



SEP

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. VICTORIA

TecnoINTELECTO

Órgano de Divulgación Científica

Una Publicación del Tecnológico Nacional de México -
Instituto Tecnológico de Cd. Victoria

Volumen 19

No. 1

Julio 2022

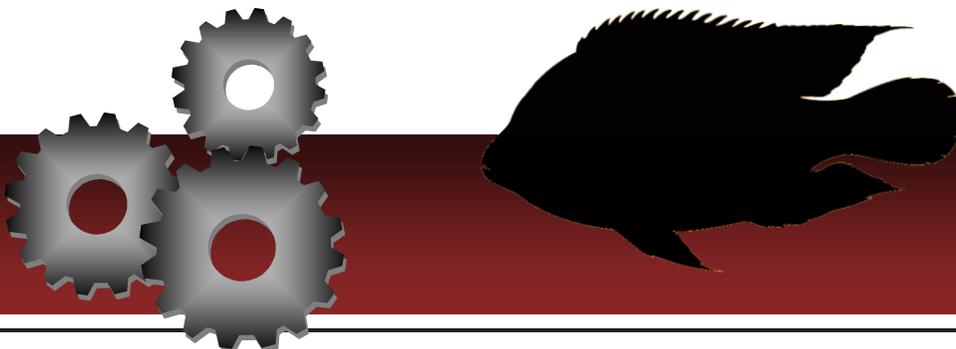
ISSN 1665-983X

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Sistema de métricas para el cálculo de costos en paros de línea en empresa maquiladora.
Antonio A. García-De Los Reyes, Flora A. González-Jiménez & Dulce M. García-Walle.....1

CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Evaluación del factor de conversión alimenticia y la sobrevivencia en el crecimiento de tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) en un sistema intensivo de cultivo utilizando biofloc en agua salobre. *Rodrigo R. García-Torcuato*, José A. Solís-Echeverría, Ángel Ancona-Ordaz, Román Centurión-Chin, Álvaro J. Escamilla-González, Julieta Ramayo-Solis & David López-Cab..... 11*



DIRECTORIO

Dr. Ramón Jiménez López

Director General del Tecnológico Nacional de México

Dra. Araceli Maldonado Reyes

Directora

M.A. Gabriela Lotzin Rendón

Subdirectora Académica

Mtra. Jessica A. Terán Anguiano

Subdirectora de Planeación y Vinculación

Ing. Rosendo García Meléndez

Subdirector de Servicios Administrativos

COMITÉ EDITORIAL

Instituto Tecnológico de Cd. Victoria

División de Estudios de Posgrado e Investigación

COORDINACIÓN EDITORIAL

Ludivina Barrientos-Lozano, Ph. D.

Pedro Almaguer-Sierra, Dr.

Asistencia Editorial:

Dra. Aurora Y. Rocha-Sánchez

COMITÉ REVISOR

Dr. Manuel García Ulloa Gómez. Instituto Politécnico Nacional. Departamento de Acuacultura. SNI Nivel I.

Dr. Noé Gaudencio Alba Baena. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura. SNI Nivel I.

Dr. Oscar Montaña Arango. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. SNI Nivel I.

Dra. Ludivina Barrientos-Lozano. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. División de Estudios de Posgrado e Investigación. SNI Nivel II.

Dr. Pedro Almaguer-Sierra. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. División de Estudios de Posgrado e Investigación. SNI Nivel C.

TecnolINTELECTO (ISSN 1665-983X y reserva: 04-2004-072626452400-102) es un órgano de divulgación científica de forma semestral del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. Boulevard Emilio Portes Gil No. 1301, C. P. 87010, Cd. Victoria, Tamaulipas, México; Tels. (834) 153 20 00 Ext. 364. El contenido y la sintaxis de los artículos presentados son responsabilidad del autor (es). Editor Principal: División de Estudios de Posgrado e Investigación. Apoyo editorial-informático: Dra. Aurora Y. Rocha Sánchez. Envío de documentos, consultas y sugerencias al correo electrónico: ludivinab@yahoo.com, almagavetec@hotmail.com. Todos los derechos son reservados y propiedad del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. TecnolINTELECTO, Vol. 19 No. 1. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

Consúltanos en el Índice Latinoamericano www.latindex.org y en el Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias PERIÓDICA www.dgb.unam.mx/periodica.html



SISTEMA DE MÉTRICAS PARA EL CÁLCULO DE COSTOS EN PAROS DE LÍNEA EN EMPRESA MAQUILADORA

Antonio A. García-De Los Reyes, Flora A. González-Jiménez & Dulce M. García-Walle*

Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Boulevard Emilio Portes Gil No.1301, C.P. 87010. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

*L16380285@cdvictoria.tecnm.mx, *flora.gj@cdvictoria.tecnmmx, dulce.gw@cdvictoria.tecnm.mx*

RESUMEN. Parar la producción en cualquier línea de una empresa involucra una gran pérdida económica, ya que se afectan muchas áreas que intervienen directa e indirectamente, lo que se traduce en dinero. El objetivo de este proyecto es desarrollar un sistema de métricas en el área de Racking de una empresa maquiladora para calcular los costos que se presentan al parar una línea de producción, de manera que puedan estimarse con certeza, en forma objetiva y con suficiente anticipación para conocer el impacto en la rentabilidad de la empresa. La metodología empleada consistió en usar SMART para la planeación, ejecución y control del proyecto; la información recolectada sobre consumo y costos unitarios de los elementos de la producción fue trasladada a tablas de Excel, ya que este software facilita los cálculos requeridos y permite la actualización de la información en tiempo real. Los resultados obtenidos indican que el 97% del costo de parar la línea de producción en el área de Racking se debe a la métrica de producción; el costo por hora por parar la línea es 37,410.54 USD y el costo del minuto parado es 623.51 USD, lo que indica que es muy caro parar la producción en esta área de la empresa.

PALABRAS CLAVE: costos, mano de obra, paro de línea, mantenimiento, servicios.

ABSTRACT. Stopping production in any line of a company implies a great economic loss since many areas are directly and indirectly affected, which translates into money. The objective of this project was to develop a metric system in the Racking area of a maquiladora company to calculate the costs that occur when stopping a production line so that they can be estimated with certainty, objectivity, and enough anticipation to know the impact on the company's profitability. The methodology consisted of using SMART for the planning, execution, and control of the project. The information collected on consumption and unit costs of the production elements was transferred to Excel tables since this software facilitates the required calculations and allows the information to be updated in real-time. The results obtained indicate that 97% of the cost of stopping the production line in the Racking area is due to the production metric; the cost per hour of stopping the line is 37,410.54 USD and the cost per stopped minute is USD 623,51, which indicates that it is very expensive to stop production in this area of the company.

KEY WORDS: costs, labor, line stopping, maintenance, services.

1. INTRODUCCIÓN

Para las empresas, en especial aquellas en las que se produce en grandes cantidades de productos, es fundamental tener conocimiento del costo de su producción. En éstas, se llegan a presentar desfases económicos que impactan negativamente a la empresa, como lo son los lucros cesantes por paro total o parcial de su operación, es decir, los paros de línea. En una línea de producción alcanzar la máxima eficiencia es uno de los intereses primordiales de las empresas (Garcés y Castrillón, 2017). El lucro cesante por paro de línea es uno de los retos a los que se enfrenta toda empresa u organización. Esto puede ser generado por fallas en los sistemas de producción, fallas de

maquinaria o falta de materia prima (Xitumul, 2009).

En ocasiones los paros de línea pueden ser programados por la misma empresa para dar mantenimiento a las máquinas, pero cuando son generados espontáneamente por alguna falla o cualquier agente no programado, es donde se presenta el mayor problema, debido a que se empiezan a generar costos que posiblemente no se tenían contemplados. Por lo cual puede ocasionar un desfase económico que podría llegar a impactar de gran manera a la empresa u organización. Por lo anterior, el problema principal a resolver es conocer el costo de paro de línea. Los tiempos de fabricación son primordiales para formalizar

compromisos de cantidad y definir tiempos de entrega con los clientes, por lo que, deben mejorarse los sistemas de producción, evitando los paros de línea (Chen, 2012). El paro de una línea de producción es crítico porque se detiene el proceso de producción y se reduce la cantidad de producto terminado, por lo que el mayor desafío para la empresa es evitar o reducir los tiempos no productivos en los procesos de producción (Xitumul, 2009).

Las averías son interrupciones en los sistemas de producción; para minimizar los retrasos causados por éstas, se desarrollan tres tipos de algoritmos predictivos; el primero es la sustitución optimizada de una medida heurística; la segunda, es la programación lineal, basada en algoritmos y la tercera son los algoritmos de retroalimentación (Zhu y Zhou, 2014). Otra opción heurística propuesta para minimizar los tiempos muertos de los procesos de producción es la distribución exponencial (Rajagopal y Xavier, 2014).

Para mejorar la productividad de la empresa, se propone implementar, entre otros, el mantenimiento autónomo (Jaramillo y López, 2012). Lean Manufacturing es una herramienta que puede usarse para aumentar la productividad, reduciendo los tiempos de espera y eliminando los cuellos de botella (García, 2010). De lo anterior se deduce que es de capital importancia evitar los paros de línea o reducirlos; sin embargo, en algunas empresas no se tienen medidas referentes a los costos involucrados en éstos. Por esta razón, una empresa maquiladora de capacitores se interesó en realizar un proyecto mediante el cual pudiera determinarse el costo de parar una línea de producción. Se decidió desarrollar el proyecto como piloto en una sola área y se eligió la de arranque. Para iniciar, previamente se hizo una investigación acerca de los paros de línea, para lo cual fue necesario conocer que información es requerida para hacer dichos cálculos y posteriormente analizar que medidas usar para estimar los costos involucrados, de manera que dichos costos sean objetivos, reales y puedan actualizarse de acuerdo con las necesidades que se presentan. De esta manera la empresa podrá saber cuánto sería el impacto económico en caso de que, por situaciones internas o externas a ésta, se produzca un paro de línea no programado; con este conocimiento, la empresa podrá tomar medidas cuando esa

situación ocurra y estar preparada para, en la medida de lo posible, reducir el desfase económico que esto representaría para la situación financiera de la empresa y su impacto en el precio de venta de los productos que fabrica.

El área donde incide el trabajo de este proyecto es el área de "Costos", en la cual se lleva control de los gastos y presupuestos de la empresa. Entre las actividades realizadas se encuentran la elaboración de reportes diarios de gastos, reportes de gastos de materiales directos, apoyo en la realización de requisiciones para la compra de material o de servicios que requiera el personal o la empresa. La planta cuenta con diversas áreas que conforman la producción de los capacitores. El desarrollo del proyecto se enfocó únicamente en la primera área de la producción, la cual tiene por nombre "Racking". Se usó Excel para registrar la información sobre los consumos y costos, así como para los cálculos requeridos; este es un software flexible y de bajo costo, muy útil para el desarrollo del proyecto y cumplir con los objetivos establecidos.

Las actividades principales que se realizan en esta área son soldar ánodos a barras de aluminio que posteriormente pasaran a revisión para verificar que el producto este correctamente soldado y finalmente ponerlos en carritos de transporte y llevarlos a la siguiente área de la producción. Debido a que el periodo de tiempo definido para el proyecto fue de 4 a 6 meses, solamente se enfocó en un área de la producción.

2. OBJETIVOS

Objetivo General. Desarrollar métricas que sirvan para determinar el costo de paro de línea para tener una estimación lo más certera posible sobre el impacto económico que esto tendría hacia la empresa.

2.1 Objetivos Específicos

- Medir el impacto económico de paro de línea en la planta.
- Aplicar pruebas piloto en línea de arranque.
- Verificar si las métricas desarrolladas son efectivas para poder implementarse al resto de líneas de producción.

- Definir una meta referente al tiempo en que puede ser costeable para la producción

La finalidad de este proyecto es tomar el caso real de una empresa para poder resolver dicha problemática. Lo más importante es que la magnitud de las pérdidas no se refleja solo en temas económicos, sino también en el deterioro de las relaciones con públicos de interés como socios, proveedores y clientes, debido al consecuente incumplimiento de los plazos establecidos para cualquier tipo de transacción.

3. MARCO TEÓRICO

El concepto de paro de línea es una variante del concepto Jidoka, el cual es un pilar del Sistema de Producción Toyota junto con el Justo a Tiempo y puede definirse como automatización con un toque humano (Pérez, 2020); cuando ocurren problemas u errores en un sistema de producción, una sección de la línea de producción se apaga inicialmente. Esto se puede hacer automáticamente con una máquina o por el personal, el cual usualmente activa un paro de línea jalando un cordón o presionando un botón. Una vez que el error ha sido identificado y resuelto, las causas y las circunstancias subyacentes del mal funcionamiento son documentadas en detalle. El lucro cesante es la ganancia que una organización deja de percibir por el paro total o parcial de su operación. “el lucro cesante son las ganancias, comprobables objetivamente, que la organización hubiese recibido de haber seguido con el curso normal de su operación” (Echavarría, 2017).

