

PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE TILAPIAS *(OREOCHROMIS NILOTICUS)* CON APLICACIÓN INFORMÁTICA.



José Nolberto Macías Véliz
Francisco Israel Chicharro López

**Procesos de producción de
tilapias (*Oreochromis niloticus*)
con aplicación informática.**

Autor/es:

Macías-Véliz, José Nolberto
Chicharro-López, Francisco Israel

© **Publicaciones Editorial Grupo AEA Santo Domingo – Ecuador**

Publicado en: <https://www.editorialgrupo-aea.com/>

Contacto: +593 983652447; +593 985244607 **Email:** info@editorialgrupo-aea.com

Título del libro:

Procesos de producción de tilapias (*Oreochromis niloticus*) con aplicación informática

© Macías Véliz José Nolberto y Chicharro López, Francisco Israel

© Diciembre, 2023

Libro Digital, Primera Edición, 2023

Editado, Diseñado, Diagramado y Publicado por Comité Editorial del Grupo AEA, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, 2023

ISBN: 978-9942-651-21-1



<https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.64>

Como citar: Macías-Véliz, J. N. & Chicharro-López, F. I. (2023). Procesos de producción de tilapias (*Oreochromis niloticus*) con aplicación informática. Primera edición. Editorial Grupo AEA. Ecuador. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.64>

Palabras Clave: Aplicación informática, Tilapias, Crecimiento, Factores de crecimiento, Costos y rentabilidad.

Cada uno de los textos de Editorial Grupo AEA han sido sometido a un proceso de evaluación por pares doble ciego externos (double-blindpaperreview) con base en la normativa del editorial.

Revisores:



Dr. Puyol Cortez Jorge Luis, Ph.D.
(c).

Universidad Técnica Luis Vargas
Torres de Esmeraldas – Ecuador



Lic. Riveros-Ancasi Daker, Ph.D.

Universidad Nacional de
Huancavelica – Perú



Los libros publicados por “**Editorial Grupo AEA**” cuentan con varias indexaciones y repositorios internacionales lo que respalda la calidad de las obras. Lo puede revisar en los siguientes apartados:



Editorial Grupo AEA

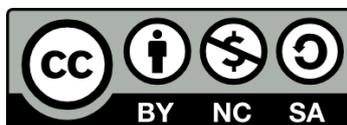
-  <http://www.editorialgrupo-aea.com>
-  Editorial Grupo AeA
-  editorialgrupoea
-  Editorial Grupo AEA

Aviso Legal:

La informaci3n presentada, así como el contenido, fotografías, graficos, cuadros, tablas y referencias de este manuscrito es de exclusiva responsabilidad del/los autor/es y no necesariamente reflejan el pensamiento de la Editorial Grupo AEA.

Derechos de autor 

Este documento se publica bajo los terminos y condiciones de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).



El “copyright” y todos los derechos de propiedad intelectual y/o industrial sobre el contenido de esta edici3n son propiedad de la Editorial Grupo AEA y sus Autores. Se prohe rigurosamente, bajo las sanciones en las leyes, la producci3n o almacenamiento total y/o parcial de esta obra, ni su tratamiento informático de la presente publicaci3n, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisi3n de la misma de ninguna forma o por cualquier medio, tanto si es electr3nico, como químico, mecánico, 3ptico, de grabaci3n o bien de fotocopia, sin la autorizaci3n de los titulares del copyright, salvo cuando se realice confines académicos o científicos y estrictamente no comerciales y gratuitos, debiendo citar en todo caso a la editorial. Las opiniones expresadas en los capítulos son responsabilidad de los autores.

