



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Utilización de fitodepuradores *Eichhornia crassipes*, *Lemna sp* y *Salvinia minima* en la descontaminación de aguas residuales de origen pecuario, en la provincia de Imbabura Autores: Zoila Karina Albuja Rivadeneira¹, Álvaro Yépez Regalado² Resumen: Se estudió un sistema de fitodepuración de aguas residuales de origen pecuario en la granja La Pradera, Provincia de Imbabura, y sus posibilidades de uso como agua de riego para el sector agrícola y al material vegetal como fuente alimentaria. Se usaron tres especies vegetales: 1) jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), 2) lenteja de agua (*Lemna sp.*), y 3) oreja de ratón (*Salvinia minima*). El sistema previo a la fitodepuración estuvo constituido por 1) un canal que conduce un caudal de 3 L/s de agua residual, y 2) un tanque biodigestor, cuyo efluente pasa a los estanques individuales de *E. crassipes*, *Lemna sp.* y *S. minima* y 3) un testigo de agua residual tratada por el biodigestor sin material fitodepurador. Al finalizar el proceso de crecimiento de las plantas, que duró cuatro meses, se determinaron los siguientes parámetros en el agua remanente de la fitoremediación: conductividad eléctrica, cationes y aniones, potencial de hidrógeno, relación de adsorción de sodio, dureza, sólidos disueltos totales, demanda bioquímica y química de oxígeno, y la relación de carbohidratos, proteínas y grasas respecto al peso de la masa vegetal. Después del proceso de fitodepuración, el grado de disminución de Ca^{2+} , Mg^{2+} , B^{3+} , $CaCO_3$, K^+ , Cl^- , HCO_3^- , DBO5 y DQO de los fitoremediadores en la fase acuosa se observa el siguiente orden decreciente: *E. crassipes* > *Lemna sp.* > *S. minima*. La disminución de los parámetros pH, conductividad eléctrica, Na^+ , SO_4^{2-} , RAS, sólidos totales disueltos disminuyeron en el orden decreciente: *E. crassipes* > *S. minima* > *Lemna sp.* La disminución del P por los fitoremediadores va en el siguiente orden: *E. crassipes* = *Lemna sp.* = *S. minima*. Los nitratos también fueron disminuidos en el siguiente orden decreciente: *S. minima* > *E. crassipes* = *Lemna sp.* Respecto a la calidad alimentaria, se determinó un almacenamiento de proteína en el siguiente orden creciente: *Lemna sp.* < *S. minima* < *E. crassipes*. La fitoremediación es la forma más natural de eliminación de aguas residuales del sector pecuario pudiendo reutilizarlas en riego y la especie que mejor funciona en este proceso es la *Eichhornia crassipes*. Palabras clave: Aguas residuales, fitodepuración, jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), lenteja de agua (*Lemna sp.*), oreja de ratón (*Salvinia minima*), RAS, DBO5, DQO, proteína. Key words: Residual water, fitodepuration, water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), duckweed (*Lemna sp.*), mouse ear (*Salvinia minima*), RAS, DBO5, DQO, protein. Citas dentro del texto Miranda (2006) señala que "las aguas residuales o servidas son una combinación de líquidos y residuos provenientes de actividades domésticas, agropecuarias o industriales, que al no ser tratadas adecuadamente causan problemas de contaminación". Arroyo y col (2005), mencionan que las macrófitas tienen la capacidad de purificar el agua mediante la asimilación directa de nutrientes, especialmente el nitrógeno y el fósforo, que son retirados del medio e incorporados al tejido vegetal. Romero y col (2009), mencionan que el agua que sale del proceso de fitodepuración, contiene baja carga orgánica y menor concentración de nutrientes, por lo que puede agregarse a un cuerpo receptor (arroyo, río, lago, o mar) sin causar efectos nocivos para las

1 | “Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2016” Multidisciplinario, 21 y 22 de abril de 2016. México



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

formas de vida silvestres. Clostre (2007), señala que, el abanico de especies que se utilizan en fitodepuración es más bien reducido, y en general se restringe a especies típicamente helófitas.