El costo del lucro cesante no requiere que la organización pare completamente su actividad para ir en aumento de forma constante, pues dentro de los niveles de eficiencia se calcula una capacidad de producción por un espacio de tiempo determinado, que influye directamente en el cumplimiento de los objetivos organizacionales. La magnitud de las pérdidas compromete las relaciones con públicos de interés con base en estos casos y es posible vislumbrar el grave riesgo que representa para las organizaciones no contemplar dentro de sus agendas de planeación periódica y la fijación de sus objetivos cuantitativos, el fallo de cualquier pieza indispensable para el funcionamiento de sus equipos. En este tema, los costos de producción son definitivos para hacer la

estimación del lucro cesante. Para el desarrollo del proyecto se tomaron en cuenta la materia prima, mano de obra, supervisión, mantenimiento, servicios, producción y suministros.

3.1 Materia prima

Según Ferrari (2021) “La materia prima es todo bien que es transformado durante un proceso de producción hasta convertirse en un bien de consumo”. Existen algunos bienes materiales que no pueden ser utilizados directamente por los consumidores ya que necesitan ser transformados (el petróleo, por ejemplo). Las materias primas son el primer eslabón de una cadena de fabricación, y en las distintas fases del proceso se irán transformando hasta convertirse en un producto apto para el consumo. En el caso particular de la empresa en que se desarrolló el proyecto, cuenta con minas ubicadas en África, Australia y Brasil, de las cuales se extrae un mineral llamado “ore”, que es principal mineral que utilizan para la producción de capacitores. Este mineral se tritura y se convierte en polvo de tantalio, que posteriormente es manipulado en moldes para darle la forma deseada para la fabricación de ánodos, que son una de las principales materias primas empleadas en la producción de capacitores.

3.2 Mano de obra

“El trabajo es el esfuerzo humano aplicado al proceso de producción y puede ser físico o mental, por ello requiere que sea remunerado o pagado” (Quiroa, 2021). El trabajo es un factor de producción, es escaso y por ello tiene un precio dentro del mercado. El pago o remuneración del factor de producción de trabajo, se denomina salario.

3.3 Supervisión

“La supervisión de un proceso de fabricación implica atender a las fases individuales del proceso, así como al flujo de mercancías y materiales a través de las diferentes fases que deben coordinarse para producir eficazmente un producto de calidad” (Gartenstein, s.f.). Además, un supervisor de fabricación debe seguir un estricto control del inventario involucrado en el proceso de fabricación en forma de materias primas, así como de los productos terminados a la espera de ser enviados o vendidos.

3.4 Mantenimiento

El mantenimiento es una tarea imprescindible para el correcto funcionamiento de cualquier negocio, especialmente de aquel que depende de equipamiento o maquinaria; a largo plazo puede hacer ahorrar a la empresa mucho dinero. Existen varias formas en las que se puede tratar, siendo las más comunes: el mantenimiento preventivo y el correctivo (Viguer, 2012).

- Mantenimiento preventivo. Es aquel que se enfoca en garantizar el buen estado del equipo a partir de un plan de trabajo que evite que se produzcan averías. Son tareas como el cambio de aceite de una máquina, la limpieza adecuada o las inspecciones de la instalación. Según los expertos, este es el mantenimiento más eficiente para garantizar el buen estado de los equipos con el menor coste.
- Mantenimiento correctivo. En este caso la tarea está destinada a resolver un fallo o avería que ya se ha producido en el equipo. Consiste en reparar la máquina a su condición operativa inicial. Cuando las inspecciones y controles rutinarios no han logrado prever las posibles averías, comienzan a aparecer los problemas mecánicos.

El proceso productivo es medido mediante el indicador de eficiencia global, usando la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM), la cual considera las variables de disponibilidad, rendimiento y calidad (Ungureanu *et al.*, 2011). Un estudio hecho en una planta de energía eléctrica en Nigeria enfocado en el estudio de tiempo muertos detectó pérdidas de producción y altos costos de mantenimiento (Osarenmwinda y Okorie, 2013).

3.5 Servicios

En la industria, casi la mitad de la energía que se consume es eléctrica. La electricidad se utiliza tanto como fuente impulsora de los motores eléctricos de las máquinas y aparatos propios de cada sector, como para calentar los contenidos de tanques, depósitos o calderas. Al mismo tiempo, también produce toda clase de sustancias contaminantes e impactos sobre el medio ambiente. La industria utiliza toda clase de energía comercial, aunque en la práctica es

la principal usuaria de la electricidad y el gas natural.

3.6 Producción

“La producción industrial es el conjunto de procesos a través de los cuales se transforman las materias primas. De ese modo, se obtienen productos de mayor valor agregado” (Westreicher, 2021). Es decir, la producción industrial es el proceso por el cual pasan los recursos extraídos de la naturaleza. Esto, con el objetivo de conseguir la mercancía que llegará al consumidor final. Estos procesos se relacionan mayormente (aunque no exclusivamente) al sector secundario de la economía. Así, se requiere de mano de obra y la combinación de diversos insumos para desarrollar el bien que se llevará al mercado.

3.7 Suministros

Las organizaciones, independientemente de su actividad productiva, requieren de suministros para su funcionamiento y cumplimiento de objetivos. Los suministros representan, desde el punto de vista financiero una proporción considerable del capital de las instituciones (alrededor del 15 al 25% de los gastos corrientes), por tanto las organizaciones buscan con alta prioridad verdaderos especialistas en la gestión de suministros, personas capaces de analizar, diseñar, desarrollar e implantar modernos procesos de gestión, soportados en sistemas de información y control, flexibles a las cambiantes circunstancias del mundo de hoy, utilizando para ello las más actualizadas técnicas administrativas, de racionalización, sobre procesos, así como conceptos estratégicos del justo a tiempo.

4. DESARROLLO

4.1 Metodología S.M.A.R.T

Para desarrollar este proyecto se usó la metodología conocida como SMART, que consiste en lo siguiente (Cadiat y Steffens, 2016):

- Especifico. Desarrollar métricas que sirvan para determinar el costo de paro de línea para tener una estimación lo más certera posible sobre el impacto económico que esto tendría hacia la empresa.

- Medible. Medir el impacto económico de paro de línea en la planta. Iniciar con aplicar prueba piloto en línea de arranque.
- Alcanzable. Verificar si tiene efectividad las métricas. Si es así, podrían estandarizarse y aplicarse para el resto de las líneas de producción de la planta.
- Relevante. Es indispensable, para el planteamiento de los objetivos anuales y los compromisos a adquirirse con clientes, socios y proveedores, tener un cálculo, tan exacto como sea posible, del costo total del lucro cesante por paro parcial o total de la actividad industrial, y sus causas. De lo contrario, un desfase en este monto podría generar grandes pérdidas económicas, e incluso, poner en crisis la estabilidad de la organización.
- Tiempo. La recolección de información y datos para el desarrollo de métricas, así como las pruebas piloto y la medición se

realizaron en el periodo del 2 de febrero de 2021 a 2 de junio de 2021.

4.2 Datos obtenidos

A continuación, se muestran los datos obtenidos de los recorridos en piso y en las distintas áreas que están involucradas en la producción del área de Racking, para la determinación de las métricas y calcular los costos de paro de línea.

4.2.1 Materia Prima

Una vez que fue proporcionada la información, se concentró en un archivo en Excel, en el cual de igual manera se fueron registrando los demás datos necesarios para los cálculos. En las tablas 1 y .2 se presenta un ejemplo de la información requerida para realizar los cálculos de materiales directos e indirectos, respectivamente.

Tabla 1. Materiales directos.

No parte	Desc	C U USD	UM	Cant mat total	Costo total USD
38640058	Teflón centro azul	160.00	Libras	34.80	5,568.35
38640041	Teflón centro blanco	140.00	Libras	111.40	15,594.44
40040016	Rollo alum	5.90	Libras	1,102.70	6,491.34
40040040	Cajas de barras	0.05	strip	2181805.55	121,002.94

Tabla 2. Materiales indirectos.

No. parte	Desc	Costo Unitario	Cant mat tot	Costo total USD
A02746N3	Pinzas	11.33	94.44	1,070.06
B02019N2	Tweezer	11.04	120.33	1,329.41
JE14A532	Wrench electrode	175.00	2	350.00
P0001197	Llave TSmm	5.24	2.55	13.39

4.2.2 Mano de Obra

Se solicitó la relación de la cantidad de operadores y técnicos que hay actualmente en los 4 turnos en el área de Racking. Cabe destacar que son 4 turnos de 12 horas cada uno para la producción. En la tabla 3 se presenta la información de los operadores y los técnicos en el área de Racking.

Tabla 3. Mano de Obra en el área de Racking.

Turno	Operadores	Técnicos
1	29	6
2	25	7
3	26	6
4	26	6

4.2.3 Supervisión

Para obtener la información de este rubro se acudió a la oficina de recursos humanos; hay dos supervisores en el turno 1, y uno en cada uno de los otros turnos.

4.2.4 Mantenimiento

Para poder calcular un promedio del costo total mensual de mantenimiento, es necesaria la información de las tablas 4 y 5 relativa a mantenimiento preventivo y correctivo.

Tabla 4. Datos mantenimiento preventivo.

Máquina	Periódic	Enc mantto	Durión (horas)	Costo USD
Racker sigma	Semi-anual	Mecánico Eléctrico	12	9,630.89
Racker coil	4 meses	Mecánico	12	5,392.75
Horno de curado	8 meses	Mecánico	3.5	310.20
Aplicador a Hipec	4 meses	Mecánico	8	1,204.85
Lasser Cleaning	Semi-anual	Mecánico	8	324.96
Aplicadora Metacota	Mensual	Mecánico -Eléctrico	1.5	340.53
Horno Metacota	8 meses	Mecánico	1.5	759.76

Tabla 5. Datos mantenimiento correctivo.

Máquina	Periodo	Enc mantto	Duración (horas)	Costo USD
Racker sigma	Semi-anual	Mecánico Eléctrico	12	9,903.63
Racker coil	4 meses	Mecánico	12	5,478.05
Horno de curado	8 meses	Mecánico	3.5	300.00
Aplicadora Hipec	4 meses	Mecánico	8	1,040.15
Lasser Cleaning	Semi-anual	Mecánico	8	1,250.00
Aplicadora Metacota	3 meses	Mecánico -Eléctrico	1.5	200.00
Horno Metacota	bimestral	Mecánico	1.5	225.00

4.2.5 Servicios

La información fue obtenida en la oficina de Facilities (Tabla 6).

Tabla 6. Consumo de electricidad por máquina del área de Racking.

Máquina	Funcionando	No funcionando	Consumo Kw-hr	Costo kw-hr
Racker sigma	26	2	1.19	1,7953
Racker coil	6	1	1.39	
Horno de curado	4	2	1.2	
Aplicadora Hipec	8	0	10	
Lasser Cleaning	3	1	1.2	
Aplicadora Metacota	1	0	1.2	
Horno Metacota	1	0	10	

Tabla 8. Suministros consumidos en el área de Racking.

No. parte	Desc	Costo Unit USD	Unidad medida	Cant mat tot	Costo total USD
340018	Manganese	1.94	Libras	662	1,284.88
3740024	Reagent Grado	0.02760	BTL	3	5.39
7370024	Bag 6x6"	21.06	Piezas	1	0.03
38540415	Carrier Tape 1	143.35	ROL	4	84.24
38640041	Tape, DP25, 2M	163.36	Libras	37.82	5,421.50

5. RESULTADOS

Se presentan los resultados de los cálculos realizados por cada aspecto analizado.

5.1 Cálculos de costos de materia prima

La cantidad total de material que se solicitó en el periodo julio 2020 a marzo 2021 se registró en tablas (Ver ejemplo en Tabla 9).

Tabla 9. Materia prima solicitada

Mes	Libras de Mat directo solicitado (Teflón centro blanco)	Libras de Mat indirecto solicitado
Julio	103	400
Agosto	44	400
Septiembre	35	600
Octubre	117	500
Noviembre	150	600
Diciembre	106	400
Enero	106	600
Febrero	130	500
Marzo	211.5	600
Promedio mensual directo: 111.38		
Promedio mensual indirecto: 511.11		

4.2.6 Producción

Los datos recabados son de la producción de piezas en el área de Racking del periodo de 1 de marzo al 31 de marzo de 2021 (ver Tabla 7).

Tabla 7. Producción de piezas del área de Racking.

