Volume 21 Issue 27
Originally issued as C3



Global Journal of human-social science: C
Sociology & Culture
Volume 21 Issue 3 Version 1.0 Year 2021
Type: Double Blind Peer Reviewed International Research Journal
Publisher: Global Journals
Online ISSN: 2249-460X & Print ISSN: 0975-587X

Cultivation of Tilapia Orechromis Niloticus in Treated Water: A Case Study

By Alvaro Velez Torres

Abstract- Treated water represents a real alternative to reduce the global freshwater crisis. However, management approaches are applied that depart from the linear thinking of producing, consuming and discarding. In this sense, the circular economy is an option to generate products that from their origin are oriented to be reused. In this way, if we think about treated water from this conceptual framework, we would mitigate water scarcity in cities. The effluent generated in the Las Joyas Wastewater Treatment Plant was evaluated in the survival, development and cultivation of Oreochromis niloticus. 350 adult tilapia specimens were sown (50 females and 300 males). The effluent will achieve the survival, development and cultivation of tilapia.

Keywords: *treated water, circular economy, sustainability, water crisis.*

GJHSS-C Classification: *FOR Code: 370199*



Strictly as per the compliance and regulations of:



© 2021. Alvaro Velez Torres. This is a research/review paper, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 3.0 Unported License http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/), permitting all non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Cultivation of Tilapia Orechromis Niloticus in Treated Water: A Case Study

Cultivo de Tilapia *Oreochromis Niloticus* En Agua Tratada: Caso de Estudio Planta Las Joyas

Alvaro Velez Torres

Resumen- El agua tratada representa una alternativa real para reducir la crisis del agua dulce a nivel mundial. No obstante, se requieren enfoques de gestión que salgan del pensamiento lineal de producir, consumir y desechar. En este sentido, la economía circular es una opción opta por generar productos que desde su origen estén orientados a ser reutilizados. De esta manera, si pensamos el agua tratada desde este marco conceptual atenuaríamos la escasez de agua en las ciudades. Se evaluó el efluente generado en la Planta de Tratamiento de Agua Residual Las Joyas en la sobrevivencia, desarrollo y cultivo de *Oreochromis niloticus.* Se sembraron 350 ejemplares adultos de tilapia (50 hembras y 300 machos). El efluente permitió la supervivencia, el desarrollo y el cultivo de tilapia.

Palabras clave: treated water, circular economy, sustainability, water crisis.

Abstract- Treated water represents a real alternative to reduce the global freshwater crisis. However, management approaches are applied that depart from the linear thinking of producing, consuming and discarding. In this sense, the circular economy is an option to generate products that from their origin are oriented to be reused. In this way, if we think about treated water from this conceptual framework, we would mitigate water scarcity in cities. The effluent generated in the Las Joyas Wastewater Treatment Plant was evaluated in the survival, development and cultivation of Oreochromis niloticus. 350 adult tilapia specimens were sown (50 females and 300 males). The effluent will achieve the survival, development and cultivation of tilapia.

Keywords: treated water, circular economy, sustainability, water crisis.

I. Introducción

Los países alrededor del mundo se enfrentan a desafíos crecientes relacionados con la escasez, la contaminación y la degradación de los ecosistemas relacionados con el agua dulce (United Nations, 2020). Además, la rápida urbanización ha acentuado la escasez y el cambio climático (World Bank, 2018). Para 2030, se estima que la demanda de agua a nivel mundial supere la oferta en un 40%, lo que reducirá el agua disponible para los usuarios, provocando déficits en la producción agrícola e impondrá límites al crecimiento económico (Jenkins, 2017). No obstante, como menciona (Meadows, 2004) aún hay tiempo para abordar estos problemas y suavizar su impacto.

Entre las múltiples formas de abordar dicho complejo problemático, se reconoce que un enfoque que salga de la lógica del pensamiento lineal es una de las primeras tareas (Macarthur, 2013). En ese sentido, los enfoques de gestión del agua en la mayoría de las ciudades operan con prácticas de gestión insostenibles basadas en enfoques lineales (World Bank, 2018). Es decir, consumir, contaminar y desechar (Wautelet, 2018). Sin embargo, este enfoque de economía lineal se caracteriza por impactos ambientales y sociales (Wautelet, 2018) que desde 1972 con el informe Meadows han sido cuestionados (Meadows, 1972). En pocas palabras, usamos los recursos del planeta más rápido de lo que se pueden restaurar y liberamos desechos y contaminantes más rápido de lo que la naturaleza puede absorber o hacerlos inofensivos, lo que a su vez compromete el desarrollo económico (Meadows, 2004).