Secciones I. Introducción Las actividades pecuarias son la base del desarrollo económico a nivel rural, y constituyen fuentes alimentarias para el sector urbano. En Ecuador, la producción de ganado vacuno y porcino se ha incrementado notablemente, es así que en los reportes del último Censo Nacional Agropecuario del año 2000, se ve que con respecto al Censo del año 1976 el incremento de estas especies ha sido del 76,80%, esto ha acrecentado el movimiento económico, pero ha afectado la buena calidad del recurso agua, puesto que la contaminación por la actividad pecuaria es frecuente. Sin embargo, si se realiza un tratamiento adecuado de estos desechos, el impacto negativo que se genera se puede minimizar y aportar positivamente al desarrollo rural con la obtención de otros beneficios. Uneabasto (2012). Varias investigaciones se han realizado en la provincia de Imbabura, con resultados óptimos. El uso de fitodepuradores es alentador como parte de la Gestión Ambiental al cuidado del recurso agua. De esta manera, conociendo el potencial para depurar aguas servidas, de las especies vegetales *Eichhornia crassipes* y *Lemna sp*, se las aprovechó en la Granja La Pradera para incluirlos en un sistema de descontaminación productiva, continuando con las investigaciones para tratar aguas servidas. Se incluyó además a *Salvinia minima* por su crecimiento acelerado y porque se la encuentra abundantemente en convivencia con *Eichhornia crassipes*; por esta razón se la considera importante para ser evaluada como fitodepurador.

II. Metodología En la investigación, que se efectuó en la Granja La Pradera, ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Antonio Ante, parroquia San José de Chaltura, se utilizó un biodigestor, 12 mini estanques, 7,5 kg de *Eichhornia crassipes*, 1,5 kg de *Lemna sp*. y 3 kg *Salvinia minima*. Se utilizó el Diseño Completamente al Azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, al encontrar diferencia significativa entre tratamientos se realizó el análisis funcional con la prueba de Tukey al 5%. Las variables que se evaluaron en laboratorio y los métodos empleados fueron: pH (potenciométrico), Conductividad (conductimétrico), Dureza (volumétrico), Sólidos Totales (gravimétrico), aniones y cationes (absorción atómica), DBO (APHA 5210B), DQO (5520 D), coliformes totales (EPA 40 CFR). Porcentaje de materia seca, proteína y grasa. El caudal promedio fue de 3 L/s. Se construyó el biodigestor, ubicado a la salida del efluente con aguas residuales, a la salida del biodigestor un sistema de tubos conducían el agua hacia los estanques de 0,50 m de ancho x 1,00 m de largo y 0,30 m de profundidad, que contenían las tres especies investigadas.

III. Evaluación de resultados y discusión Cuadro 1. Resultado global de las variables evaluadas y sus parámetros de referencia 1. Variables pH y Conductividad Eléctrica (ds/m) Gráfico 1. Valores promedio de pH y conductividad eléctrica de los tratamientos evaluados *Eichhornia crassipes*, *Lemna sp* y *Salvinia minima* disminuyen los niveles de pH en el agua residual, *Eichhornia crassipes* baja los niveles de pH en el 24,05% con respecto al testigo, esto hace que el agua entre en los niveles óptimos para ser utilizada en riego con respecto a este parámetro, *Lemna sp* y *Salvinia minima* también disminuyen los valores de pH en 16,53% y 1,15%



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

respectivamente. Con estos resultados se concuerda con la investigación realizada por Valderrama (1996), en la cual manifiesta que *E. crassipes* estabiliza el pH y contribuye a producir valores más cercanos a la neutralidad del agua. *Eichhornia crassipes* con el 65.11%, seguido de *Salvinia minima* con el 20.9%, y finalmente *Lemna sp* con el 27.9% disminuyen las concentraciones de conductividad eléctrica. *Eichhornia crassipes* absorbe gran cantidad de metales presentes en el agua, tendiendo a disminuir los parámetros de conductividad, con esto se corrobora lo expuesto por Valderrama (2005).