Tamaño de año	Meta mensual	Progreso actual	% de producto
A	36,746,760	37,675,786	103
B	39,194,910	39,879,206	102
C	13,614,000	13,978,271	103
D	13,206,000	13,329,209	101
S	12,466	12,466	100
V	161,844	161,844	100
X	5,847,778	5,931,360	101
491E	53,139	53,139	100
496B	96,123	96,123	100
496C	8,457	8,457	100
496D	126,659	126,659	100
496X	43,481	43,481	100
510E	225,728	225,728	100
510X	655,505	655,509	100

4.2.7 Suministros

Para concentrar estos datos se realizó un formato similar al de materia prima (ver Tabla 8).

Una vez recolectados todos los datos de materia prima, se realizaron cálculos en Excel estructurados en una tabla. A continuación, se muestran la Tabla 10 con un ejemplo de los cálculos.

Tabla 10. Costos de la materia prima.

No. parte	Desc	Costo uni USD	Unidad medida	Cantidad material total	Costo Total USD
38640058	Teflón centro azul	160.00	Libras	34.8022	5,568.35
38640041	Teflón centro blanco	140.00	Libras	111.388	15,504.44
40040016	Rollo aluminio	5.88	Libras	1102.666667	6,401.34
40040040	Caja de barras	0.055	Strip	2181805.556	121,002.94
Total				2183054.414	148,657.08

5.2 Cálculos de costos de mano de obra

Como en el caso anterior, para la mano de obra se realizó un procedimiento similar, solo que los rubros a tomar en cuenta fueron otros. En la Tabla 11 y en la 12 se presenta el cálculo del salario de los operadores y de los técnicos, respectivamente.

Tabla 11. Cálculo salario de los operadores.

Turn	Cant operad	Sueldo /hr	Sueldo tot/hr	Sueldo diario op	Sueldo total diario
1	29	16.93	491.06	203.20	5,892.73
2	25	16.93	423.33	203.20	5,079.94
3	26	22.58	587.02	270.93	7,044.18
4	26	22.58	587.02	270.93	7,044.18

Tabla 12. Cálculo salario de los técnicos.

Turno	Cant op	Sueldo/hr	Sueldo tot/hr	Sueldo diario	Sueldo total diario
1	6	84.62	507.74	1,015.49	6,092.94
2	7	84.62	592.37	1,015.49	7,108.43
3	6	112.83	676.99	1,353.99	8,123.92
4	6	112.83	678.99	1,353.99	8,123.92

5.3 Cálculos de costos de supervisión

En el caso de costos de supervisión se hizo el mismo procedimiento que en los costos de mano de obra. En la tabla 13 se presentan los costos de supervisión diarios totales por turno.

Tabla 13. Costos de supervisión.

Turno	Cant	Sueldo /hora	Sueldo tot/hora	Sueldo diario	Sueldo total diario
1	2	127.40	254.81	1528.84	3,057.68
2	1	127.40	127.40	1528.84	1,528.84
3	1	169.87	169.87	2038.45	2,038.45
4	1	169.87	169.87	2038.45	2,038.45

5.4 Cálculos de costos de mantenimiento

En la tabla 14 se presentan los costos de mantenimiento.

Tabla 14. Costos de mantenimiento.

Tipo Mantto	Costo total 12 meses	Promedio por mes
Preventivo	371,910.87	30,992.57
Correctivo	713,953.32	59,496.11

5.5 Cálculos de costos de servicios

En la tabla 15 se presenta la información relativa al consumo de energía eléctrica por tipo de máquina.

Tabla 15. Consumo energía eléctrica.

Tipo Maq	Maq func	Maq no func	Consumo kw-hr	Consumo kw-hr/turno	Consumo total kw-total/turno
Racker sigma	26	2	1.19	14.28	371.28
Racker coil	6	1	1.39	16.68	100.00
Aplicador a Hiper	4	2	1.2	14.4	57.6
Horno de curado	8	0	0	120	960
Lasser Cleaning	3	1	1.2	14.4	43.2
Aplicador a Metacota	1	0	1.2	14.4	14.4
Horno Metacota	1	0	10	120	120

Tabla 16. Consumo semanal energía eléctrica.

Tipo de máquina	Turno1	Turno 2	Turno 3	Turno 4
Racker sigma	1485.12	1485.12	1113.84	1113.84
Racker coil	400.32	400.32	300.24	300.24
Aplicadora Hiper	230.4	230.4	172.8	172.8
Horno de curado	3840	3840	2880	2880
Lasser Cleaning	172.8	172.8	129.6	129.6
Aplicadora Metacota	57.6	57.6	43.2	43.2
Horno Metacota	480	480	360	360
Totales	6666.24	6666.24	4999.68	4999.68

Tabla 17. Concentrado consumo y costo energía eléctrica (costo kw-hr = 1.795347).

	Semanal	Mensual	Anual
Consumo	23,331.84	93,327.36	1,119,928.32
Costo (\$)	41,888.75	167,555.00	2,010,659.95

5.6 Cálculos de costos de producción

Estos cálculos se realizaron con la información de los reportes diarios de producción del mes de marzo de 2021. En la tabla 18 se presenta dicha información.

Tabla 18. Costos de producción.

Tamaño	Total de piezas	Costo unitario	Costo total
A	37,675,786	0.03	1,130,273.58
B	39,879,206	0.04	1,595,168.24
C	13,978,271	0.08	1,118,261.68
D	13,329,209	0.12	1,599,505.08
S	12,466	0.49627	6,186.44
V	161,844	1.33702	216,388.66
X	5,931,360	0.30	1,779,408.00
491E	53,139	3.40615	180,999.40
496B	96,123	0.61493	59,108.44
496C	8,457	1.24793	10,553.74
496D	126,659	1.59065	201,470.14
496X	43,481	2.70251	117,507.84
510E	225,728	1.42	320,533.76
510X	655,509	5.83817	3,826,972.98
Total			12,162,337.98

5.7 Cálculos de costos de suministro

Los costos de este apartado se hicieron de forma similar a los costos de materia prima. Teniendo los resultados, se sumaron los mismos y se dividieron entre la cantidad de meses desde abril de 2020 hasta marzo de 2021, para poder obtener un costo promedio mensual. En la Tabla 19 se presenta la información mencionada.

Tabla 19. Costo promedio de suministro.

Mes	Costo total (USD)	Promedio
Abril – Dic 2020	52,244.69	
Enero 2021	2,493.13	
Febrero 2021	10,713.44	
Marzo 2021	8,379.24	
Total	73,830.50	6,152.54

5.8 Concentrado de resultados (métricas)

En la Tabla 20, se presenta el sistema de métricas considerado; el costo por hora es el indicador usado para medir el costo de paro de línea.

Tabla 20. Métricas para estimar el costo del paro de línea del área de Racking.

Métricas	Costo por hora USD	Costo por hora pesos
Materia prima	468.15	9643.93
Mano de obra (operadores)	285.02	5876.32
Mano de obra (técnicos)	113.06	2329.01
Supervisión	35.05	721.95
Servicios	24.21	498.68
Mantto preventivo	92.24	1900.14
Mantto correctivo	177.07	3647.74
Producción	36,197.43	745,667.15
Suministros	18.31	377.21
Totales	37,410.54	770,657.12

Teniendo el costo de producción de una hora, se hace una pequeña tabla para que la empresa pueda calcular el costo de la producción dependiendo de cuantas horas esté parada la línea.

6. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos podemos observar que el costo mayor es la métrica de Producción, le sigue la materia prima, la mano de obra (operadores) y el mantenimiento correctivo. En la siguiente tabla están las métricas ordenadas de mayor a menor costo.

Tabla 21. Métricas ordenadas por costo.

Métrica	Costo por hora USD	Porcentaje del total
Producción	36,197.43	96.76
Materia prima	468.15	1.25

Mano de obra (oper)	285.02	0.76
Mantenimiento correctivo	177.07	0.47
Mano de obra (técni)	113.06	0.30
Mantenimiento preventivo	92.24	0.25
Supervisión	35.05	0.09
Servicios	24.21	0.07
Suministros	18.31	0.05
Total	37,410.54	100

En el cálculo de Producción sólo se consideró lo que se deja de producir; sin embargo, debe tomarse en cuenta la pérdida de clientes, de prestigio, y las multas que en algunos contratos se establecen precisamente para evitar que el pedido sea recibido tarde por el cliente. Por ejemplo, por un problema de salud pública como la pandemia que todavía estamos padeciendo, la empresa debe prepararse para evitar pérdidas mayores, es conveniente desarrollar un plan de contingencia que le permita reaccionar lo más pronto posible ya que la empresa pierde porque no produce.

El resultado obtenido en este proyecto permite a la empresa valorar de manera objetiva cuánto cuesta parar la línea de producción y también puede evaluar qué pasa si hay un paro en varias de líneas de producción a la vez. El uso del Excel permite realizar los cálculos de manera sencilla en tiempo real y tomar decisiones de manera oportuna para evitar el paro o bien, reducir su impacto lo más posible. El formato en Excel permite la actualización de toda la información necesaria para hacer los cálculos de las métricas, por ejemplo, modificar los salarios, los costos de las piezas de repuesto, los costos de los insumos y demás; también puede hacerse una simulación anticipando cambios de los proveedores, en el mantenimiento de las máquinas, en la mano de obra, entre otras, y establecer rutas de acción para resolver el paro de línea a la brevedad posible.

De acuerdo con la información dada por las métricas obtenidas para el área de Racking, el costo de un minuto de paro de línea es de 623.51 USD, todavía falta considerar las pérdidas por paro de línea que se tendrían en el resto de las áreas de la empresa. Entonces, es fundamental medir las pérdidas ocasionadas por el paro de línea, porque lo que no se mide no se conoce y no puede valorarse, pudiendo llegar a menospreciarse. Por ejemplo, parar todo un turno (12 horas) costaría 448,926.48 USD.

Dados los costos mencionados anteriormente, no conviene a la empresa parar, por lo que, es muy importante establecer las causas más probables de un paro de línea y buscar soluciones para cada una de éstas, de manera que puedan establecerse procedimientos o protocolos para su atención y contención. A la fecha no se han presentado paros de línea, salvo en la parte más álgida de la pandemia. Pero es bueno medir para prevenir.

7. CONCLUSIONES

Como se pudo observar en este estudio, desde el inicio, el desarrollo y hasta el resultado final, está debidamente estructurado para que los formatos sean actualizados con información del periodo deseado. Debido a que el formato quedó disponible para que pudiera ser utilizado por el personal de la empresa y no existió inconformidad o corrección alguna, se concluye que las métricas realizadas si arrojan información certera. Entonces, de acuerdo con los resultados obtenidos de costo del paro de la línea de Racking, que indican que es muy caro debido a que el costo del lucro cesante es muy alto, no debe permitirse que suceda. Deben establecerse protocolos para su contención. Usar Excel fue una buena idea, que funcionó muy bien y que tiene un costo bajo. El tiempo establecido para el proyecto no fue suficiente para verificar si las métricas son adecuadas o efectivas para el resto de las áreas. Es un pendiente que la empresa debe de resolver a la brevedad posible. Pueden tener planificados paros en la producción para el mantenimiento de la maquinaria y con las métricas pueden calcular el costo que esto implica y así puedan generar algún plan para cubrir la producción del tiempo que se tenga planeado tener detenida la producción. Lo anterior es solo un ejemplo de las numerosas situaciones en las cuales puede ser útil el resultado final de este proyecto. En conclusión, es una herramienta muy importante y de gran utilidad para cualquier empresa que involucre procesos de producción.

8. LITERATURA CITADA

Cadiat, A. y Steffens, G. 2016. Los criterios SMART: el método para fijar los objetivos con éxito. Economía y Empresa. Primera Edición.

Chen, T. 2012. A job-classifying and data-mining approach for estimating job cycle time in a wafer fabrication factory, doi:

10.1007/s00170-011-3786-4, International journal of advanced manufacturing technology (en línea), 62(1-4), 317-328.

Echavarría, M. 2017. ¿Cuánto le cuesta a la industria el lucro cesante por paro? Instituto Asteco.

<https://institutoasteco.com/asteco/cuanto-le-cuesta-a-laindustria-el-lucro-cesante-por-paro/>

Ferrari, C. 2021. Materia prima. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/materia-prima.html>

Garcés D, y Castrillón O. 2017. Diseño de una técnica inteligente para identificar y reducir los tiempos muertos en un sistema de producción. Información Tecnológica, Vol. 28 No. 3. 157-169

Gartenstein, D. s.f. Cómo supervisar un proceso de fabricación. La Voz de Houston. <https://pyme.lavoztx.com/cmo-supervisar-un-proceso-de-fabricacin7463.html#:~:text=La%20supervisi%C3%B3n%20de%20un%20proceso,eficazmente%20un%20producto%20de%20calidad>

Jaramillo-Restrepo, A. y López-López, S. 2012. Propuesta de mejoramiento de procesos productivos para empresas metalmeccánicas: Caso Productos Confort S. A. Tesis licenciatura. Escuela de Ingeniería de Antioquia.

