



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada. Toluca, Estado de México. 7223898478*

RFC: ATI120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Año: VIII

Número: Edición Especial.

Artículo no.:31

Período: Julio, 2021

TÍTULO: Algoritmos genéticos para el aumento de producción de Tilapia en planteles piscícolas del cantón Pastaza.

AUTORES:

1. Est. Marco Tulio Arboleda Patiño.
2. Máster. Miguel Eduardo Velastegui Córdova.
3. Máster. John Luis Toasa Espinoza.

RESUMEN: En el cantón Pastaza existen distintas asociaciones que se dedican a la producción, cultivo y comercialización de Tilapia, las cuales se encuentran perjudicadas por el desequilibrio de factores ambientales, así como también el índice de mortalidad que existe dentro del cantón; es por esto, que se ha visto la necesidad de realizar una evaluación para la recolección de datos de las diferentes fincas piscícolas ubicadas dentro del cantón. Estos datos se pudieron realizar mediante la aplicación del algoritmo genético, el cual permitirá obtener la variante de los datos para realizar su debida comparación tanto con los datos establecidos dentro de la entidad que controla esta producción en la provincia, como también con datos provenientes de la región costera del Ecuador.

PALABRAS CLAVES: producción de Tilapias, algoritmos genéticos, Piscicultura, aumento de producción.

TITLE: Genetic algorithms for the increase of Tilapia production in fish farms in the Pastaza canton.

AUTHORS:

1. Stud. Marco Tulio Arboleda Patiño.
2. Master. Miguel Eduardo Velastegui Córdova.
3. Master. John Luis Toasa Espinoza.

ABSTRACT: In the Pastaza canton, there are different associations that are dedicated to the production, cultivation and commercialization of Tilapia, which are affected by the imbalance of environmental factors, as well as the mortality rate that exists within the canton; This is why it has been seen the need to carry out an evaluation to collect data from the different fish farms located within the canton. These data could be carried out through the application of the genetic algorithm, which will allow obtaining the variant of the data to make its proper comparison both with the data established within the entity that controls this production in the province, as well as with data from the coastal region of Ecuador.

KEY WORDS: Tilapia production, Genetic algorithms, Fish farming, Production increase,

INTRODUCCIÓN.

Los orígenes de la producción piscícola en el Ecuador deben revisarse desde la década de los años 30 en el siglo pasado, concretamente en el año 1932 cuando se inicia el programa de reinserción de algunas especies como la Trucha y Carpa en los ríos y lagos de la región Sierra. Una vez iniciada dicha producción, al cabo de 3 años, en el año 1996, se logran importantes sociedades, mismas que consiguen impulsar al país llegando a posicionarlo como uno de los importantes productores y exportadores de filetes frescos a los Estados Unidos de Norteamérica. Para el año de 1999, la producción de la Tilapia llega a su auge (Álvarez Gálvez, 2017)

Dentro de la provincia de Pastaza, existen dos formas de producción piscícola, la piscicultura de subsistencia y la piscicultura comercial. En referencia a la piscicultura de subsistema dentro de la provincia, esta se sitúa como una actividad más común que la producción comercial, debido a que ella conlleva a la producción de este pez a un nivel de baja escala; en esto intervienen gastos económicos no tan grandes, con un resultado anual (Espinosa Chico, 2016). Este gasto es debido a la compra del balanceado y la fabricación de sus peceras, y dentro de este tipo de producción, los alevines por lo general los adquieren de proyectos o donaciones a diferencia de la piscicultura comercial en la cual ya interfieren maquinaria para la fabricación de las peceras, así como insumos externos a la unidad productiva y también la adquisición de los alevines (Espinosa Chico, 2016).

A causa de los factores fisicoquímicos de la región que intervienen en la crianza de las Tilapias, se observa que la producción no es correcta, a esto también viene afectando la falta de información de las actividades piscícolas dentro de los productores, así como también parte de la población al no dar apertura para experimentar con nuevos conocimientos que mejoran el manejo de la producción, debido a la costumbre con las que se han venido realizando este tipo de producción (Álvarez & Romeo, 2016).