2. Variables cationes (Ca, Mg, Na, K) Gráfico 2. Valores promedio de cationes de los tratamientos evaluados *Eichhornia crassipes* disminuye las concentraciones de Ca en un 33.3%, este fitodepurador tiene gran facilidad para absorber este tipo de minerales por su estructura radicular y foliar, *Lemna sp* disminuye levemente el contenido de calcio del agua en el 1,33%, pero sorprendentemente *Salvinia minima* aporta mayor cantidad de calcio al agua ya que incrementó la concentración del mismo en el 21,33%, probablemente se deba a que acumula este ion en sus raíces, el tipo de raíces enmarañadas que tiene esta especie y guarden este mineral desde la zona de recolección en el Lago San Pablo. *Eichhornia crassipes*, disminuye la concentración de Mg con respecto al agua residual de origen es del 65.5%, *Lemna sp* y *Salvinia minima* también bajan los niveles de concentración de Mg en el 22,8% y 18,71% respectivamente, esto se evidencia en la absorción producida por estas especies fitodepuradoras. *Eichhornia crassipes* bajó el 80,88% el contenido de Na en el agua, *Salvinia minima* bajó el 61.1% y finalmente *Lemna sp* disminuyó el 53.1%, con esto se corrobora la investigación realizada por García et, en la cual señala que las especies acuáticas como *E. crassipes*, tienen una alta afinidad por adsorción y complejación con materia orgánica, cationes y aniones, asimilándolos mediante la raíz. *Eichhornia crassipes* tiende a disminuir la cantidad de K significativamente, el porcentaje de disminución del mismo fue del 73.9%, *Lemna sp* y *Salvinia minima* disminuyeron también este parámetro, las disminuciones porcentuales fueron del 65.2% y 45.4% de manera respectiva, con esto se comprueba lo que manifiesta Valderrama (2005) en cuanto a la absorción de nutrientes por parte de las especies macrófitas acuáticas es altamente eficiente en aguas residuales, pudiendo superar el 50% de remoción de los mismos.

3. Variables aniones (HCO_3 , SO_4 , NO_3 , B, P, Cl) Gráfico 3. Valores promedio de aniones de los tratamientos evaluados *Eichhornia crassipes* logró el mayor porcentaje de remoción de HCO_3 con el 57.2%, seguido de *Lemna sp* con una disminución del 21.4% y *Salvinia minima* tuvo una reducción de este ión del 11.9%, con esto se coincide con Orozco, Saimonds (2006), quienes señalan que las macrófitas flotantes son capaces de eliminar por adsorción y absorción diversas sustancias e iones disueltos en el agua. *Eichhornia crassipes* disminuye notablemente los niveles de SO_4 en el agua residual, bajando el 98.7% del mismo, *Salvinia minima* disminuye en un 38.5% y *Lemna sp* en un 25%, las tres especies fitodepuradoras bajan los niveles de SO_4 de una manera significativa. *S. minima* disminuyó la mayor cantidad de NO_3 con el 59.7%, *E. crassipes* y *Lemna sp* no llegaron a disminuir el 50% de este anion. García (2012) en su investigación manifiesta que los nitratos no se eliminan por intercambio iónico