Osarenmwind, J. y Okorie, A. 2013. Critical components that cause failure and downtime in electrical machine of a power generating plan: a study case. International Journal of Academic Research, 5(6): 119-122.

Pérez-Herrera, J. 2020. Definición de Jidoka: control automático de defectos. Lean Contruccion México. <https://leanmanufacturing10.com//jidoka>

Quiroa, M. 2021. Mano de obra. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/mano-de-obra.html>

Rajagopal, P. y Xavior, H. 2014. Minimizing Material Processing Time and Idle Time of a Critical Machine in a Flow Shop. Advanced Materials Research (en línea), 984-985, 106-110.

Ungureanu, N., Ungureanu, M y Alexandrescu, I. 2011. Implementation of TPM principles I

(first steps). Laboratorio Tecnológico del Uruguay – INNOTEC, (1): 22-25

Viguer, D. 2012. Diseño y optimización del plan de mantenimiento de un edificio destinado a uso administrativo. Tesis de magister. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales. España.

Westreicher, G. 2021. Producción industrial. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/produccion-industrial.html>

Xitumul-Álvarez, A. 2009. Diseño e implementación de un sistema de control de tiempos no productivos para la mejora de la eficiencia en una línea de producción de bebidas carbonatadas. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Zhu, H. y Zhou, H. 2014. Single machine predictive scheduling using inserted idle times. *Journal of Applied Mathematics*, 2014: 304808. DOI: 10.1155/2014/304808

EVALUACIÓN DEL FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA Y LA SOBREVIVENCIA EN EL CRECIMIENTO DE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) EN UN SISTEMA INTENSIVO DE CULTIVO UTILIZANDO BIOFLOC EN AGUA SALOBRE

Rodrigo R. García-Torcuato*, José A. Solís-Echeverría, Ángel Ancona-Ordaz, Román Centurión-Chin, Álvaro J. Escamilla-González, Julieta Ramayo-Solis & David López-Cab

Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Lerma. Ingeniería en Acuicultura. Carretera Campeche-Champotón, Km. 10, C.P. 24500. Lerma, Campeche, México.

*tor6900@yahoo.com.mx

RESUMEN. El presente estudio se realizó en el módulo experimental de acuicultura del Instituto Tecnológico de Lerma, Campeche. La finalidad del estudio fue evaluar el factor de conversión alimenticia y la sobrevivencia en el crecimiento de la especie tilapia *Oreochromis niloticus* en estanques circulares en un sistema intensivo de cultivo utilizando biofloc en agua salobre. La engorda de *O. niloticus* se desarrolló en estanques de geomembrana con capacidad de 5 m³, mediante un manejo adecuado de los estanques de cultivo y eficiencia en el suministro del alimento. Se evaluó el crecimiento en juveniles utilizando un análisis de varianza ANOVA a densidades de cultivo de 100 y 120 organismos/m³, por duplicado. Los juveniles utilizados en el experimento presentaron un peso inicial promedio de 12.9 ± 0.50 g, a los 75 días incrementaron a 310.8 ± 18.45 g y a los 150 días alcanzaron un peso promedio final de 585.1 ± 8.64 g, para los tratamientos. El mayor incremento de peso por día fue de 3.21 g para la réplica 1 del tratamiento 1 (T1). Los valores en los parámetros ambientales fueron para la temperatura, 27.46 ± 0.30°C, oxígeno disuelto 6.04 ± 0.16 mg/l, salinidad de 11.06 ± 0.3 ups y un pH promedio de 7.68 ± 0.12 durante los 5 meses que duro el experimento. En lo referente al biofloc se suministró al inicio en una relación C:N de 12:1, cuando los organismos llegaron a un peso promedio de 50 g, se cambió la relación a 10:1, la cual se mantuvo hasta el final del experimento. El FCA promedio obtenido fue de 1.08 ± 0.14, valor que se considera dentro del rango de la tilapia nilotica cultivada comercialmente, en cuanto al crecimiento se pudo determinar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos usados en el cultivo (p > 0.05). En la alimentación de los organismos se suministró alimento peletizado en la etapa juvenil de 42 % de proteína y en la engorda 30 % de proteína. En cuanto a la sobrevivencia al final del experimento el porcentaje promedio fue del 90.58 ± 0.82 para T1 y 87.7 ± 0.42 para T2, los porcentajes de sobrevivencia que presentamos, muestran estar dentro del rango reportado en la tilapia cultivada comercialmente.

PALABRAS CLAVE: FCA, sobrevivencia, crecimiento, superintensivo, biofloc.

ABSTRACT. This study was carried out in the experimental aquaculture module of the Technological Institute of Lerma, Campeche. The purpose of the study was to evaluate the feed conversion factor and growth survival of the tilapia species *Oreochromis niloticus* in circular ponds in an intensive culture system using biofloc in brackish water. The fattening of *O. niloticus* was developed in geomembrane ponds with a capacity of 5 m³, through proper management of the culture ponds and efficiency in the supply of food. Growth in juveniles was evaluated using ANOVA analysis of variance at culture densities of 100 and 120 organisms/m³, in duplicate. The juveniles used in the experiment presented an initial average weight of 12.9 ± 0.50 g, at 75 days they increased to 310.8 ± 18.45 g and at 150 days they reached a final average weight of 585.1 ± 8.64 g, for the treatments. The highest weight gain per day was 3.21 g for replica 1 of treatment 1 (T1). The values in the environmental parameters were for temperature, 27.46 ± 0.30°C, dissolved oxygen 6.04 ± 0.16 mg/l, salinity 11.06 ± 0.3 ups, and an average pH of 7.68 ± 0.12 during the 5 months that the experiment lasted. Regarding the biofloc, it was supplied at the beginning in a C:N ratio of 12:1, when the organisms reached an average weight of 50 g, the ratio was changed to 10:1, which was maintained until the end of the experiment. The average ACF obtained was 1.08 ± 0.14, a value that is considered within the range of commercially farmed Nilotic tilapia. In terms of growth, it was possible to determine that there are no significant differences between the treatments used in the culture (p > 0.05). In the feeding of the organisms, pelleted feed was supplied in the juvenile stage with 42% protein and in the fattening stage 30% protein. Regarding survival at the end of the

experiment, the average percentage was 90.58 ± 0.82 for T1 and 87.7 ± 0.42 for T2. The survival percentages that we present show that they are within the range reported in commercially farmed tilapia.

KEY WORDS: Culture, growth, superintensive, biofloc, brackish.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la tilapia es uno de los vertebrados acuáticos mayormente cultivados. Presenta características favorables como el rápido crecimiento, resistencia a enfermedades, elevada productividad, tolerancia a densidades alta de cultivo, tolera bajas concentraciones de oxígeno y a diferentes salinidades, así como la aceptación de una amplia gama de alimentos naturales y artificiales (INAPESCA, 2018).

En México la producción de tilapia es una actividad acuícola importante ya que juega un papel trascendental como actividad productiva en el país (Betazano-Torres *et al.*, 2020). La tilapia es cultivada en 31 de sus estados siendo los mayores productores: Chiapas, Tabasco, Guerrero, Estado de México y Veracruz. Para el año 2018, la producción nacional de tilapia fue de 168.359 t, de las cuales el 31.3 % correspondió exclusivamente a sistemas controlados de acuicultura (CONAPESCA, 2018). Sin embargo, la utilización de alta tecnología en el sector acuícola mexicano es muy limitada, ya que de las 4,623 granjas de tilapia que operan en el país son predominantemente extensivas y semi intensivas (SAGARPA, 2015) generalmente con rendimientos bajos y con un uso ineficiente de los recursos (FAO, 2016).

El cultivo de la tilapia (*O. niloticus*) se ha vuelto competitivo, y como tal, la tecnología utilizada debe ser eficiente en todos los aspectos: productividad, calidad, sostenibilidad, bioseguridad (Celdran, 2017). Una opción de acuicultura sostenible es la tecnología biofloc (BFT), esta tecnología es altamente empleada para el cultivo del *O. niloticus* debido a su alta eficiencia, productividad, sostenibilidad, bioseguridad y menor uso de alimento (Betazano-Torres *et al.*, 2020).

El enfoque sostenible de la tecnología de biofloc se basa en el crecimiento de microorganismos en el medio de cultivo, beneficiado con el mínimo o cero recambio de agua requerido (Choo *et al.*, 2015), así los

cultivos bajo este sistema son conocidos también por sus altas densidades de población de peces (Avnimelech, 1999), además de estar equipados con aireación y agitación del agua para producir agregados de biota aeróbica y heterótrofa de flóculos microbianos (Avnimelech, 2012; Schryver *et al.*, 2008). Bajo estas condiciones, la tilapia puede utilizar de manera eficiente la proteína microbiana unicelular producida a través de nitrógeno amoniacal disuelto en la comunidad bacteriana heterótrofa. Estas características de la tilapia favorecen que sean especies de peces adecuadas que se pueden cultivar con la tecnología biofloc (Azim y Little, 2008). Widanarni *et al.* (2012) y Wambach (2013), concuerdan en mencionar que la aplicación de biofloc en el cultivo de tilapia roja puede mejorar la calidad del agua y la supervivencia de los peces, así como reducir la necesidad de alimentación externa.

La dinámica de la tecnología biofloc en el sistema de cultivo se basa en el adecuado manejo de la relación C: N para la remoción y asimilación de nutrientes en el agua a través de bacterias heterótrofas, las cuales estimulan la producción de proteína microbiana (Schryver *et al.*, 2008), fenómeno influenciado por la interacción de los parámetros físicos y químicos del agua, que a su vez influyen en los organismos presentes en el sistema (Emerenciano *et al.*, 2013; Martínez-Córdova *et al.*, 2015).

Algunos autores, entre los que destacan Avnimelech y Kochba (2009), Long *et al.* (2015), y Pérez-Fuentes *et al.* (2016), coinciden en mencionar que la utilización del sistema biofloc mejora la conversión alimenticia ya que es el indicador de la retención proteica en organismos cultivados, la actividad enzimática, actividad hematológica y la respuesta inmunológica de peces.

Avnimelech (2012) y Putra *et al.* (2019), coinciden en señalar que la tecnología biofloc se ha utilizado en el cultivo intensivo de tilapia debido a su capacidad de soportar altas

densidad, tolerar condiciones ambientales y a sus hábitos alimenticios omnívoros que ingiere diversos tipos de alimento. Así mismo, esta tecnología influye en la calidad del agua y en el rendimiento de la producción de la tilapia (Widanarni *et al.*, 2012; Wambach, 2013).

De igual manera, se ha observado que el principio básico del sistema biofloc es el mínimo recambio de agua, esta tecnología puede operar, por ejemplo, con agua en la salinidad óptima para cada especie acuícola (Alvarenga *et al.*, 2018). De hecho, se ha observado que el crecimiento de la tilapia del Nilo es mejor en una salinidad moderada (Fridman *et al.*, 2012; Kamal y Mair, 2005). Por lo que el uso de agua salina no sería un problema en un sistema de biofloc de mínimo intercambio de agua (Alvarenga *et al.*, 2018) ya que la salinidad reduce la toxicidad del nitrito (Lou *et al.*, 2014).

Entre los productores se cree que una salinidad de 20 g/L debería ser el límite recomendado (Souza *et al.*, 2019). Algunos estudios reportan los efectos de la salinidad en el agua utilizada en el cultivo de tilapia del Nilo asociado al sistema biofloc (Alvarenga *et al.*, 2018; Luo *et al.*, 2017; Lima *et al.*, 2019). En este sentido Alves *et al.* (2017), han demostrado que el agua salina puede reducir la mortalidad de los alevines de tilapia del Nilo (*O. niloticus*) transferidos a sistemas de biofloc durante la fase de formación, cuando generalmente se producen picos de nitrito peligrosos.

2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el factor de conversión alimenticia y la sobrevivencia en el crecimiento de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis niloticus*) en estanques circulares en un sistema intensivo de cultivo utilizando la tecnología biofloc en agua salobre.

3. METODOLOGÍA

3.1 Zona de estudio

El estudio se realizó en el Módulo experimental del área de acuicultura del Instituto Tecnológico de Lerma, ubicado en las siguientes coordenadas, Lat. 19°47'54.6" N y Long. 90°36' 34.3" W.

3.2 Obtención de organismos

Para el experimento, se utilizaron 2200 alevines de tilapia (*O. niloticus*) del laboratorio de producción, Grupo Inversionista del Sureste en la localidad de Bethania, Campeche (Figura 1).



Figura 1. Alevines de tilapia *O. niloticus* empleados en el experimento.