Índice

Índice	VII
Índice de Tablas.....	VIII
Índice de Figuras	VIII
Capítulo I: Introducción, contexto y estado del arte	1
1.1. Justificación	5
1.2. Planteamiento del trabajo	6
1.3. Objetivos.....	7
1.4. Estructura de la memoria.....	7
1.5. Contexto	8
1.6. Estado del arte.....	11
1.7. Soluciones similares	21
Capítulo II: Identificación de requisitos y descripción de aplicación.....	25
2.1. Softwares empleados	29
2.2. Descripción de aplicación	33
2.3. Detalle de procesos y expresiones matemáticas que se utilizan en la aplicación	34
2.3.1. Parámetros y ecuaciones matemáticas generadas para la aplicación.....	34
2.3.2. Detalle de las variables utilizadas en la aplicación.....	37
2.4. Análisis de los datos	38
2.5. Diseño base de datos y tablas en MySql	39
2.6. Diseño Clases.....	40
2.7. Diseño de formularios	42
Capítulo III: Metodología de trabajo, evaluación de aplicación, conclusiones y trabajos futuros	47
3.1. Evaluación de la aplicación.....	51

3.2. Conclusiones y trabajos futuros	61
3.2.1. Conclusiones	61
3.2.2. Trabajo futuro	63
Referencias Bibliográficas.....	65
Anexos.....	71

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Efecto de la tasa de ingestión en el crecimiento e índice de conversión de la tilapia.....</i>	11
Tabla 2 <i>Formulas en el proceso de crecimiento de los peces.....</i>	12
Tabla 3 <i>Rango y media del CCT para diferentes especies de peces</i>	14
Tabla 4 <i>Niveles óptimos de temperaturas para la cría de tilapias</i>	17
Tabla 5 <i>Resumen de resultados</i>	18
Tabla 6 <i>Datos ingresados y calculados que generen la simulación</i>	28
Tabla 7 <i>Ventajas y desventajas: Comparación de los lenguajes C, C++ y Java</i>	30
Tabla 8 <i>Variables y detalle de variables.....</i>	37
Tabla 9 <i>Credenciales de acceso a la base de datos de MySql</i>	39
Tabla 10 <i>Detalle de los campos ingresados en el formulario FrmSimulación..</i>	45
Tabla 11 <i>Detalle de los campos calculados en el formulario FrmSimulación ..</i>	45
Tabla 12 <i>Valores promedios usando aplicación informática en procesos de producción de tilapias para las variables temperatura, peso, pienso, otras, peso inicial 6g. peso final 500g.....</i>	54
Tabla 13 <i>Matriz de correlación entre variables.....</i>	60

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Diagrama de distribución de la energía dietaría en peces</i>	12
Figura 2 <i>Medidas morfológicas de la tilapia.....</i>	15
Figura 3 <i>Modelo lineal secuencial en el proceso de programación de software</i>	27
Figura 4 <i>Estructura de datos elaboradas en el programa ArgoUml</i>	38

Figura 5 Diagrama de clases elaborado en ArgoUML para el programa "Procesos de producción de tilapias", Parte 1	40
Figura 6 Diagrama de clases elaborado en ArgoUML para el programa "Procesos de producción de tilapias", Parte 2	41
Figura 7 Formulario FrmPrincipal	43
Figura 8 Formulario FrmTempe.....	43
Figura 9 Formulario FrmUsuario.....	44
Figura 10 Formulario FrmSimulación	44
Figura 11 Metodología RUP.....	51
Figura 12 Datos ingresados en la evaluación.....	53
Figura 13 Datos calculados en la evaluación	53
Figura 14 Datos calculados en la evaluación	54
Figura 15 Peso en gramos de los peces y su comportamiento en 12 meses .	56
Figura 16 Consumo del pienso de enero a diciembre.....	57
Figura 17 Cantidad total en la producción de peces.....	57
Figura 18 Volumen kg/m ³	58
Figura 19 Tanques teóricos kg/m ³	58
Figura 20 Peso medio (g).....	59
Figura 21 Precio del pienso en dólares USD.....	59
Figura 22 Biomasa media kg.....	60
Figura 23 Diagrama de clases realizado en ArgoUML.....	73
Figura 24 Hoja de cálculo - Programa piscicultura de la UTEQ - Dr. Jorge Rodríguez	73
Figura 25 Hoja de cálculo – Peces San Carlos – Ing. Mercedes Ibarbo	74
Figura 26 Hoja de cálculo – Peces Santo Domingo – Sr. Julio Rodríguez.....	74
Figura 27 Hoja de cálculo - Rcto. El Pechiche – Sr. Winter Zambrano	75