En este sentido, la economía circular es una alternativa que se caracteriza por ser un sistema industrial que es restaurador o regenerativo por diseño (Macarthur, 2018). En éste, se remplaza el concepto de fin de vida con restauración, y la reutilización de los materiales o componentes incorporados en los productos es la principal opción (Macarthur , 2018). De hecho, en la economía circular los residuos no existen: los productos están diseñados y optimizados para un ciclo de desmontaje y reutilización (Macarthur, 2018).

Si llevamos este marco conceptual al escenario del escasez del agua, se hace evidente tal y como lo señala ONU-HABITAT (2013) que el tratamiento de aguas residuales y el fomento de su re uso, en especial en la producción de alimentos (ONU- HABITAT, 2013) abre la posibilidad de repensar el agua tratada no como un subproducto, sino como un producto diseñado y orientado desde su origen, no solo a cumplir con las normas sanitarias establecidas para su descarga. Sino además, como la posibilidad de reducir y resarcir la escasez del agua.

En nuestro caso de estudio, abordamos dicha problemática en el municipio de León, Guanajuato. El principal problema que centra la investigación es ¿En

Author: e-mail: aibem@hotmail.com

© 2021 Global Journals

qué grado el agua tratada en la Planta de Tratamiento de Agua Residual Urbana Las Joyas permite el cultivo de *Oreochromis niloticus*? Dicha planta, pertenece a la Gerencia de Tratamiento y Reuso del Sistema de Alcantarillado de León (SAPAL). La pertinencia de este trabajo se fundamente en la problemática relacionada con la escasez del agua en el municipio.

En este sentido, el clima de León, Guanajuato según la clasificación de koppen es BS1Kw(w) semiseco, se caracteriza porque la evaporación excede a la precipitación , y la precipitación media anual oscila entre 600 y 700 mm (CONAGUA, 2020). Además, para 2013 la profundidad del acuífero del valle central de León fue de 120 a 160 m (CONAGUA, 2020).

De 2006 a 2013 se registraron abatimientos para la mayor parte del área de explotación que oscilan de 5 a 20 m con valores puntuales de hasta 30 m, y un ritmo medio anual de 1.5 a 2 m (CONAGUA, 2020). De esta manera, se estimó un déficit de 51´876,100 m^3 anuales (CONAGUA, 2020). Además, la rápida urbanización y el crecimiento poblacional acentúan la carga sobre el agua potable. Pese a dicha problemática, se tienen reportes de que el 91 % del agua residual generada se trata (IMPLAN, 2013). Sin embargo, hoy día no hay estudios que muestren que la calidad del agua tratada permite ser usada en otras actividades que van más allá del riego agrícola, riego de área verdes y de la actividad industrial. Por ejemplo, el consumo humano o como agua de servicio para baños y lavar la ropa.

De esta manera, se puede reducir el abatimiento del manto acuífero del Valle de León, el principal abastecedor de agua para el municipio, al re usar el agua y disminuir la carga sobre el acuífero.

En esta tarea el objetivo de la investigación fue evaluar el efluente tratado en la Planta de Tratamientos Las Joyas en el cultivo de *Oreochromis niloticus* de nombre común tilapia para obtener un indicador biológico de la calidad del agua tratada. La metodología usada fue de seguimiento y consta de tres partes. La primera corresponde al acondicionamiento del estanque para el cultivo de la tilapia, la segunda se refiere al cuidado y seguimiento de los peces de enero de 2020 a noviembre de 2020. No obstante, a la fecha se continua con el proyecto. La última etapa consistió en el análisis microbiológico de una muestra de peces y agua por un laboratorio especializado.

Algunos resultados destacados muestran que el agua tratada permitió la sobrevivencia de los ejemplares. Además, los ejemplares se reprodujeron y la población creció de forma exponencial. A la fecha, continua el proceso de reproducción de los ejemplares. Los resultados de laboratorio indican que la sanidad de los ejemplares esta dentro de los parámetros estándar para la especie. El presente documento se estructura de la siguiente forma, en el apartado dos se describe la metodología del trabajo y las actividades previas a la implementación del proyecto. En el tercer apartado se describen los resultados en tres campos: crecimiento de la población, evolución del estanque y análisis de microbiológico. Por último, se hace una discusión y se establecen las conclusiones.