3.3 Transporte de organismos al área de cultivo

Los organismos fueron transportados en 2 rotoplas con capacidad de 1000 litros c/u, a los cuales se le suministro aire mediante un tanque de oxígeno durante el viaje. El transporte se realizó en una camioneta cerrada, el viaje se realizó en un tiempo aproximado de 30 minutos, del laboratorio de producción al laboratorio experimental del Instituto Tecnológico de Lerma.

3.4 Aclimatación y siembra de organismos

Previo a la siembra, se procedió al registro de los parámetros ambientales como: temperatura (°C), oxígeno (mg/l), salinidad (ups) y pH, tanto en el rotoplas utilizado en el transporte como en los estanques donde se sembraron los organismos, los cuales fueron preparados previamente. La diferencia de la temperatura del agua de transporte y el agua del estanque fueron menores de 2 °C, esto permitió una rápida homogenización de la temperatura, concluyendo el proceso de aclimatación en 20 minutos. Previo a la siembra en los tanques de cultivo, a los organismos se les aplicó un baño profiláctico con azul de metileno (10 ml x 1000 l de agua salobre) durante 2 días con la finalidad de eliminar microorganismos en los peces. La siembra se realizó de manera aleatoria utilizando dos densidades de cultivo (100 y 120 org/m³) por duplicado. Posteriormente, los organismos fueron colocados en 4 estanques

de geomembrana con un volumen de 5 m³ c/u (Figura 2).



Figura 2. Cultivo de Tilapia (*O. niloticus*) en sistema Biofloc.

El sistema de aireación fue continuo para todo el ciclo de cultivo, empleando para esto un blower de 2 HP.

3.5 Cálculo, preparación y suministro del biofloc

Inicialmente se realizó el cálculo para poder determinar la cantidad de biofloc en cada estanque de cultivo, para ello se consideró la biomasa del estanque y la densidad de cultivo. La preparación del biofloc se realizó mezclando los siguientes ingredientes, melaza 6 kg, urea 120 g, vinagre 1,2 l, prebiótico nativo 4 y 200 l de agua del estanque. Posteriormente, se llevó a cabo el suministro en cada uno de los estanques (Figura 3).

3.6 Parámetros fisicoquímicos

Diariamente se registraron los parámetros fisicoquímicos en los estanques de cultivo, durante el tiempo que duró el experimento. Los parámetros registrados fueron el pH, medido con un potenciómetro de campo, marca HANNA, modelo HI-8519, serie 1128172; el oxígeno disuelto y la temperatura, se determinaron con un oxímetro EcoSense, Marca YSI, modelo DO200A y la salinidad con un refractómetro marca YSI con escala de 0100 ups. Los parámetros se registraron 2 veces al día (09:00 y 16:00 horas).



Figura 3. Suministro del biofloc al sistema de cultivo de Tilapia (*O. niloticus*).

3.7 Alimento suministrado

La alimentación de los peces inició al día siguiente de que los organismos fueron sembrados en los estanques, a estos se les suministraron tres raciones diarias (8:00, 12:00 y 16:00 horas) con alimento peletizado para tilapia en la fase de alevín, la alimentación fue del 5.6 % del total de la biomasa de los organismos. El porcentaje de proteína del alimento en el cultivo de los juveniles fue del 42 %, y en adultos del 30 %.

3.8 Biometrías

La medición morfológica de los peces se realizó cada 15 días (Figura 4). Para determinar el peso (g) alcanzado, se muestreo el 10 % de los peces (Haruna *et al.*, 2013), de cada estanque, esto debido a que la población presento un factor de variabilidad muy homogéneo con respecto al peso, empleando la ecuación peso ganado (g) = peso promedio final – peso promedio inicial (Poot-López *et al.*, 2012). Con esto se determinó el peso promedio individual y así poder obtener un peso estimado por m³. El peso diario ganado (DWG) fue determinado de acuerdo a Damodaran *et al.*, (2019) mediante: $DWG = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)$, donde W_2 = peso final, W_1 = peso inicial, t_2 = tiempo final y t_1 = tiempo inicial. Para lo anterior se utilizó una balanza digital marca Ohaus con capacidad de 2000 g. El peso promedio de los organismos utilizados al inicio de cultivo fue de 13.4 ± 0.28 g, para T1 y 12.50 ± 0.27 g, para T2.



Figura 4. Biometría de juveniles de tilapia (*O. niloticus*) durante el cultivo.

3.9 Factor de Conversión Alimenticia

El factor de conversión alimenticia (FCA) se determinó al final de experimento según Da Cunha *et al.* (2013), con la siguiente ecuación: $FCA = \text{alimento seco suministrado (g)}/\text{biomasa ganada (g)}$.

3.10 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de “t” Student para muestras independientes con un nivel de significancia del 95% ($\alpha=0.05$) para determinar la existencia de diferencias significativas en el peso promedio (g), en el factor de conversión alimenticia y la sobrevivencia para los tratamientos. Los datos fueron analizados mediante Real Statistics® 2022.

3.11 Sobrevivencia

La sobrevivencia fue calculada diariamente durante los 5 meses del estudio, registrándose en una bitácora las mortalidades; esto con la finalidad de ajustar el % de alimentación por semana. Para determinar la sobrevivencia al final de período de estudio, se aplicó la ecuación propuesta por Ferdous *et al.* (2014), donde: $\text{Sobrevivencia (\%)} = \text{Número de peces}$

$\text{cosechados}/\text{Número de peces sembrados} \times 100$.

3.12 Diseño experimental

El diseño experimental empleado para este estudio consistió en utilizar un módulo (Figura 5) con dos tratamientos (120 y 100 org/m³ por duplicado, teniendo como referencia los estudios realizados por Sierra-De La Rosa *et al.*, (2009). Los organismos fueron divididos aleatoriamente en los cuatro estanques manteniendo 500 y 600 organismos en cada uno de los mismos, para ajustar con esto la densidad bajo estudio. Los parámetros ambientales que fueron monitoreados diariamente son, el oxígeno, la temperatura, pH y salinidad.

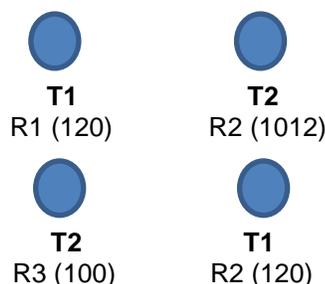


Figura 5. Modulo experimental.

3.13 Manejo del cultivo

Los recambios de agua realizados fueron debido a la evaporación del agua del estanque y a veces al exceso de sedimento, utilizando un porcentaje aproximado del 5 % de la capacidad del estanque.

El abastecimiento de agua salobre fue directo del pozo a los estanques de cultivo. De igual manera, se realizó cada semana el sifoneo de los estanques de cultivo con una manguera de 1 ½ pulgada y la limpieza de la superficie en los mismos.

4. RESULTADOS

El crecimiento de los organismos mostró un comportamiento similar para cada tratamiento en cada una de las repeticiones (Tabla 1).

Al término de la etapa experimental el peso (g) promedio se registró para cada tratamiento, observándose que los promedios fueron de 589.85 ± 3.74 y 569.5 ± 8.62 para T1 y T2, respectivamente (Figura 6).

Tabla 1. Peso (g) inicial y final obtenido de las biometrías por tratamiento.

Tratamientos	Réplicas	Biometrías		
		Peso (g) inicial	Intermedia (g)	Peso (g) final
T1 (120 org/m ³)	R1	13.2	310.5	587.2
	R2	13.6	329.4	592.2
T2 (100 org/m ³)	R1	12.3	294.7	563.4
	R2	12.7	303.5	575.6

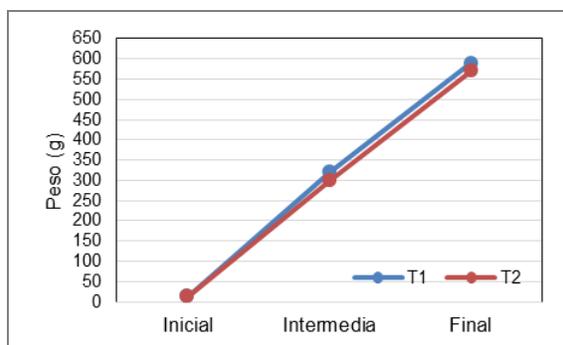


Figura 6. Peso promedio obtenido en las etapas del cultivo de tilapia por tratamiento.

La prueba estadística indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos ($p = 0.201$) de 120 (T1) y 100 (T2) org/m³ con peso promedio final de 589.85 y 569.5 g, respectivamente.

Respecto al sistema biofloc, se inició con una relación C:N de 12:1 en peces con peso promedio de 12.9 g, posteriormente cuando los peces alcanzaron en promedio los 50 g, la relación se modificó a una relación C:N de 10:1 y se mantuvo hasta el final del experimento. En relación al factor de conversión alimenticia (FCA) el promedio por tratamiento al final del experimento, se registró con 1.18 para la T1 y 0.91 para T2 (Figura 7). La prueba estadística indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos para el FCA ($p = 0.059$). En cuanto a la sobrevivencia promedio mensual (Figura 8), para cada tratamiento al final del experimento, se registró 90.6% y 87.7% para los tratamientos T1 y T2, respectivamente.

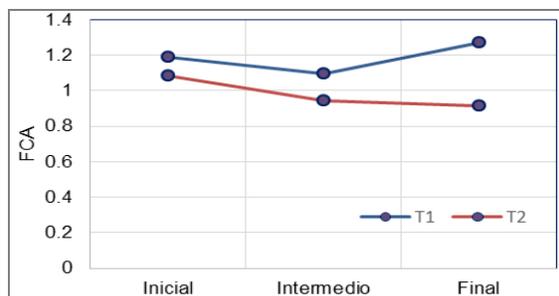


Figura 7. FCA promedio obtenido en las etapas del cultivo de tilapia por tratamiento.

Los resultados estadísticos muestran la existencia de diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la sobrevivencia de los tratamientos ($p = 0.048$), siendo el valor más alto para el T1.

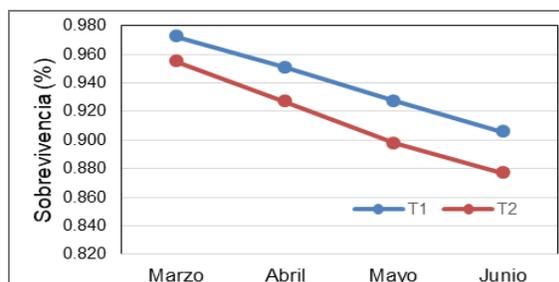


Figura 8. Sobrevivencia (%) mensual promedio por tratamiento del cultivo de tilapia.

Con respecto a los parámetros físicos y químicos del cultivo, estos se mantuvieron en los intervalos aceptables para esta especie, obteniendo los siguientes valores promedio en tratamientos: temperatura $27.58 \pm 0.07^\circ\text{C}$, oxígeno disuelto 5.97 ± 0.21 mg/l, salinidad de 11.10 ± 0.14 ups y un pH de 7.72 ± 0.08 , para los tratamientos utilizados durante los 150 días que duró el experimento (Figs. 9-16).

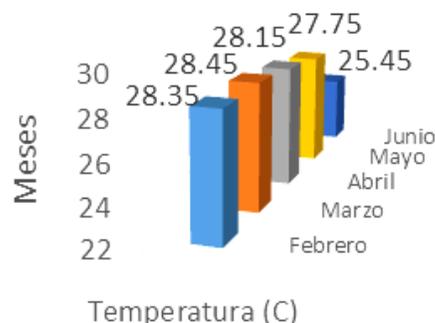


Figura 9. Temperatura (°C) promedio mensual registrada en el tratamiento 1 en el cultivo de tilapia.

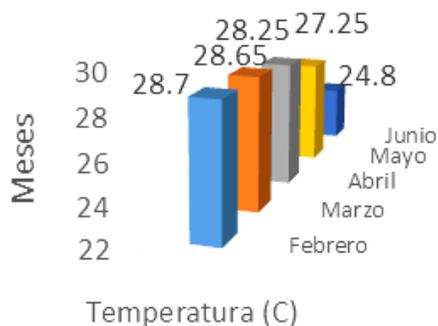


Figura 10. Temperatura (°C) promedio mensual registrada en el tratamiento 2 en el cultivo de tilapia.

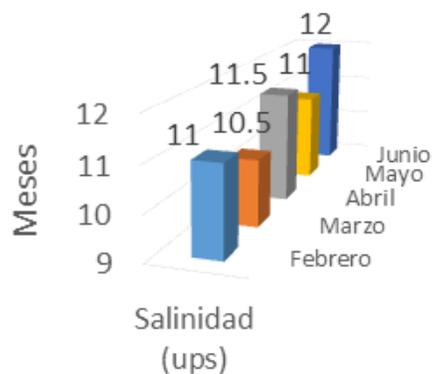


Figura 13. Salinidad (ups) promedio mensual registrado en el tratamiento 1 en el cultivo de tilapia.