Dentro del proceso de producción de la Tilapia intervienen algunos factores, entre estos se destacan: el índice de mortalidad de esta especie, las cuales se producen por el desequilibrio de los factores ambientales mismos que desencadenan ciertos factores predisponentes (Lanly, 2013). Estos factores son mejor conocidos como todo tipo de condición ambiental, de manejo, del individuo, etc. que favorezca la oportunidad para que cualquier problema de tipo sanitario se presente; los peces siempre van a estar conviviendo con una serie de potenciales patógenos, y al intervenir cualquier factor mencionado se activan estos inconvenientes (Iregui C, y otros, 2004) (Gallardo, 2004).

En la acuicultura, en general, se engloba varios aspectos los cuales interfieren en el proceso de producción, en este caso de la Tilapia. Entre estos aspectos se mencionan parámetros físicos, químicos y biológicos que presenta el agua, lo cual sirve para evitar el daño ambiental y el colapso del proceso de producción (Quintero., et al. 2018).

Como menciona Arboleda, el agua como medio piscícola es definido por: temperatura, PH, conductividad, alcalinidad, oxidabilidad y demanda biológica de oxígeno. Estas son las variables que se dan dentro de la producción de la Tilapia, mismas que por medio de un control automatizado garantiza la mejora de producción (Obregón, 2005).

Ecuador siendo uno de los principales productores de Tilapia a nivel mundial, su crecimiento ha venido dándose de forma paulatina; en el período 2009-2018 se siguió observando una elevada tasa de crecimiento en varios países, entre ellos los principales productores, como Indonesia (12,4%), Bangladesh (9,1%), Egipto (8,4%) y el Ecuador (12%) (ONU / FAO, 2020). La mejora de esta producción está enfocada en garantizar un aumento en la parte de la producción, elevando la tasa de mortalidad y el mejor crecimiento de la Tilapia dentro del cultivo ya conocido (Benavides & Suárez, 2014).

Al hablar de un control automatizado se hace referencia a una clase de algoritmo, el cual en el año de 1962, Jhon Holland asienta bases de este el mismo que hoy en día se lo conoce como algoritmo genético; el mismo que viene a ser un método de búsqueda, el cual imita la teoría de la evolución biológica de Darwin.

Para la resolución del problema, se aplica una población inicial, en la cual se seleccionan los individuos más capacitados para luego reproducirlos y mutarlos, obteniendo una población de individuos mejor adaptados que los anteriores. Este proceso, en sí, hace posible las soluciones a un problema dado, aunque las condiciones del espacio de búsqueda varíen con el transcurso del tiempo (Gestal, Rivero, Rabuñal, Dorado, & Pazos, 2010) (Arranz de la Peña & Parra Truyol, 2007).

Lo que se quiere lograr por medio del uso de este algoritmo es tratar de mejorar la producción de la Tilapia, haciendo una evaluación y comparación de los datos que se tiene dentro del cantón Pastaza. Para ayudar a tratar de corregir la falta o exceso de los factores que intervienen dentro de la producción, se recolecta la información de diferentes fincas que se dedican a esta actividad.

DESARROLLO.

Materiales y Métodos.

Para el desarrollo de la interfaz gráfica se utilizó la Programación Orientada a Objetos (POO), en el lenguaje de programación PHP, y el gestor de base de datos MySQL.

Se usó un stack de tecnologías como lo es WampServer, el mismo que integra MySQL en su versión 5.1.21, PHP en su versión 5.6.35 y Apache en su versión 2.4.33. Se utilizó también el editor de código Visual Studio Code para realizar la codificación de la interfaz; es importante recalcar, la aplicación de un Template AdminLTE en su versión 3.0.

La metodología que se empleó para el desarrollo de la investigación tuvo un enfoque cuali-cuantitativo puesto que la información obtenida se procesó numéricamente mediante el análisis porcentual, y junto con éste, se ocupa el método de nivel empírico, concretamente en la medición, el cual ayudó en el proceso de observación y estudio de los factores (Gómez., et al. 2017).