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

debido a su carga negativa, más bien son transportados como parte del agua residual, siendo fácilmente asimilados para nuevos tejidos vegetales y eliminados mediante el proceso de desnitrificación por los microorganismos presentes en el medio, lo que ocurrió en la investigación aunque no significativamente. *Eichhornia crassipes* disminuye significativamente la cantidad de B en el agua, es así que su disminución es del 84.6%, *Lemna sp* y *Salvinia minima* también muestran una gran disminución en el 69.2% y en el 46.15% respectivamente, lo que demuestra que las especies fitodepuradoras absorben altamente este nutriente. *Eichhornia crassipes*, *Salvinia minima* y *Lemna sp* disminuyeron el 100% del fósforo presente en el agua. Rodríguez (2001) en su estudio de Hidrología y Aguas Subterráneas utiliza a *Eichhornia crassipes* para disminuir los niveles de fósforo, teniendo como resultado entre el 40-60% de disminución, en esta investigación se sobrepasó estos valores con la utilización de los tres fitodepuradores. *Eichhornia crassipes*, *Lemna sp* y *Salvinia minima* disminuyeron las concentraciones de cloro, el porcentaje de remoción fue del 4.2% para *E. Crassipes* y del 3.6% para *Lemna* y *S. minima* respectivamente.

4. Variables RAS, Dureza, Sólidos Totales Disueltos Gráfico 4. Valores promedio de Dureza Total de los tratamientos evaluados La Relación de Adsorción de Sodio, es determinante en la calidad del agua, es así que las aguas que contengan menos de 1 son excelentes para la agricultura, de 1 a 2 son aguas buenas, de 2 a 4 se consideran aguas regulares, de 4 a 8 aguas malas y más de 15 aguas inapropiadas, los valores obtenidos a través de los fitodepuradores demuestran la disminución del RAS y como encajan en buenas valoraciones, *Eichhornia crassipes* llegó al 0.91 RAS convirtiendo el agua en excelente, ya que disminuyó el 70.6% de este valor, *Lemna sp* *Salvinia minima* y *Lemna sp* también bajaron los niveles RAS en el 61.3% y 48.3% respectivamente. *Eichhornia crassipes* la mejor especie acuática para disminuir la dureza del agua, con el 54.2%, *Lemna sp* la sigue con una disminución del 15.3% y al final la menor disminución la tuvo *Salvinia minima* con el 4.7%, *E. crassipes* es la única especie vegetal que convierte la dureza del agua de media que posee el agua de origen hasta suave, lo cual hace que esta agua sea más útil para ser utilizada en el riego. *Eichhornia crassipes* disminuyó el 80.2% de la cantidad de STD disueltos en el agua residual, *Salvinia minima* tuvo una reducción del 63.6% y *Lemna sp* disminuyó el 54.2%, *E. crassipes* fue la especie más efectiva para disminuir la cantidad de STD en el agua de riego, con esto se coincide con la investigación realizada por Valderrama (1996), en la cual utiliza a *E. crassipes* para el tratamiento de aguas residuales de origen agroindustrial y llega a determinar que este especie es capaz de eliminar más del 50% de STD del agua. Igualmente los porcentajes de disminución de *E. crassipes*, coinciden con los obtenidos por Camacho y Ordóñez (2008), los cuales mediante su investigación de evaluación de recuperación de sistemas de aguas residuales con *Eichhornia crassipes*, llegan a determinar que esta especie fue capaz de disminuir el 83.69%.

5. Variables DBO5, DQO y Coliformes Totales Gráfico 5. Valores promedio de cloro residual, nitratos y fosfatos de los tratamientos evaluados *Eichhornia crassipes* disminuyó el 75% de DBO5, *Lemna sp* disminuyó un 52.5% y *Salvinia minima* disminuye este valor en el 30%, los valores obtenidos en