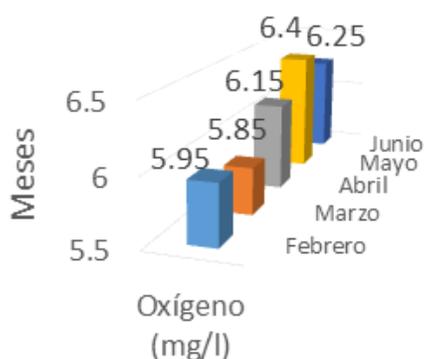


Figura 11. Oxígeno disuelto (mg/l) promedio mensual registrado en el tratamiento 1 en el cultivo de tilapia.

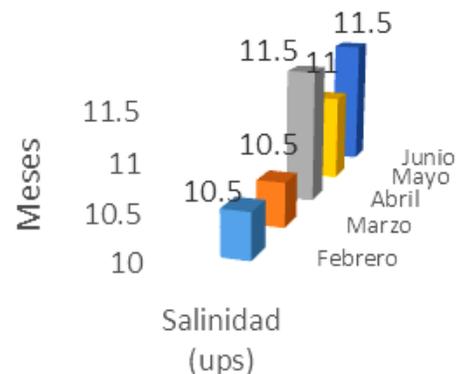


Figura 14. Salinidad (ups) promedio mensual registrado en el tratamiento 2 en el cultivo de tilapia.

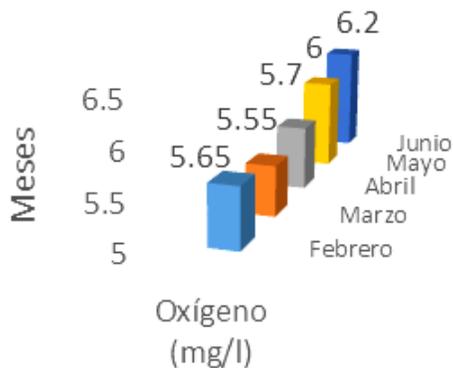


Figura 12. Oxígeno disuelto (mg/l) promedio mensual registrado en el tratamiento 2 en el cultivo de tilapia.



Figura 15. pH promedio mensual registrado en el tratamiento 1 en el cultivo de Tilapia.

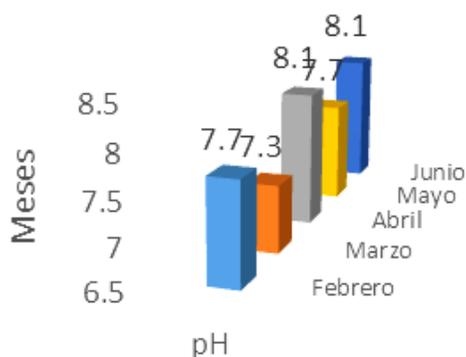


Figura 16. pH promedio mensual registrado en el tratamiento 2 en el cultivo de Tilapia.

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el crecimiento, factor de conversión alimenticia y sobrevivencia en el cultivo de tilapia a altas densidades indican la factibilidad de estos sistemas de producción empleando la tecnología de biofloc. Los aspectos positivos del uso de biofloc en sistemas de cultivo intensivos de tilapia han sido demostrados por diversos investigadores entre los que destacan Azim y Little (2008) quienes observaron que la tilapia del Nilo (*O. niloticus*) sembrada a una densidad de 12 Kg/m³ alcanza pesos individuales 10% más altos en los tratamientos con bioflocs y estos contribuyeron en un 45% a la ganancia de peso individual así como en la producción de total de peces. Widanarni *et al.* (2012), al estudiar la aplicación del sistema biofloc en el cultivo de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en densidades de 25, 50 y 100 org/m³, encontraron el menor peso final de 129.03 g en la densidad de 100 peces m³. Sin embargo, Ayroza *et al.* (2011), evaluaron diferentes densidades de población (100, 200, 300 y 400 org/m³) para juveniles de tilapia del Nilo en jaulas y observaron una disminución en la ganancia de peso diaria con un aumento en la densidad de población. Para el mismo sistema de cultivo, Araujo *et al.* (2010), evaluaron las densidades 100, 150 y 200 org/m³ para la tilapia del Nilo (*O. niloticus*), observando la misma tendencia registrada por Ayroza *et al.* (2011). Nuestros resultados no presentaron esta tendencia reportada por estos autores, ya que el crecimiento con densidad de 500 y 600 org/m³, se observó un importante crecimiento.

En estudios realizados con densidades de cultivo menores, Lima *et al.* (2015), estudiaron densidades de 15, 30 y 45 org/m³ con *O. niloticus*, concluyendo que las densidades de

cultivo no influyeron en la ganancia de peso diaria de los peces durante todo el cultivo, así mismo determinaron que con la densidad de 45 org/m³ lograron la mayor productividad con 16.6 kg/m³. En este mismo sentido, Manduca *et al.* (2020), evaluaron los efectos de diferentes densidades de población (20, 40, 60 y 80 org/m³) en el rendimiento de crecimiento de la tilapia del Nilo en la etapa de crecimiento en un sistema de biofloc de con cero recambio de agua, concluyendo que la máxima densidad de población en el sistema biofloc es de 75 org/m³ (13 Kg/m³). En los resultados de estos autores se destaca que las densidades más altas que probaron en cada experimento fueron las que mostraron el mejor crecimiento, lo cual parece indicar que es posible seguir incrementado las densidades de cultivo, como la menciona Putra *et al.* (2019), en el cultivo de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) a una densidad de 300 org/m³ con diferentes fuente de carbono en un sistema biofloc en el cual concluyen que este sistema es capaz de optimizar el crecimiento de los peces a altas densidades de cultivo.

En dos ensayos realizados por Rakocy *et al.* (2004), cultivaron tilapias en sistema biofloc en dos tanques de 200 m³ durante 175 y 201 días de crecimiento. En su estudio, los peces alcanzaron un peso final de 678 g y 912 g, y un factor de conversión alimenticia de 2.2, resultados similares logramos obtener con la densidad de 100 org/m³ donde se alcanzó un crecimiento de 585.10 g en un periodo de 150 días.

En el presente trabajo se logró un crecimiento promedio de 589.85 g (T1) en 150 días de cultivo en estanques, lo cual está por arriba de lo reportado por Sierra-De La Rosa *et al.* (2009), para *O. niloticus* cultivado con biofloc, donde se obtuvo un crecimiento de 500 g en 226 días. En el presente estudio, los porcentaje de sobrevivencia alcanzados fueron para el T1 90.6 y para el T2 87.7%, estos resultados parecen estar en el rango de los reportados por varios investigadores para sistemas similares de cultivo de tilapia, Widanarni *et al.* (2012), registraron una tasa de supervivencia de 97.7, 93.5 y 93 % a densidades de 25, 50 y 100 org/m³ respectivamente. Lima *et al.* (2019), en el cultivo de tilapia *O. niloticus* en un sistema de biofloc con diferentes fuentes de carbono orgánico, obtuvieron una tasa de supervivencia de 80.3 a 99.1%. Sin embargo, Maduca *et al.* (2020), reportan sobrevivencias entre el 80 y

95% para densidades de 75 org/m³ en cultivo de tilapia en sistemas biofloc. Por otro lado, Putra *et al.* (2019), a densidades de cultivo de 300 org/m³ obtuvieron una supervivencia de 82 y 92% a empleando diferentes fuentes de carbono, al parecer estos valores muestran ser similares a los obtenidos en el presente estudio en ambos tratamientos. Los porcentajes de supervivencia que presentamos, muestran estar en el rango reportado en la comunidad científica.

En relación al factor de conversión alimenticia (FCA) en el cultivo de tilapia en el sistema biofloc, Lima *et al.* (2015), reportan un FCA de 1.58 a densidad de 45 org/m³. El FCA obtenido en el presente trabajo es de los más bajos en las tilapias cultivadas comercialmente en el mundo y alimentadas con piensos secos hasta la talla comercial. En nuestros resultados no se registraron diferencias significativas ($p > 5\%$) en el FCA entre las densidades probadas. Según Ono y Kubitzka (2003), la expectativa de conversión alimenticia de tilapia en sistemas de cultivo intensivo como jaulas es de 1.4 a 1.8. Los valores de FCA obtenidos en el presente estudio fueron mejores que los encontrados por diversos investigadores como Azim y Little (2008) utilizando un sistema de biofloc en cultivo de tilapia (3.44 y 3.51) y Gallardo *et al.* (2019), quienes reportan un FCA de 2.2 a una densidad de 100 org/m³. De igual manera, fueron similares a los publicados por autores como Wambach (2013) en donde obtuvo un FCA entre 1.13 y 1.72 para juveniles de tilapia del Nilo cultivados a diferentes densidades de población; Souza *et al.* (2019), quienes reportan FCA de 1.5 a salinidad de 12 ups y Luo *et al.* (2017), que evaluaron el crecimiento de tilapia cultivada en sistema biofloc a diferentes salinidades, obtuvieron una conversión alimenticia 1.39 a salinidad de 10 ups, similares a las empleadas en este estudio, así mismo estos autores concluyen que es posible cultivar la especie *O. niloticus* a salinidades de hasta 12 ups en un sistema de biofloc. En este mismo sentido, Alvarenga *et al.* (2018), reportan que los alevines de tilapia del Nilo criado en biofloc presentaron un mejor rendimiento de crecimiento en el rango de salinidad de 4–8 ups. En el presente estudio la salinidad promedio se mantuvo entre 11.1 ups, estos intervalos están dentro de los recomendados por Luo *et al.* (2017), sin embargo Schofield *et al.* (2011), amplían el rango de salinidad para el buen desarrollo de *O. niloticus* hasta 18 ups sin afectar su

supervivencia, por lo que consideramos que es posible llevar a cabo el cultivo de tilapia en la región de estudio ya que la salinidad se mantiene dentro de los intervalos idóneos para esta especie, ya que como lo siguieron Alvarenga *et al.* (2018), el uso de agua salinizada en el sistema biofloc, con un mínimo de recambio de agua, puede ser un ambiente viable para el cultivo de tilapia.

Los demás parámetros fisicoquímicos de cultivo se mantuvieron en los rangos óptimos de crecimiento, los cuales fueron para el oxígeno 5.97 mg/l, temperatura 27.58 °C, salinidad 11.1 ups y pH 7.72. Durante el estudio, una disminución de la temperatura ambiente provocó una reducción de la temperatura del agua fuera del rango óptimo para el cultivo de tilapia del Nilo reportado por Emerenciano *et al.* (2013), de (28–30 °C); sin embargo, es posible que la reducción de la temperatura del agua pudo haber ayudado a la formación de flóculos estables (Schryver *et al.*, 2008). El promedio de temperatura que se obtuvo en el presente trabajo fue similar al registrado por Gallardo *et al.* (2019), con 27.58°C en el cultivo de tilapia en el sistema biofloc con agua reutilizada. En relación al pH, en este estudio, se registró un promedio de 7.72 presentándose los valores más altos hacia el final del cultivo (mes de febrero) y los más bajos al inicio del cultivo (mes de junio). Promedios similares de pH fueron reportados por Lima *et al.* (2015), y Souza *et al.* (2019), con valores de 7.82 y 7.45, respectivamente, a salinidades cercanas a las del presente estudio. Se observó una disminución del pH a lo largo de las semanas de experimentación en todos los tratamientos. Este comportamiento es de esperar en el sistema biofloc y fue observado por Alves *et al.* (2017), y Azim y Little (2008). Esta reducción en el pH podría estar asociada con la demanda de iones de carbonato y bicarbonato por parte de la comunidad microbiana, lo que lleva al consumo de carbonato de calcio y a la reducción de los niveles de pH (Ebeling *et al.*, 2006). La reducción significativa del pH durante el tiempo de cultivo es un desafío para el sistema biofloc y se necesita el desarrollo de estrategias para mitigar este problema en este sistema (Alvarenga *et al.*, 2018). La concentración de oxígeno disuelto se mantuvo por encima de 5.0 (5.7-6.2) mg/L en todos los tratamientos, que fue el nivel mínimo reportado por diversos investigadores en el cultivo de tilapia bajo un

sistema biofloc (Putra *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2019; Maduca *et al.*, 2020).

En este experimento empleamos melaza, urea y prebiótico en la preparación del biofloc, de manera que el cultivo inicio con una proporción C:N de 12:1, a las 5 semanas se modificó está a 10:1, para mantenerse hasta el final del trabajo, al respecto, Pérez-Fuentes *et al.* (2016), consideran que la relación C:N de 10:1 a 20:1 es adecuada durante los primeros tres meses del cultivo, posteriormente recomiendan mantener relaciones de 10:1 a 15:1 que contengan un mayor contenido de oxígeno disuelto. Esto coincide con otros investigadores (Crab *et al.*, 2009; Magondu *et al.*, 2013; Ekasari *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2015; Putra *et al.* (2019), que afirman que la relación C:N de 10:1 es la óptima para optimizar la producción de biofloc y minimizar la regeneración de amoníaco en los sistemas de cultivo de peces. Por lo que consideramos que durante el desarrollo de este experimento se logró mantener la relación C:N dentro de las proporciones recomendadas para el cultivo de tilapia.