II. Materiales y Métodos

a) Estanque

El primer paso fue acondicionar el estanque en el que se cultivarían los peces y diseñar un mecanismo para introducir agua tratada fresca y una salida para el agua del estanque. Debido a que en las instalaciones de la Planta Las Joyas se contaba con un reactor aerobio fuera de operación se usó como estanque.

Dicho reactor tiene las siguientes dimensiones 50 m de largo, 20 m de ancho y 8 m de profundidad, ver figura siguiente.



Figura 1: Estanque de Concreto

© 2021 Global Journals

b) Alimentación

Dado que la tilapia es una especie omnívora que se alimenta de micro algas, se utilizo la producción diurna de micro alga para alimentar a los ejemplares. Además, se suplemento con 5 kg diarios alimento balanceado. Dicho valor fue establecido arbitrariamente y en correspondencia a sugerencia del proveedor de tilapia.

c) Sanidad

Al inicio, se incorporaron 50 kilos de sal al estanque para reducir la incidencia de hongos en la piel de los ejemplares. Esto debido a que en el transporte de los ejemplares su piel se ve afectada por la pérdida de escamas, y son más susceptibles de ataque por hongos.

d) Recirculación de agua tratada

Se incorpora agua tratada al estanque de forma periódica, cada 15 días para remover partículas suspendidas y reponer el agua evaporada. Sin embargo, en ocasiones se recircula de forma extraordinaria para incorporar maetAdemás, se hace una purga para remover el material del fondo del estanque.

e) Muestra para laboratorio

Se siguió el protocolo propuesto por el Comité Estatal de Sanidad e e Inocuidad Acuícola de Michoacán, A.C. (CESAMICH), para el estudió microbiológico 24 crías de tilapia de entre 10 y 15 cm, dos muestras de 100 ml en un frasco estéril (una muestra del estanque y una muestra del agua que abastece el estanque). Para el estudió físico químico del agua, se tomó dos muestras en un frasco de 1000 ml (una muestra del estanque y una muestra del agua que abastece el estanque).

III. Resultados

a) De la preparación del estanque

Previó a llevar el experimento a gran escala se ensayo con peces de ornato en una pecera de 120 litros llena con agua tratada para verificar si el agua permitía la supervivencia de ejemplares. Después de un mes, se observó que los ejemplares seguían vivos y no presentaban puntos blancos o presencia de hongos en la piel. Además, se percibían vigorosos, ver imagen siguiente.



Figura 2: Pruebas piloto

Posteriormente, en enero de 2020 se comenzó acondicionar un reactor biológico como estanque. Dicho trabajo, consistió en acondicionar una tubería para agregar agua tratada al estanque, ver figura 3.



Figura 3: Sistema de recirculación de agua tratada

© 2021 Global Journals

A inicios de febrero, se introdujeron 350 ejemplares de tilapia adulta en un estanque de cemento (reactor biológico) de 50 m de largo, 20 m de ancho y 8 m de profundidad. De dichos ejemplares, 50 fueron hembras y 300 machos, ver figura 4.



Figura 4: Siembra de tilapia

Para monitorear el estado de salud de los ejemplares se instalaron 2 jaulas flotantes de 8 m^3, y se incorporó una bomba para oxigenar el agua, figura 5.



Figura 5: Jaulas flotantes

b) De la alimentación de los ejemplares

En nuestro caso de estudio, el estanque posee una ubicación orientada de este a oeste lo que permite que la radiación solar abarque todo el espejo del agua a lo largo del día. De esta manera, recurrimos al ciclo diurno de producción de micro algas para la alimentación de las tilapias. Las microalgas son altamente atractivas principalmente por poseer características nutricionales muy favorables (Barraza et al, 2020).

Además, suplementamos 5 kg al día, dicho valor fue tomado de forma arbitraría y por sugerencia del proveedor de las tilapias.

c) De la disponibilidad de oxígeno disuelto en el estanque

En este sentido, se midió el oxigeno disuelto en el agua a lo largo del día, ver cuadro siguiente. La sonda recorrió seis puntos de muestreo a lo largo del estanque a una profundidad de 40 cm.