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

esta investigación concuerdan con otras investigaciones realizadas, sobre todo *Eichhornia crassipes* que ha sido más estudiada, es así que Obando (2006) mediante su investigación, logra disminuciones de 89.3% de DBO5 con *Eichhornia crassipes*, 76.6% a través de *Salvinia minima* y 70,7% con *Lemna sp*; Rodríguez (2006) con *Eichhornia crassipes* disminuye la concentración de DBO5 en un rango del 80-90%. Camacho y Ordóñez (2008), en su investigación encuentran que *E. crassipes* fue altamente efectiva en la disminución de valores de DBO5, llegando a disminuir el 56.84%. Con la demanda química de oxígeno (DQO) *Eichhornia crassipes* logra la mayor remoción de las tres especies con el 78%, seguida de *Lemna sp* con el 71.5% y *Salvinia minima* disminuye en el 65.3%. *Eichhornia crassipes*, *Lemna sp* y *Salvinia minima*, las cuales disminuyeron las Unidades Formadoras de Colonias de Coliformes Totales de 4000 a menos de 10. 6. Variable Porcentaje de materia seca, proteína y grasa Gráfico 6. Valores en porcentaje de materia seca, proteína y grasa de los fitodepuradores *Eichhornia crassipes* presentó una acumulación del 9,42% de materia seca, 12.13% de proteína y 1,14% de grasa, siendo la especie con mejores características bromatológicas en estos principios, ya que *Lemna sp* pesentó 9,36% de materia seca, 3,67% de proteína y 0,89% de grasa, finalmente *Salvinia minima* tuvo un 8,39% de materia seca, 0,41% de proteína y 1% de grasa. Trabajos relacionados Coral, J., (2002). Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante el cultivo de lenteja de agua (*Lemna sp.*) en la cuenca del lago San Pablo. Tesis Ing. RNR. Ibarra Ecuador, Universidad Técnica del Norte. León, M., Lucero, A., (2009) Estudio de *Eichhornia crassipes*, *Lemna gibba* y *Azolla filiculoides* en el tratamiento biológico de aguas residuales domésticas en sistemas comunitarios y unifamiliares del cantón Cotacachi. Obando, J., (2006). Determinación de *Eichhornia crassipes* como fitodepurador en estanques. Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería Química Abad, S., (2009)., Estudio del Aprovechamiento del lechuguín *Eichhornia crassipes* del Embalse de la represa Daniel Palacios. Universidad de Cuenca.

Conclusiones y trabajo futuro Con la utilización de los fitodepuradores *Eichhornia crassipes*, *Lemna sp* y *Salvinia minima*, se pudo disminuir las concentraciones de los parámetros evaluados Ca, Mg, Na, K, HCO₃, Cl, SO₄, B, RAS, dureza, STD, DBO5, DQO y Coliformes totales, pudiendo reutilizar el agua residual en riego. La mejor especie fitodepuradora es *Eichhornia crassipes* ya que disminuye los valores de los parámetros esenciales para determinar la calidad del agua de riego: pH, conductividad eléctrica, Ca, Mg, Na, K, HCO₃, Cl, SO₄, B, RAS, dureza, STD, DBO5, DQO y Coliformes totales evaluados con mayor eficiencia, en comparación a las otras especies fitodepuradoras *Lemna sp* y *Salvinia minima*, además tiene una mejor adaptación en campo y puede emplearse como una fuente de alimentación adicional para el ganado de la granja (previa investigación), por sus propiedades nutricionales y la aceptabilidad de los mismos, por esta razón el Sistema de Descontaminación Productivo de Aguas Residuales de la Granja La Pradera, se implementó con esta especie. Esta investigación es el preámbulo de muchas otras investigaciones, ya que se ha determinado la eficiencia de *Eichhornia crassipes* como fitodepurador, pero aún hay muchos otros parámetros por evaluar, y así probar que los fitodepuradores son excelentes aliados