4. CONCLUSIÓN

Con base en los resultados obtenidos se concluye que: El crecimiento promedio de los organismos en los tratamientos fue de 566.7 g en 150 días de cultivo, con un crecimiento promedio mensual de 113.34 g y un crecimiento promedio diario de 3.77 g. El crecimiento encontrado en este estudio es similar a los reportados en la bibliografía, sin embargo, se debe continuar con la realización de ensayos utilizando otras densidades de cultivo, para encontrar el mejor crecimiento de la tilapia.

Se logró obtener un Factor de Conversión Alimenticia de 1.08 (1.18 para T1 y 0.98 para T2) y una sobrevivencia promedio de 89.14 % (90.58 % para el tratamiento 1 (T1) y 87.7 % para el tratamiento 2 (T2), presentándose la mayor mortalidad en el primer y segundo mes del cultivo, esto debido probablemente a la edad de los peces. Los parámetros ambientales del cultivo (oxígeno, temperatura, pH y salinidad) se mantuvieron en los rangos permisibles para el crecimiento adecuado de esta especie.

De igual manera, se puede concluir que el uso del biofloc en el cultivo de tilapia disminuye considerablemente el FCA y aumenta la

sobrevivencia, debido a que los peces en BTf se alimentan constantemente, debido a que la producción microbiana es un proceso continuo lo cual mejora la calidad de agua. El uso del biofloc disminuye en un gran porcentaje el uso del agua, ya que solo se repone el agua que se evapora y un porcentaje muy pequeño de recambio cuando se tiene que sacar un excedente de sedimentos. Otro de los aspectos positivos del biofloc es que debido a que existe una muy buena calidad de agua, favorece valores óptimos de crecimiento en la tilapia. Por último, el uso del biofloc disminuye el tiempo de cultivo de la tilapia, un aspecto muy importante económicamente, si hablamos de la cantidad de alimento que se ahorra el productor, lo que hace más rentable esta actividad.

7. LITERATURA CITADA

- Alvarenga, E.R., G.F. De Oliveira, F.A. Araújo, R.G. Costa, M.A. Da Silva, E. Teixeira y E.M. Turra. 2018. Moderate salinities enhance growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings in the biofloc system. *Aquaculture Research*, 1-8.
- Alves, G. F., A.F. Fernandes, E.R. Alvarenga, E.M. Turra, A.B. Sousa y E.A. Teixeira. 2017. Effect of the transfer at different moments of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to the biofloc system in formation. *Aquaculture*, 479:564–570.
- Araujo, G.S., J.A.G. Rodrigues, J.W. Silva y W.R. Farias. 2010. Cultivo da tilápia do Nilo em tanques-rede circulares em diferentes densidades de estocagem. *Bioscience Journal*, 26: 428-434.
- Asaduzzaman, M., M.M. Rahman, M.E. Azim, M. Ashraf Islam, M.A. Wahab, M.C. Verdegem y J.A. Verreth. 2010. Effects of C/N ratio and substrate addition on natural food communities in freshwater prawn monoculture ponds. *Aquaculture*, 306: 127–136.
- Avnimelech, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture* 17: 227-235.
- Avnimelech, Y. y M. Kochba. 2009. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks, using 15 N tracing. *Aquaculture*, 287:163-168.
- Avnimelech, Y. 2012. Bio-filters: the need for an new comprehensive approach. *Aquacultural engineering*, 34: 172-178.

- Ayroza, L.M.S., E. Romagosa, D.M.M. Ayroza, J.D. Scorvo y F.A. Salles. 2011. Custos e rentabilidade da produção de juvenis de tilápia do Nilo em tanques-rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40: 231-239.
- Azim, M.E. y D.C. Little. 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283:29-35.
- Betanzo-Torres, E., M. Piñar-Álvarez, A. Sandoval-Heranzo, I. Rodríguez-Montoro y R. Gozález-Moreno. 2020. Factors that limit the adoption of biofloc technology in aquaculture production in Mexico. *Water*, 12: 2-23.
- Celdran, S.D. 2017. ¿Qué es la Tecnología Biofloc? *Divulgación Acuícola*, 40:18-25.
- Choo, H.X. y C.M. Caipang. 2015. Biofloc technology (BFT) and its application towards improved production in freshwater tilapia culture. *AAFL Bioflux*, 8:362-366.
- Cnaani, A. y G. Hulata. 2011. Improving salinity tolerance in tilapias: past experience and future prospects. *The Israeli Journal of Aquaculture*, 63: 1-21.
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. (2018). *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2018*, Mazatlán, México.
- Costa, A. y R. Fróes. 2012. *Produção de tilápias. Programa Rio Rural. Manual Técnico 31*. 52p.
- Crab, R., M. Kochva, W. Verstraete y Y. Avnimelech. 2009. Bio-flocs technology application in overwintering of tilapia. *Aquacultural Engineering*, 40: 105–112.
- Da Cunha, V.L., R. Pereira, O.M. Hideo, R.R. Vieira y L. Sampaio. 2013. Feeding rate and frequency on juvenile pompano growth. *Pesq. Agropec. Bras.*, 48: 950-954.
- Damodaran, D., M.S. Kumar, V.V. Kumar, K. Sukhdane, A. Azeez y R. Kumar. 2019. Intercropping of marine finfish in shrimp ponds: A maiden feasibility study. *PLoS ONE*, 14: 1-14.
- Ebeling, J. M., M.B. Timmons y J.J. Bisogni. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic and hetero- trophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257:346–358.
- Ekasari, J., D.R. Rivandi, A.P. Firdausi, E.H. Surawidjaja, J.M. Zairin, P. Bossier y P. De Schryver. 2015. Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. *Aquaculture*, 441: 72–77.
- Emerenciano, M., G. Gaxiola y G. Cuzon. 2013. Biofloc Technology (BFT): A Review for Aquaculture Application and Animal Food Industry. In: MATOVIC, M.D. (Ed.). *Biomass Now – Cultivation and Utilization*. InTech, Manhattan, p.301-328.
- FAO. 2016. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos*. Roma. 224 pp.
- Ferdous, Z., M. Ajaz y A. Moshin. 2014. Influence of stocking density on growth performance and survival of monosex tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fry. *International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture* 4: 99-103.
- Fridman, S., J. Bron y K. Rana. 2012. Influence of salinity on embryogenesis, survival, growth and oxygen consumption in embryos and yolk-sac larvae of the Nile tilapia. *Aquaculture*, 334–337: 182–190.
- Gallardo-Collí, A., C.I. Pérez-Rostro, M.P. Hernández-Vergara y I.A. Pérez-Lagaspi. 2019. Microeukaryote community and the nutritional composition of the biofloc during Nile tilapia culture in water-reusing biofloc system. *Aquaculture International*, 3-18.
- Kamal, A. H. M. M. y G.C. Mair. 2005. Salinity tolerance in superior genotypes of tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus* and their hybrids. *Aquaculture*, 247:189–201.
- Haruna, A.E., A. Delwin y C. Larby. 2013. Effects of stocking density on the growth and survival of *Oreochromis niloticus* cultured in hapas in a concrete tank. *African Journal of Agricultural*, 7:2405-2411.
- INAPESCA. (2018). *Acuicultura, tilapia*. Instituto Nacional de Pesca. Gobierno de México. Disponible en <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-tilapia> consultado el 27 de mayo de 2022.

- Lima, R.E., L.R. Souza, F.X. Wambach, L.U. Silva y S.E. Correia. 2015. Cultivo da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em Sistema de bioflocos com diferentes densidades de estocagem. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, 16:948-957.
- Lima, P.C., L.O. Silva, L.J. Labreu, S.S. Cabral y W. Severi. 2019. Tilapia cultivated in a low-salinity biofloc system supplemented with *Chlorella vulgaris* and different molasses application rates. *Bol. Inst. de Pesca*, 45: 1-11.
- Long, L.; J. Yang, Y. Li, C. Guan y F. Wu. 2015. Effect of biofloc technology on growth, digestive enzyme activity, hematology, and immune response of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 448:135-141.
- Lou, G., Li, W., H. Tan y X. Chen. 2017. Comparing salinities of 0, 10 and 20 in biofloc genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) production systems. *Aquaculture and Fisheries*, 2: 220- 226.
- Luo, G., Q. Gao, C. Wang, W. Liu, D. Sun, L. Li y H. Tan. 2014. Growth, digestive activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system. *Aquaculture*, 422-423:1-7
- Manduca, L.G., M.A. Silva, E.R. Alvarenga, G.F.O. Alves, A.F.A. Fernandes, A.F. Assumpção, C.C. Cardoso, S.C.M. Sales, E.A. Teixeira, M.A. Silva y E.M. Turra. 2020. Effects of a zero exchange biofloc system on the growth performance and health of Nile tilapia at different stocking densities. *Aquaculture* 521, 735064.
- Magondu, E.W., H. Charo-Karisa y M.C. Verdegem. 2013. Effect of C/N ratio levels and stocking density of *Labeo victorianus* on pond environmental quality using maize flour as a carbon source. *Aquaculture*, 410-411: 157-163.
- Martínez-Córdova, L.R., M. Emerenciano, A. Miranda-Baeza y A. Martínez-Porchas. 2015. Microbial-based systems for aquaculture of fish and shrimp: an updated review. *Reviews in Aquaculture*, 7: 131-148.
- Ono, E.A. y F. Kubitzka. 2003. Cultivo de peixes em tanques rede. *Jundiaí*. 112pp.
- Pérez-Fuentes, J., M. Hernández, C. Pérez. y L. Fogel. 2016. C: N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised in a biofloc system under high density cultivation. *Aquaculture*, 452: 247-251.
- Poot-López, G., E. Gasca-Leyva y M.A. Olvera-Novoa. 2012. Producción de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* L.) utilizando hojas de chaya (*Cnidioscolus chayamansa* McVaugh) como sustituto parcial del alimento balanceado. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 40: 835-846.
- Putra, I., I. Effendi, I. Lukistyowate y U. Tang. 2019. Growth and survival rate of red tilapia (*Oreochromis* sp.) cultivated in the brackish water tank under biofloc system. *Advances in Engineering Research*, 19: 96-99.
- Rakocy, J.E., D.S. Bailey, E.S. Thoman y R.C. Shultz. 2004. Intensive tank culture of tilapia with a suspended, bacterial-based, treatment process. New dimensions on farmed tilapia. In: Bolivar, R., Mair, G., Fitzsimmons, K. (Eds.), *Proceedings of the Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Manila, Philippines, pp. 584–598.
- SAGARPA. 2015. Situación actual de la acuicultura en Tabasco, problemática y perspectivas de desarrollo a través de la innovación tecnológica. 128 p
- Schofield, P. J., M.S. Peterson, M.R. Lowe, N.J. Brown-Peterson y W.T. Slack. 2011. Survival, growth and reproduction of non-indigenous Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758). I. Physiological capabilities in various temperatures and salinities. *Marine and Freshwater Research*, 62: 439- 449.
- Schryver, P., R. Crab, T. Defoirdt, N. Boon y W. Verstraete. 2008. The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277:125-137.
- Sierra-De la Rosa, J., X. Martínez-Pardo y M. Mendoza-Rivera. 2009. Evaluación del cultivo de tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*) y tilapia roja (*Oreochromis* sp.) en diferentes sistemas intensivos de granjas camaroneras como alternativa productiva en el sector camaronicultor colombiano. *Corporación Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia*, 48p.

- Souza, R.L., E.C. Rodriguez, F. Penalva, F.M. Padilha y C.E. De Souza. 2019. The culture of Nile tilapia at different salinities using a biofloc system. *Ciencia Agronomica*, 50: 267-275.
- Wambach, X.F., 2013. Influência de diferentes densidades de estocagem no desempenho produtivo de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) cultivada com tecnologia de bioflocos. 78f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Wang, G., E. Yu, J. Xie, D. Yu, Z. Li, W. Luo, L. Qiu y Z. Zheng. 2015. Effect of C/N ratio on water quality in zero-water exchange tanks and the biofloc supplementation in feed on the growth performance of crucian carp, *Carassius auratus*. *Aquaculture*, 443: 98-104.
- Wei, Y., S.A. Liao y A.L. Wang. 2016 The effect of different carbon sources on the nutritional composition, microbial community and structure of bioflocs. *Aquaculture*, 465: 88-93.
- Widanarni, M., J. Ekasari y S. Maryam. 2012 Evaluation of biofloc technology application on water quality and production performance of red tilapia *Oreochromis* sp. cultured at different stocking densities. *HAYATI Journal of Biosciences* 19: 73-80.



Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de Cd. Victoria

División de Estudios de Posgrado e Investigación

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA

PADRÓN NACIONAL DE POSGRADO DE CALIDAD (SEP-CONACYT)

Becas disponibles

**Especialidad:
Manejo y Conservación de Recursos Naturales
(Terrestres o Acuáticos)**



Maestría en Ciencias en Biología

PERFIL

El programa está diseñado para egresados de la carrera de biología o afines como médicos veterinarios, ingenieros agrónomos, ingenieros ambientales e ingenieros forestales. Podrán participar egresados de otras carreras con la aprobación del consejo de posgrado.

REQUISITOS DE INGRESO Y DOCUMENTACIÓN

- Carta de exposición de motivos indicando porque desea cursar una maestría y porque desea ingresar a este programa, Maestría en Ciencias en Biología-ITCV.
- Copia (s) de título profesional, certificado de calificaciones, diploma (s) y constancias de otros estudios.
- Constancia de promedio mínimo de 8 (ocho) en estudios de licenciatura.
- Currículum vitae con documentos probatorios adjuntos.
- Comprender el idioma inglés y aprobar examen de inglés del programa de MCB-ITCV.
- Dos fotografías tamaño credencial.
- Aprobar examen de admisión.
- Carta compromiso indicando que terminará su programa de maestría en dos años.
- Disposición para desarrollar e integrarse en proyectos de investigación.
- Entrevista con el comité de posgrado.
- Ser estudiante de tiempo completo.

PLAN DE ESTUDIOS

El programa está diseñado para concluirse en dos años y consta de cinco materias básicas, seis optativas y presentación de tesis de grado.

Áreas disponibles actualmente para investigación y desarrollo de tesis:

Malacología, Entomología, Micología,

Mastozoología, Ciencias Forestales (Biodiversidad, Sistemática, Ecología y Fisiología).

PLANTA DOCENTE

Almaguer Sierra Pedro, Dr. UANL.

Agua-Suelos, Agrometeorología e Hidroponía.

Azuara Domínguez Ausencio. Dr. Colegio de Posgraduados. Manejo Integrado de Plagas.

Barrientos Lozano Ludivina, Ph.D. Universidad de Gales, College of Cardiff. Reino Unido. Entomología Aplicada. Ecología y Sistemática de Orthoptera.

Flores Gracia Juan, Dr. UANL.

Genética y Biotecnología.

García Jiménez Jesús, Dr. UANL.

Micología y Parasitología Forestal.

González Gaona Othón Javier. Dr. ITESM. Toxicología.

Guevara Guerrero Gonzalo, Dr. UANL. Biotecnología y Micología.

Horta Vega Jorge V., Dr. CINVESTAV-IPN Neurociencias y Entomología.

Rangel Lucio José Antonio. Dr. Colegio de Posgraduados. Edafología.

Rodríguez-Castro Jorge Homero, Dr. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Acuicultura y Ecología Marina.

Venegas Barrera Crystian Sadiel. Dr. CIBNOR. Manejo y Preservación de Recursos Naturales (Ecología).

INFORMES

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD.
VICTORIA**

**División de Estudios de Posgrado e
Investigación**

Bldv. Emilio Portes Gil No. 1301 Cd. Victoria,
Tam. C.P. 87010 Apdo. Postal 175
Tel. (834) 153 2000 Ext. 325

<https://www.itvictoria.edu.mx/oferta/mbiologia.html>

<http://www.itvictoria.edu.mx>

Mail: dposgrado@cdvictoria.tecnm.mx



Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de Cd. Victoria

División de Estudios de Posgrado e Investigación

DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA

PADRÓN NACIONAL DE POSGRADO DE CALIDAD (SEP-CONACYT)

Becas disponibles



Recepción de solicitudes: enero-abril de 2023

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- Biodiversidad y Ecología
- Manejo y Conservación de Recursos Naturales
- Procesos Biotecnológicos

Requisitos y antecedentes académicos de ingreso de los candidatos

- Contar con grado de Maestría (indispensable estar titulado) en un programa experimental o de investigación en el área de las Ciencias Biológicas.
- Promedio igual o superior a 8 (80 de 100) en estudios de maestría.
- Disponer de tiempo completo para cumplir con el programa doctoral.
- Aprobar el examen de conocimientos que aplica el programa o acreditar con al menos un 75% en conocimientos básicos y un 60% en habilidades de investigación en el EXANI-III del CENEVAL.
- Acreditar el examen de Inglés TOEFL, al ingresar al programa, mínimo 450 puntos. O bien acreditarlo este examen antes de egresar del programa, ya que este es un requisito para sustentar examen de grado y poder titularse.
- Presentar dos cartas académicas de recomendación expedidas por profesionistas reconocidos.
- Carta de exposición de motivos para el ingreso al doctorado, no mayor de una cuartilla, con fecha y firma.
- Visto bueno en entrevista con miembros del Claustro Doctoral.
- Presentar por escrito protocolo de investigación (3-5 cuartillas) para evaluar aptitudes y habilidades de experiencia previa, en el área de ciencias naturales.

- Carta de aceptación de uno de los miembros del Claustro Doctoral.

PLANTA DOCENTE

Almaguer Sierra Pedro, Dr. UANL. Agua-Suelos, Agrometeorología e Hidroponía.

Azuara Domínguez Ausencio, Dr. Colegio de Posgraduados. Manejo Integrado de Plagas.

Barrientos Lozano Ludivina, Ph.D. Universidad de Gales, Cardiff. Reino Unido. Entomología Aplicada. Ecología y Sistemática de Orthoptera.

Flores Gracia Juan, Dr. UANL. Genética y Biotecnología.

García Jiménez Jesús, Dr. UANL. Ciencias Forestales y Micología.

González Gaona Othón Javier, Dr. ITESM. Toxicología.

Guevara Guerrero Gonzalo, Dr. UANL. Biotecnología y Micología.

Horta Vega Jorge V., Dr. CINVESTAV-IPN Neurociencias y Entomología.

Rangel Lucio José Antonio, Dr. Colegio de Posgraduados. Edafología.

Rodríguez-Castro Jorge Homero, Dr. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Acuicultura y Ecología Marina.

Venegas Barrera Crystian Sadiel, Dr. CIBNOR. Manejo y Preservación de Recursos Naturales (Ecología).

INFORMES

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD.
VICTORIA**

**División de Estudios de Posgrado e
Investigación**

Bld. Emilio Portes Gil No. 1301 Cd. Victoria,
Tam. C.P. 87010 Apdo. Postal 175.
Tel. (834) 153 2000, Ext. 325

<https://www.itvictoria.edu.mx/oferta/mbiologia.html>

<http://www.itvictoria.edu.mx>

Mail: dposgrado@cdvictoria.tecnm.mx

CONVOCATORIA PARA PUBLICAR EN TecnoINTELECTO

TÍTULO CON MAYÚSCULAS, DEBIDAMENTE ACENTUADAS, EN NEGRITAS, CENTRADO, ARIAL 10, INTERLINEADO SENCILLO

Autor(es) Arial 10 puntos, itálica, centrado, interlineado sencillo; nombre (s) completo y apellidos completos, separados por un guión, sin grado académico, más de un autor separado por comas e indicador numérico para los datos siguientes: Institución(es) en 10 Arial, en itálica y centrado, interlineado sencillo, correo electrónico de los autores centrado, interlineado sencillo

RESUMEN: Deberá ser lo más general y significativo posible, de manera que en pocas palabras exprese la aportación más relevante del artículo. Letra tipo Arial de 10 puntos, interlineado sencillo y espaciado anterior de 8 puntos y posterior de 6, iniciando con la palabra **RESUMEN** en negritas. Texto con alineación ajustada en todo el artículo. Si el artículo está en español, adjuntar el resumen inglés.

PALABRAS CLAVE: Colocar las palabras (tres a cinco) más significativas en el artículo, no repetir palabras del título, fuente de 10 puntos, dejando un espacio entre el párrafo anterior.

ABSTRACT: The abstract shall be as general and substantial as possible, in such a way that provides in a few words a clear idea of the paper's contribution. Please use Arial font 10 points, single space, space above 8 points and below 6 points, begin text with the word **ABSTRACT** in bold face. All text through the paper must be aligned to fit page. If paper is in Spanish abstract shall be in English.

KEY WORDS: Please use the most (three to five) significant words, font of 10 points, leaving a space between the preceding paragraphs.

1. INTRODUCCIÓN

Los criterios para la revisión técnica son: importancia de la contribución a la divulgación científica, pertinencia de métodos empleados, correcta presentación de datos, soporte del manuscrito con literatura relevante y actualizada, discusión suficiente o necesaria. Además, figuras y tablas adecuadas. El manuscrito pasará al comité editorial, quien dictaminará si contiene el mínimo indispensable para ser publicado, lo cual se notificará vía electrónica en formato pdf.

2. CARACTERÍSTICAS

El cuerpo del artículo en dos columnas con 0.6 cm entre ellas y todos sus márgenes de 3 cm. Cada sección deberá contener un título numerado con formato de párrafo espaciado anterior de 12 y posterior de 6 puntos. La fuente de todo el manuscrito es Arial. En el cuerpo de 10 puntos, interlineado sencillo, con secciones numeradas con números arábigos.

2.1 Idioma Español o inglés.

2.2 Subsecciones

Las subsecciones en formato tipo título, negritas, interlineado sencillo y espaciado anterior y posterior de 6 puntos.

2.3. Las gráficas y tablas

Pueden ser **a color** o en **escala de grises** y se ajustarán de acuerdo a las características de ellas y al gusto del investigador. Deberán ser posicionadas de acuerdo a la necesidad del investigador y bajo su responsabilidad.

3. LINEAMIENTOS

Los artículos deberán ser inéditos. Cada trabajo deberá presentarse en un mínimo de 6 y un máximo de 12 páginas. De 6 páginas se considerarán artículos cortos y se publicarán a recomendación del comité editorial.

4. RESPONSABILIDADES

El investigador es responsable del contenido, la sintaxis y el envío de su artículo en Word a la coordinación editorial actual de TecnoINTELECTO: ludivinab@yahoo.com, almagavetec@hotmail.com. El Instituto Tecnológico de Cd. Victoria será responsable de la revisión y aceptación o rechazo de los manuscritos, la edición de la revista, el índice,

la impresión y distribución, apoyándose en el Comité Editorial y otras instituciones, si lo considera pertinente.

Los artículos que no se ajusten a las normas editoriales serán rechazados para su adecuación.

El máximo número de autores y/o coautores por artículo es de 5.

5. FECHAS IMPORTANTES

Recepción de artículos todo el año.
Publicación julio-agosto y diciembre-enero.

6. LITERATURA CITADA

6.1 Referencias en texto

Sin numerar, solo citar apellido(s) según el caso y el año separado por una coma, si son más citas separar por punto y coma; dos autores se separan “y” y si son más de dos autores solo se pondrá el apellido(s) del primer autor seguido de “*et al.*”.

Al final, listar en orden alfabético sin numeración. Autor (es) iniciando con apellido (s) seguido por la inicial del nombre (s), si es el caso puede escribir los dos apellidos separados por un guion. Año. Título del artículo. Nombre de la Revista, Volumen y número de páginas, tipo Arial, 10 puntos, interlineado sencillo.

Artículo científico

Armenta, C. S., H. Bravo y R. Reyes. 1978. Estudios bioecológicos de *Epilachna*

varivestis Mulsant, bajo condiciones de laboratorio y campo. *Agrociencia*, 34: 133-146.

Ávila-Valdez, J., L. Barrientos-Lozano y P. García-Salazar. 2006. Manejo Integrado de la Langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker) (Orthoptera: Acrididae) en el sur de Tamaulipas. *Entomología Mexicana*, 5: 636-641.

Libro o Tesis

Jaffe, K., J. Lattke y E. Pérez. 1993. *El mundo de las hormigas*. Equinoccio Ediciones. Universidad Simón Bolívar, Venezuela. 196 pp. En el caso de tesis señalar después del título si es profesional o de grado.

Capítulo de libro:

Navarrete-Heredia, J. L. y A. F. Newton. 1996. Staphylinidae (Coleoptera). Pp. 369-380. *In*: J. E. Llorente-Bousquets, A. N. García-Aldrete y E. González-Soriano (Eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una Síntesis de su Conocimiento. Instituto de Biología, UNAM, México, D. F.

Tecnológico nacional de México

Instituto tecnológico de Cd. Victoria

División de estudios de posgrado e investigación

Coordinación Editorial de TecnoINTELECTO.

Dra. Ludivina Barrientos Lozano
ludivinab@yahoo.com