Cuadro 1: Oxígeno disuelto a lo largo del día

Muestra	Hora 10:00 am.	Hora 12:00 pm.	Hora 07:00 pm.
1	3.7	1.6	3.76
2	3.7	4.3	4.6
3	3.9	4.2	4.2
4	4.5	5.7	4
5	3.3	5.4	3.7
6	4.0	4.9	3.3
Promedio	3.8	4.3	3.9

Oxígeno disuelto en mg/l

© 2021 Global Journals

Como podemos apreciar en el cuadro 1, los picos de oxígeno disuelto se ubicaron en las horas de intensa radiación y disminuyeron al ocaso. De esta manera, la producción de micro algas oscilaba en función de la radiación solar. De esta forma, los peces tienen alta disponibilidad de alimento. Sin embargo, a medida que la radiación solar disminuye las micro algas presentes en el agua abaten el oxígeno disuelto. Lo que provoca déficit de oxígeno en la madrugada y en las primeras horas del día. Dicho valor de oxígeno disuelto se ubicó por debajo de 1 mg /l por lo que los peces comenzaban a obtener el oxígeno de la superficie. En ese sentido, se recurría a la recirculación de agua tratada fresca, la cual tiene un valor de 5 a 6 mg/l de oxígeno disuelto para reducir el estrés por falta de oxígeno. Además, se incorporó una bomba para agitar la superficie del agua a través de la caída del agua, ver figura 6.



Figura 6: Caída de agua

d) Del cultivo de la tilapia

A mediados del mes de mayo del 2019 comenzaron a nacer los primero alevines, ver figura siguiente:



Figura 7: Alevines de dos semanas

Con base en Pérez y Sáenz (2015), se estimó en 4000 el número de alevines nacidos. Sin embargo, en el mes de junio debido a que el proyecto solo pretendía medir la calidad del efluente tratado para el cultivo de la tilapia. Se realizaron varias cosechas para reducir la densidad de población, ver figura siguiente.



Figura 8: Cosecha de alevines de tres semanas de vida

© 2021 Global Journals

El destino de los alevines fue para repoblar bordos de almacenamiento de agua en los alrededores de la planta.

e) Sobre el estudio de laboratorio

Se colectaron 24 ejemplares de entre 15 y 20 cm, fueron transportados con ayuda de oxigenación con bomba. El traslado duró 2 horas aproximadamente y se realizo en la madrugada para evitar que el calor perjudicara a los ejemplares, ver figura siguiente.



Figura 9: Sistema de oxigenación para traslado de muestras

f) Estudio Microbiológico

Los resultados del estudio microbiológico indican que al momento de la recepción de la muestra de los organismos se observan con morfología y comportamiento normal. En revisión de los órganos internos, el estómago se encontró lleno por restos de microalgas. El intestino con presencia de heces blandas verdes compuestas por microalgas. Ausencia de endoparásitos. De piel, branqueas e hígado se aislaron Aeromonas spp. Al igual de intestino se aislaron Enterobacterias.

En la piel de se encontró la presencia de Trichodina sp de forma moderada y Ambiphya sp de forma alta. En Branquias alta presencia de Trichodina sp, moderada presencia de Ambiphrya sp y baja presencia de Dactylogyrus sp. Además, en aletas se identificó alta presencia de Ambiphya sp. Sin embargo, el intestino y otros órganos se hallaron libres de parásitos.

g) Fisicoquímico de agua

En este caso, de los parámetros determinados en las muestras y conforme a los requerimientos para la especie tilapia (*Oreochromis sp*), la acidez y el bario se encuentran por debajo del valor mínimo establecido. Por otra parte, la alcalinidad, el magneso, los nitritos y los sólidos disueltos totales se encuentran por arriba del valor máximo establecidos.

Además, en la muestra analizada (100 ml) se encontraron resultados positivos a coliformes totales > 110NMP/100 ml y fecales 4.3 NMP/100 ml.

h) De la cosecha final

Posteriormente, en los meses de diciembre y enero de 2020-2021 se llevó a cabo una cosecha de tilapia para disminuir la densidad de población. En tal caso, se busco sacar ejemplares adultos de entre 600 y 800 gr y ejemplares juveniles de 100 y 150 gr. Los ejemplares fueron donados para su re incorporación en la presa El Palote, ubicada en el Parque Metropolitano de León, ver figura 10, 11 y 12.



Figura 10: Captura con atarraya

© 2021 Global Journals



Figura 11: Ejemplares adultos



Figura 12: Siembra de peces en Presa El Palote.

i) De la percepción de los trabajadores

A lo largo del proyecto, en reiteradas ocasiones los operadores de la planta tratadora han expresado su inquietud sobre la viabilidad de los peces para el consumo humano. Sin embargo, sus comentarios han estado orientados a una percepción negativa de los peces por ser cultivados en agua tratada. En general, el proyecto es percibido como atractivo desde el punto de vista estético y ecológico.