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

del cuidado y mantenimiento al ambiente. Agradecimientos Al Ing. Álvaro Yépez, Director de esta tesis, a la Dra. Jacqueline Arroyo Oponente de la misma, por su gran ayuda y compromiso desinteresado hacia la realización de esta investigación, y a la Granja La Pradera, en la persona del Dr. Bolívar Batallas Decano de la FICAYA de la Universidad Técnica del Norte, por haber permitido y brindado todas las facilidades para la realización de esta investigación en su campus universitario. Referencias bibliográficas Álvarez, J. (2012). Gestión de Aguas Residuales en el Ámbito Rural en Galicia, SciELO. 21 Arroyo, P. A. (2005). La biorremediación como medida correctora en los impactos ambientales del agua contaminada con metales pesados. Mexico: Universidad de León . Barbara, G. (2000). Fitodepuración para Aguas Residuales. Massachusetts. Bejarano, R. (2006). Lenteja de agua para el tratamiento de aguas residuales. Colombia. Benítez, R. (2014). Evaluación de la cinética de la acumulación de Cromo en el buchón de agua. Bio. Agro. Bracamonte, C. M. (2002). Plantas acuáticas de las lagunas y humedales en Castilla. España: La Mancha. Bres, P. C. (2012). Capacidad de las macrófitas Lemna minor y Eichhornia crassipes para eliminar níquel. RIA. Brix, H. A. (2001). Media selection for sustainable phosphorus removal in subsurface flow constructed wetlands. Sci. Technol, 54. Castro, M. F. (1993). Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales con plantas acuáticas. Panama. Celis, J. (2005). Recientes aplicaciones de la depuración de aguas residuales con plantas acuáticas. Chile: Bio. Chara, J. P. (2007). Evaluación de un sistema de biodigestión en serie para clima frío. SciELO, 60. Clostre, G. (2007). Efecto de nitrógeno, fósforo y potasio del medio de cultivo en el rendimiento y valor nutritivo de Lemna gibba. SciELO, 235. Cooper, J. (1999). A review of the desing and performance of vertical flow and hybruid reed bed treatment systems. Sci. Technol, 40. Coral, J. (2002). Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante cultivo de lenteja de agua (Lemna sp). Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante cultivo de lenteja de agua (Lemna sp). Ibarra, Imbabura, Ecuador. CONSEJO NACIONAL DE RRHH. (2002). Norma de la Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes del Ecuador. Reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental, en lo relativo al recurso agua. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. (2008). Derechos del Buen Vivir. Curt, M. D. (2012). Macrófitas de intererés en fitodepuración. SciELO, 105. Dávila, M. (2005). Aprovechamiento del helecho de agua (Azolla sp.) para mejoramiento de tratamiento secundario de aguas residuales domésticas. Ibarra, Imbabura, Ecuador, Delgadillo, M. C. (2010). Planta de tratamiento de aguas residuales con macrófitas. Journal, 21. Departamento de Gestión Ambiental del Municipio de Otavalo. (2001). Tratamiento de Agua Residual afluente al Lago San Pablo con Lemna sp.. Documento disponible en la Dirección de Gestión Ambiental del Ilustre Municipio de Otavalo. Faulkner, S. R. (1989). Physical and chemical characteristic of freshwater wetlands soils. Journal of Lewis, 805. Fernández, J. (2005). Filtros de macrófitas en flotación. España: UPV. Ferrer, J. S. (2006). Tratamiento biológico de aguas residuales. Valencia: UPV. FIDA, F. y. (2006). El agua para la alimentación, la agricultura y los medios de vida rurales. Larga Sombra del Ganado, 47. García, J. (2012). Comparación y Evaluación de Tres Plantas