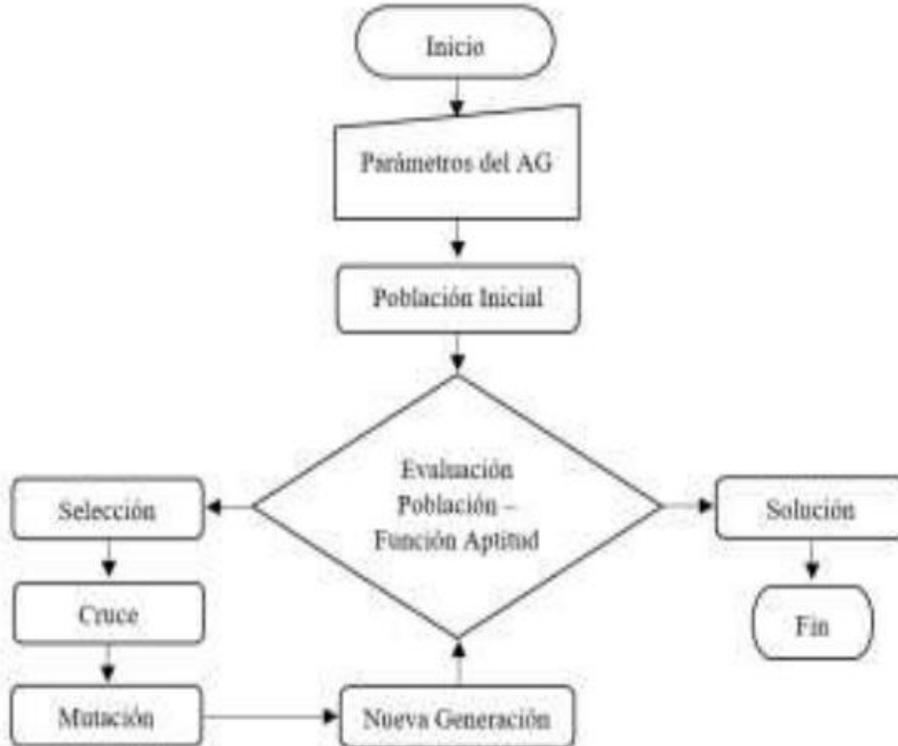
Además de lo anterior, se detallan los resultados con el fin de caracterizar la situación actual del objeto de estudio, y a su vez se produjo una recolección de datos de parte de los propietarios de las fincas con el fin de evaluar dichos datos y hacer una comparativa con datos establecidos.

Dentro del procedimiento de obtención de datos, se logró recolectar información importante y concisa por parte de los diferentes propietarios de las fincas piscícolas encontradas dentro del cantón, desarrollando un análisis de las respuestas y determinando el factor principal a tratar, los factores fisicoquímicos que interfieren en el crecimiento y desarrollo de la tilapia.

Por medio de la determinación de las preguntas a tratar con los propietarios de las diferentes fincas, se procedió a la recolección de los datos, los cuales fueron fundamentales en el proceso y obtención de los valores exactos de aquellos factores que afectan los procesos de crecimiento y engorde de las Tilapias, según sea el caso de cada finca. Estos se tendrán que determinar por medio del análisis del agua, misma que será proporcionada por los diferentes propietarios. En dicho análisis, se identificó los factores fisicoquímicos principales que intervienen en este proceso, los cuales son: Oxígeno, PH y Temperatura (Naveda & David, 2011).

Mediante los datos obtenidos, se logra realizar un análisis de estos elementos mediante el algoritmo genético aplicado, y alcanzando la optimización de la crianza y desarrollo de las tilapias dentro de las diferentes fincas piscícolas; aumentando con esto, las ganancias de los piscicultores, así como también la reducción de gastos innecesarios.