IV. Análisis y Discusión

a) Estudios de laboratorio

Los protozoarios son organismos unicelulares microscópicos y que pueden ocasionar cambios patológicos varias manifestándose en tilapia como coloración anormal, hemorragias, inflamación y excesiva producción de mucus (Jiménez et al, 1998). A este grupo pertenecen *Trichodina sp* y *Ambiphya sp*. En lo que se refiere a *Trichodina* sp es un protozoario en forma de platillo, con los cilios alrededor del cuerpo (Jiménez et al, 1998). En ese sentido Jiménez et al (1998) reconoce el cuadro clínico de *Trichodina sp* en tilapia y se refiere a que los peces nadan con movimientos repentinos, se observan con las aletas deshilachadas y de color opaco. Sin embargo, en nuestro caso de estudio los ejemplares no presentan este cuadro clínico. Por otro lado, González (2012) reconoce que Trichodina sp es un "acompañante casi natural de la tilapia".

En relación a *Ambiphya sp*, es un protozoario ciliado que afecta principalmente alevines. Hay poco estudios sobre Ambiphya sp relacionado con la tilapia, pero si hay mucha densidad especialmente en el tejido branquial puede impedir el intercambio de gases por la gran cantidad de parásitos que cubren este órgano (González, 2012). En lo que se refiere a *Dactylogirus sp*, Dactylogirus es un monogeno que habita en branquias de los peces. Los principales signos son la agrupación de los peces entorno a la entrada de agua del estanque (Flores et al, 1992). El incremento en el oxígeno disuelto en el agua favorece que Dactylogirus sp se desarrolle de forma explosiva. Sin embargo, los niveles de óxigeno en nuestro estanque son bajos y variables a lo largo del día(Flores et al, 1992). De esta manera, Dactylogirus sp se ha mantenido en baja cantidad como lo señala el estudio microbiológico.

De esta manera, pese a que la presencia de estos patógenos es común en tilapia si su densidad es

© 2021 Global Journals

alta puede provocar daños en la producción. En este sentido, el trabajo de Citmanat et al (2005) recomienda el uso de ajo para combatir el ataque por *Trichodina sp.* Además, para el caso de *Ambiphya sp* y *Dactylogius sp* se recomienda aplicar sal como medio preventivo.

Por otro lado, la presencia de coliformes en el estanque puede estar relacionada con la falta de cloración del agua que alimenta el estanque. Esto debido a que el cloro es letal para los peces. No obstante, el nivel de coliformes fecales no debe descartar la reutilización integrada y la acuicultura como opción (Girard, 2011). En nuestro caso de estudio, incorporaremos un mecanismo que permita clorar el agua para eliminar los coliformes totales y fecales, y posteriormente airear el agua hasta que el cloro pierda su poder residual.

En otro estudio de Khalil y Hussein (1997) al que podríamos considerar como un estudio pionero sobre el cultivo de tilapia en agua tratada se encontró que la tasa de crecimiento de los peces criados en aguas residuales tratadas fue significativamente mayor que la de los peces criados en el hábitat natural.

Además, las cargas bacterianas en los órganos de los peces fueron más altas en las branquias Khalil y Hussein (1997). Otro hallazgo fue la presencia de metales pesados en los tejidos del hígado, seguidos del intestino, las branquias y los músculos (Khalil y Hussein, 1997). Sin embargo, los niveles de acumulación se encontraban dentro de los límites aceptables en comparación con los estándares legales internacionales para elementos peligrosos (Khalil y Hussein, 1997). En nuestro caso de estudio nuestro afluente esta libre metales pesados. No obstante como sugiere (Khalil y Hussein, 1997) los análisis químicos y bacterianos indicaron que no hay evidencia de ningún peligro para la salud pública asociado con la reutilización de aguas residuales tratadas en la acuicultura. Sin embargo, se debe evaluar si los hay, para los acuicultores, procesadores y consumidores, especialmente los relacionados con patógenos virales (Khalil y Hussein, 1997). Lo cual aplica para nuestro caso de estudio.

No obstante, una de las principales barreras para este tipo de trabajos de investigación es la percepción (aversión) que tienen las personas al consumo de productos que han estado en contacto con agua tratada (Rozin et al, 2015). Lo cual fue evidenciado por la percepción que tienen los empleados de la planta tratadora de los peces cultivados en el estanque.

