs.

CAMERON, S. y TRUONG, P., 2016, Vetiver System For Industrial Wastewater Treatment And Disposal At Gelita Apa, Queensland, Australia Environmental Manager, GELITA Australia, Queensland, Australia, 9 págs.

GREENLAND, J., 1987, Vetiver la barrera contra la erosión. Banco Mundial, Fundación Empresa Polar, Fundación Chaipattan, Total Venezuela, Red Latinoamérica de vetiver Maracay, Ediciones Polar, Caracas, 87 págs.

KANOKPORN, B., y MONCHAI, C., 2016, Efficiency of vetiver grass cultivated with floating platform technique in domestic wastewater treatment department of general science, faculty of science, inter-department of environment science, graduate school chulalongkorn university, phyathai rd., Bangkok, 15 págs.

MAYORCA, A. et al., 2007, Vetiver Sistema Utilizado En Tratamiento De Aguas Residuales, Venezuela, 90 págs.

ORIHUELA, J., 2007, Manual Sobre El Uso Y Manejo Del Gras Vetiver (Chrysopogon zizanioides), Organización Panamericana de la Salud – Organización mundial de la Salud- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, OMS-OPS., 37 págs.

SMEAL, C., HACKETT, M. y TRUONG, P., 2003. Vetiver System for industrial wastewater treatment in Queensland, Australia Proceedings of the Third International Conference on Vetiver and Exhibition, Guangzhou China, 12 págs

SWEAT, M. , TYSON, R. y HOCHMUTH, R., 2016, Construcción de Sistema Hidropónico Flotante. Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida, Florida 1-4 págs.

TRUONG P., 2001, El sistema vetiver para prevención y tratamiento de aguas y tierras contaminadas, Veticon Consulting, Australia, 8 págs.

TRUONG, P., WAGNER, S., VIERITZ, A., y SMEAL, C., 2016, Response of Vetiver Grass to Extreme Nitrogen and Phosphorus Supply, Faculty for Geosciences University of Hamburg, Australia, 9 págs

TRUONG, P., 2001, Vetiver Sistema Para Tratamiento De Aguas Residuales. Codyhart Environmental Consulting Pty. Ltd. Boletín (2001/2).

TRUONG, P., 2001, Vetiver System For Wastewater Treatment The Vetiver Network and Queensland Department of Natural Resources and Mines Barbara Hart M.E.C.H. Codyhart Environmental Consulting Pty. Ltd (Pacific Rim Vetiver Network Technical Bulletin No. 2001/2)

TRUONG, P., 2001, A Bioengineering and Phytoremediation Option for the New Millennium. Proc. Second Intern. Vetiver Conf. Thailand, Recuperado de http://www.ipcp.org.br/IPCP-MA/Projects/CNPqSolos/VetiverDocs/PRVN_wastewater_bul.pdf

VETIVERCOL S.A.S., 2012, Aplicaciones En Biorreparacion. Recuperado de <http://www.vetivercolsas.com/pasto-vetiver>

XIA et al., 2000, Study on Purification and Uptake of Vetiver Grass to Garbage Leachate Proc. Second Intern. Vetiver Conf. Thailand. Recuperado de http://www.ipcp.org.br/IPCP-MA/Projects/CNPqSolos/VetiverDocs/PRVN_wastewater_bul.pdf

ZHENG, et al., 1997, Preliminary study on purification of eutrophic water with vetiver. Proc. International Vetiver Workshop, Fuzhou, China.