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Acuáticas para Determinar la Eficiencia de Remoción de Nutrientes en el Tratamiento de Aguas Residuales. Comparación y Evaluación de Tres Plantas Acuáticas para Determinar la Eficiencia de Remoción de Nutrientes en el Tratamiento de Aguas Residuales. Lima, Perú. García, J. R. (1997). Fitodepuración con macrófitas. SciELO, 65. Gonzáles, J. D. (2000). Plantas acuáticas para el tratamiento de especies ornamentales. Mexico. Gopal B. (1999). Natural and constructed wetlands for wastewater treatment: potentials and problems. Journal of Water Sci. Gunkel, G. (2004). Las macrófitas de algunos lagos andinos en el Ecuador. SciELO, 52. Gurrola, N. C. (2013). Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. Int. Contm. Ambie, 443. Hernández, A. (1997). Saneamiento y Alcantarrillado. España: Mundi- Prensa. International, T. A. (2014). Organización a la defensa de los animales. Iberoamerica. Lara, J. H. (2003). Reutilización de aguas residuales, aprovechamiento de nutrientes en riego agrícola. SciELO, 242. León, M. y. (2008). Estudio de Eichhornia crassipes, Azolla filiculoides y Lemna gibba en el tratamiento de aguas residuales domésticas. Estudio de Eichhornia crassipes, Azolla filiculoides y Lemna gibba en el tratamiento de aguas residuales domésticas. Cotacachi, Imbabura, Ecuador. Martelo, J. L. (2012). Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales. WorldGuideScience. Mays, L. F. (2004). Tratamiento de humedales. Agronómica del Oriente. Medeiros, S. S. (2005). Utilización de agua residual de origen doméstico en la agricultura. Engenharia Agrícola e Ambiental. Mena, M. (2004). Diagnóstico de aguas residuales y prediseño de una planta de tratamiento biológico para la parroquia de Gonzáles Suárez. Diagnóstico de aguas residuales y prediseño de una planta de tratamiento biológico para la parroquia de Gonzáles Suárez. Otavalo, Imbabura, Ecuador. Miranda, R. (2000). Desarrollo, situación actual y aplicaciones potenciales de los humedales artificiales en México. Desarrollo, situación actual y aplicaciones potenciales de los humedales artificiales en México. Mexico, Mexico. Moya, C. (2008). Colecciones Biológicas. México: Limusa. Nimukunda, F. (2011). Manual Para la Descripción y el Mantenimiento del Sistema De Descontaminación Productiva de las Aguas Residuales Provenientes de Las Actividades Pecuarias. Tierra Obando, J. (2006). Eichhornia crassipes para el tratamiento de residuos industriales. Colombia: Valle. ONU. (2003). “Desarrollo del Agua” . Conferencia a nivel mundial. Ramalho, R. (2003). Tratamiento de aguas residuales. En R. Ramalho, Tratamiento de aguas residuales (pág. 697). Buenos Aires: Reverté. Robles, W. (2009). Biology and Control of Acuatric Plants. Puerto Rico. Rodien, B. Y. (1987). Ingenieria Sanitaria. Mexico: Continental. Rodríguez, C. (2001). Acción depuradora de algunas plantas acuáticas sobre las aguas residuales. Cuba. Rodríguez, R. (1995). Flora de Chile. Chile: Univ. Concepción. Rodríguez, R. A. (2009). Helechos Nativos del Centro y Sur de Chile. Chile: Corporacion Chilena de Madera. Romero, M. C. (2009). Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales. Int. Contam. Ambient., 167. Sánchez, G., (2006). Muestreo de aguas residuales e industriales. Universidad Gran Mariscal de Ayacucho. Maturín-Venezuela. 35. Silva, J. T. (2008). Reuso de aguas residuales domésticas en la agricultura. Journal of Redalyc, 359. Sorrequieta, A. (2004). Aguas Residuales, Reuso y Tratamiento. Argentina. UNEABASTO. (2013). Tratamiento de aguas



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

residuales. Catorce6, 45. Obtenido de www.unesco.org. UNICEF. (2000). “Política de Abastecimiento y Saneamiento del Agua”. Universidad Politécnica de Madrid. (1997). II Curso sobre reutilización de aguas residuales y salinas en regadíos. Aplicación de tecnologías avanzadas. UPM. Madrid. Valderrama, L. (2005). Las plantas acuáticas una alternativa para el tratamiento de aguas residuales. Bogotá. Vollenweider, R. (1968). Scientific fundamentals of eutrophication of lakes and flowing in eutrophication. Paris: Coop And Dev. Zamora, F. R. (2009). Uso de agua residual y contenido de materia orgánica y biomasa en Venezuela. SCIELO, 218.