Por último, destacamos el papel de la producción de tilapia en las condiciones en las que lo hemos llevado a cabo. En este sentido, destacamos que la producción de micro algas en el estanque ha sido favorecida por la presencia de elementos en el efluente. De esta manera, otro caso de estudio particular como sugiere Blalock (2004) es el de estudiar el papel de la tilapia en la remoción de nitrógeno y fosforo en el efluente tratado. De esta manera, se reducirían los costos de producción en alimentación.

V. Conclusiones

Los estudios que hemos llevado a cabo nos permiten concluir que el efluente generado en la Planta de Tratamiento de Las Joyas permitió la supervivencia, el desarrollo y la proliferación de *Oreochromis niloticus.* Recomendamos, con base en los resultados seguir investigando en relación a la cloración para eliminar coliformes totales y fecales. Además, de replicar el estudio en otros fluentes tratados y hacer estudios sobre los riesgos de patógenos virales.

Bibliografía

1. Barranza, R., Ana, P., González, M., José, O., Muñoz, R., Manuel, Z., Perez, M. 2019. Uso de microalgas como constituyente parcial de alimento balanceado para engorda de tilapia (Oreochromis niloticus). Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud. Volumen XXII, Número 1.
2. Blalock, E. 2004. The Use of a Tilapi Hybrid to Remove Nitrogen and Phosphorus from Wastewater. A thesis Submitted to the University of North Carolina at Wilmington in Partial Fullfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science.
3. CONAGUA. 2020. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Valle de León (1113), Estado de Guanajuato. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterraneas.
4. Girard, J. 2011. "Feasibility of Wastewater Reuse for Fish Production in Small Communities in a Developing World Setting". (2011). *Graduate Theses and Dissertations.* http://scholarcommons.usf.edu/etd/3119
5. Gonzalez, J. 2012.Parasitofauna en tilapia causante de mortalidad en alevinos en dos centros de cultivo, Lima, Perú. Neotrop, Helminthol, 6 (2), 2012. ISSN: 1995-1043.
6. IMPLAN. 2013. Diagnóstico Ambiental. Municipio de León, Guanajuato. Informe Final.
7. Jenkins, B., Richard, G., Nelson, J. 2017. The 2030 Water Resources Group: Collaboration and Country Leadership to Strengthen Water Security. Harvard Kennedy School.
8. Jiménez, F., Hilda, F., Segovia, F., Lucio, G., Iruegas, F., Juan, M., Salinas, L. 1998. Parásitos y enfermedades de la Tilapia. Publicación Técnica No. 3. 2da edición. Faulta de ciencias biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.
9. Khalil, M., Hussein, H. 1997. Use of waste water for aquaculture: an experimental field study at a sewage-treatment plant, Egipt. Aquaculture Research, 1997. 28, 859-865.
10. Macarthur Foundation. 2013. Towards The Circular Economy. Economic and Business rationale for an

© 2021 Global Journals

accelerated transition. Ellen Macarthur Foundation. Rethink the future.
11. Flores, J., Fraylán, V., Variación estacional de Dactylogyrus sp en dos unidades productoras de tilapia del estado de Morelos. Tec. Pec. Méx. Vol. 30. No. 2 (1992).
12. Meadows, D., Dennis, M., Rander, J., Behrens, W. 1972. The Limits to growth. A report the Club of Rome´s Proyect on the Predicament of Mankind. A Potomac Associates Book.
13. Meadows, D., Jorge, R., Meadows, D. 2004. A synopsis. Limits to Growth. The 30- year Update. Chelsea Green.
14. ONU-HABITAT. 2013. Nueva Agenda Urbana. Naciones Unidas. Quito III.
15. Pérez, M., Martha, S. 2015. Crecimiento de las tilapias Oreochromis niloticus en cultivo Monosexual y Ambos sexos, en sistemas de producción semi.intensivos. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. UNAN –LEON. Facultad de Ciencias y Tecnología.
16. Rozin, P., Brent, H., Nemeroff, C., Paul, S. 2015. Psychological aspects of the rejection of recycled water: Contamination, purification and disgust. Judment and Decision Making, Vol. 10, No. 10, January 2015, pp. 50-63.
17. United Nations. 2020. The Sustainable Development Goals Report-Unetes Nations.
18. Wautelet, T. 2018. The concept of Circular Economy. Its origins and its Evolution Working paper January 2018. DOI: 10.13140/RG.2.2.17021. 87523
19. World Bank. 2018. Water Scarce Cities Thriving in a Finite World. World Bank Group. International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. 1818 H Street NW, Washington, DC 20433.

© 2021 Global Journals