Una vez obtenida la predicción, mediante el algoritmo genético, se realizó la evaluación de los datos, tomando un individuo que en este caso sería cada finca; el algoritmo evalúa mediante una función de aptitud a cada individuo y lo va posicionando en una cadena según lo próximo a obtener los valores óptimos para el criamiento de la tilapia, en la Figura 1, se muestra cómo funciona el algoritmo genético.

Imagen 1. Algoritmo genético.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados.

Según los datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de cantón Pastaza, se determina una población dentro de la provincia un total de 52 fincas que se dedican a la producción y venta de Tilapias, ya que la población es menor a 100 no se debe calcular una muestra; por lo que se trabajó con el total del universo.

Tomando en cuenta la ubicación de las 52 fincas, se les separó por secciones. La sección A está ubicadas al norte para la salida hacia la ciudad del Tena. En la sección B, se delimitó a las fincas ubicadas hacia el sur, las cuales quedan hacia la salida a la ciudad de Macas, y la sección C, se tuvo a las fincas ubicadas con salida a la ciudad de Baños.

La encuesta fue la técnica principal aplicada para la recolección de información, junto con esta se realiza anexos dentro de los cuales caben datos específicos tratados durante este proceso. En el siguiente gráfico podemos apreciar los resultados representados en porcentaje que tiene cada una de las preguntas cerradas que se realizaron. Estos resultados demuestran la relevancia que se tiene sobre el tema tratado con los dueños de las diferentes fincas.

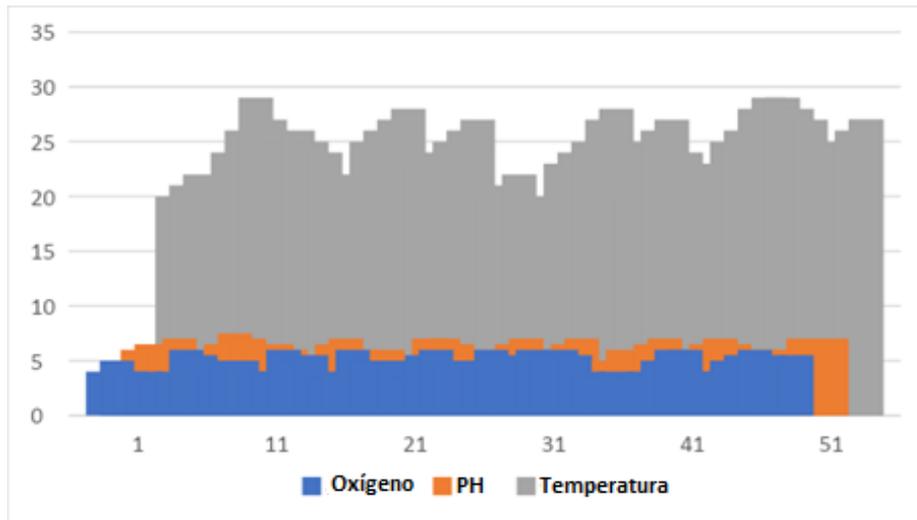
Imagen 2. Gráfico de resultados de las encuestas.



Fuente: Elaboración propia.

Añadiendo un campo a la encuesta aplicada, se puede obtener los datos de los principales factores que intervienen dentro de la producción de las Tilapias, así como podemos observar, en forma general, las muestras obtenidas de las diferentes fincas. En el siguiente gráfico se puede apreciar los niveles de pH, oxígeno y la temperatura que tiene el agua de cada una de las fincas tomadas en cuenta. Se puede apreciar que la variación en todas es notable, cuando en realidad los valores deberían ser más constantes y aproximados al óptimo.

Imagen 3. Valores generales de muestras.

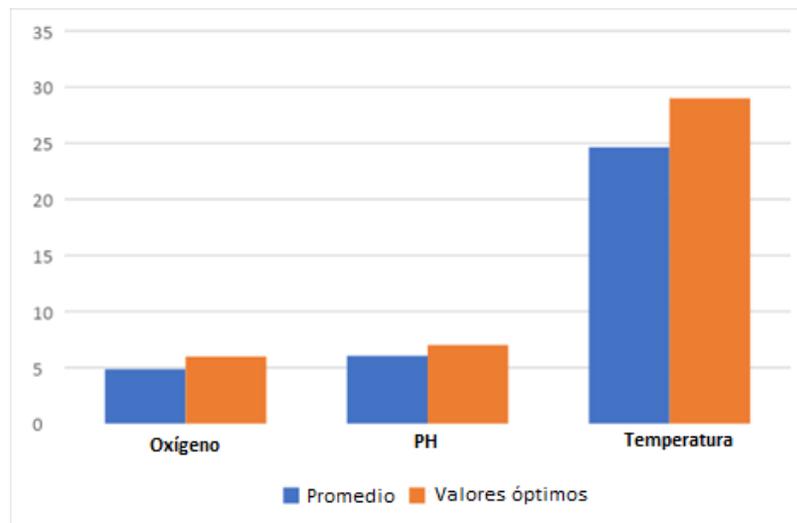


Fuente: Elaboración propia.

Luego de este proceso y realizando un promedio de los datos obtenidos, se puede proceder a realizar una comparación de los resultados con los valores óptimos que debería tener el agua. En el siguiente gráfico se puede observar dicha comparación realizada.

Como se puede apreciar, en los tres factores existe un déficit, lo que conlleva que el proceso de crianza no sea el más eficiente.

Imagen 4. Porcentajes en general y valores óptimos.



Fuente: Elaboración propia.

Discusión.

Las preguntas realizadas van enfocadas a la relevancia que se les da a los factores que influyen en la producción de la Tilapia. De esta manera, se pudo apreciar, que no todas las fincas se encuentran familiarizadas con los mismos. La crianza dentro de las fincas viene a ser más tradicional. No todas aplican las nuevas tecnologías existentes para sacar el máximo provecho de los recursos.

No en todas las fincas están conscientes de que sus niveles de producción pueden mejorar si se aplica un estudio que ayude a verificar los problemas escondidos en sus procesos; sin embargo, se puede apreciar, que todos los encuestados muestran un interés por mejorar su producción, y es aquí, donde entra el funcionamiento del algoritmo. De acuerdo con la investigación realizada, se pudo determinar, que los principales factores que afectan a la producción de las Tilapias, siendo estos: oxígeno, pH y temperatura.

Gracias al algoritmo desarrollado, se logra obtener un valor óptimo de los niveles de oxígeno, pH y temperatura que debería el tener el agua para que la producción tenga los mejores resultados. Al realizar una comparación de este valor óptimo con el promedio obtenido de las diferentes fincas, se puede apreciar claramente que existe un déficit; déficit que hace que la producción no alcance los niveles deseados.

El funcionamiento de nuestro programa nos muestra que los resultados obtenidos pueden ser interpretados con facilidad, lo que nos indica que la interfaz es amigable con el usuario; de no ser así, el programa únicamente nos mostraría datos imperceptibles que no podrían ser aplicados.

Gracias a la evidencia presentada, se puede comprobar, que el programa funciona de la mejor manera, entregándonos los valores óptimos que se necesita, y por ende, el camino necesario a seguir para que la crianza de las Tilapias sea la más eficiente.

Entregar todos los resultados a las diferentes fincas hará que su producción mejore significativamente, pero ya depende de cada una de ellas aplicar los protocolos que crean conveniente para llegar a su punto óptimo.

Un correcto control será algo pertinente que se debe realizar a futuro para controlar que se está llevando a cabo las tareas necesarias y de ser necesario aplicar otra vez el uso del algoritmo para verificar nuevos resultados.

CONCLUSIONES.

La crianza de las Tilapias está directamente ligada a factores fisicoquímicos que afectarán directamente a su desarrollo y producción. En especial, el oxígeno, pH y temperatura son factores a los cuales se les debe poner especial atención si lo que se busca es alcanzar los resultados óptimos, y por ende, una mejor productividad.

Gracias a la aplicación del programa y el algoritmo, se pudo demostrar, que no todas las fincas manejan los mejores protocolos para la crianza de las Tilapias. Existe un déficit en la calidad del agua, lo cual no permite el correcto desarrollo de los peces, haciendo que los niveles de producción no sean óptimos, y por ende, no se aprovechen correctamente los recursos.

El programa y algoritmo desarrollado nos muestra resultados confiables y fáciles de interpretar, lo cual nos asegura el camino que deben seguir cada uno de los planteles piscícolas del cantón Pastaza para que incrementen considerablemente sus niveles de producción y que sus ganancias incrementen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Álvarez Gálvez, M. (2017). Informe sobre el desarrollo de la acuicultura en el Ecuador. Guayaquil-Ecuador. Escuela Politécnica del Litoral.

2. Álvarez, H., & Romeo, W. (2016). *Plan estratégico para incrementar la producción de tilapia roja en la organización San Vicente* (Master's thesis). Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador
3. Arranz de la Peña, J., & Parra Truyol, A. (2007). Algoritmos genéticos. Barcelona: *Universidad Carlos III*.
4. Benavides Gualmatán, L. M., & Suárez Buitrón, A. B. (2014). Proyecto de implantación de un centro de producción y comercialización de alevines de tilapia en la parroquia Veracruz del cantón Pastaza, provincia de Pastaza. Quito-Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
5. Espinosa Chico, M. A. (2016). *Políticas públicas, mercados y cambios organizativos en comunidades de Pastaza: las organizaciones piscícolas* (Master's thesis), Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Ecuador–FLACSO.
6. Gallardo, G. G. (2004). *Cría de una rana nativa de la amazonía ecuatoriana*. Quito-Ecuador: Editorial Abya Yala.
7. Gestal, M., Rivero, D., Rabuñal, J., Dorado, J., & Pazos, A. (2010). Introducción a los Algoritmos Genéticos y Programación Genética. Coruña-España: Universidade da Coruña.
8. Gómez, C., Álvarez, G., Romero, A., Castro, F., Vega, V., Coma, R., & Velásquez, M. (2017). La Investigación Científica y las Formas de titulación. En La Investigación Científica y las Formas de titulación (págs. 65-66). Quito: Editorial jurídica del Ecuador.
9. Iregui, C., Hernández, E., Jiménez, A., Pulido, A., Rey, A., Comas, J., ... & Rodríguez, M. (2004). Primer mapa epidemiológico de las lesiones y enfermedades de los peces en Colombia. *Universidad Nacional de Colombia. Ministerio de Agricultura. Pronatta. Bogotá. Colombia*.
10. Lanly, J. P. (2003). Los factores de la deforestación y de la degradación de los bosques. In *Quebec city. Canada: El XII World Forestry Congress*.

11. Naveda, T., & David, A. (2011). *Evaluación de Diferentes Tipos de Fertilizantes en Estanques para Crianza de Tilapias* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
12. Obregón, D. A. A. (2005). Calidad del agua y mantenimiento de acuarios. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 6(8), 1-11.
13. Quintero, C. L. G., Gómez, A. A. R., & Chinchilla, C. M. D. (2018). Revisión de la aplicación del internet de las cosas en la acuicultura. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada (RCTA)*, 1(31), 152-159.

DATOS DE LOS AUTORES.

1. **Marco Tulio Arboleda Patiño.** Estudiante de la Carrera de Sistemas. Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: sp.marcotap60@uniandes.edu.ec
2. **Miguel Eduardo Velastegui Córdova.** Magíster en Informática Empresarial. Docente de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: direccionpuyo@uniandes.edu.ec
3. **John Luis Toasa Espinoza.** Magíster en Ingeniería y Sistemas de Computación. Docente de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: up.johntoasa@uniandes.edu.ec

RECIBIDO: 30 de mayo del 2021.

APROBADO: 11 de junio del 2021.