CAPITULO

01

**INTRODUCCIÓN,
CONTEXTO Y ESTADO
DEL ARTE**

Introducción, contexto y estado del arte

Hoy en día, la frescura y calidad de los productos pesqueros se ha convertido en la prioridad estratégica clave para la industria pesquera. Los consumidores son cada vez más conscientes de los beneficios del pescado para la salud humana y siempre solicitan productos de alta calidad. Por sus características nutricionales, el pescado se considera una excelente fuente de proteínas de alta calidad, minerales esenciales y productos bajos en grasa.

Numerosos estudios confirman la reducción de la incidencia de muchas enfermedades, incluidas las enfermedades cardiovasculares, psiquiátricas y mentales. Con respecto a los minerales, la carne de pescado se considera una fuente de calcio y fósforo, así como hierro y cobre.

En Ecuador, las pesquerías han aumentado progresivamente y contribuyen con un 7% al suministro total de proteína animal. En 2011 la producción pesquera fue de aproximadamente 663,600 toneladas de las cuales 391,700 toneladas se derivaron de la pesca de captura y 308,900 toneladas de la acuicultura. La acuicultura en Ecuador es una fuente de empleo y divisas para el país que contribuye al alivio de la pobreza, la seguridad alimentaria y mantiene los medios de vida (FAO, 2014).

El cultivo de tilapias se está volviendo cada vez más popular debido a su buena tasa de crecimiento, fecundidad, facilidad de manipulación, capacidad de crecer en condiciones ambientales subóptimas, resistencia a las enfermedades y buena aceptación del consumidor. De acuerdo con Tveterås et al. (2012) se estima que alrededor de 3 mil millones de personas consumen carne de pescado y otros organismos marinos como la principal fuente de proteínas.

Muchos piscicultores de la localidad llevan un control sobre los factores de crecimiento, costos y rentabilidad en forma manual o en hojas de cálculo, esto hace que el resultado obtenido sea aproximado, incorrecto y demorado.

Los recientes avances en tecnología de la información (TIC) han tenido profundos impactos en todos los ámbitos de la vida y la acuicultura no es una excepción. La creciente importancia de la acuicultura como fuente alternativa de

proteínas ha enfatizado aún más la necesidad de adaptar y desarrollar TIC avanzada para una mejor gestión de las instalaciones y control de acuicultura, así como la planificación regional para el desarrollo de la acuicultura.

Las tecnologías de información son consideradas instrumentación y control de procesos, gestión de datos, modelos computarizados, sistemas de soporte de decisiones, inteligencia artificial y sistemas expertos, procesamiento de imágenes y reconocimiento de patrones, sistemas de información geográfica y centros y redes de información.

Los altos costos que tiene que pagar el piscicultor en personal, la pérdida de la calidad de los peces y sobre todo el mal manejo de la información son razones suficientes para que se considere a las tecnologías como una contribución óptima en el proceso de cultivos de peces, haciéndolos más competitivos a nivel local y nacional.

En los actuales momentos se ha incrementado las exigencias en la producción de tilapias, lo que ha hecho reducir la eficiencia de los piscicultores; frente a esto es imperiosa la necesidad de desarrollar herramientas tecnológicas para optimizar el uso de recursos como el tiempo, consumo de alimentos, espacio, agua, oxígeno, otros.

Las tecnologías son herramientas que optimizan el desarrollo de nuevos controles, automatizando procesos, ahorrando recursos a los productores; siendo Ecuador un país de gran diversidad hidrobiológica se debe buscar nuevos procesos y estrategias que determinen nuevas metodologías integrales y multidisciplinarias para producir especies en cautiverios que tengan requerimientos técnicos y económicos que maximicen los factores del entorno local.

Hace unos 20 años aproximadamente, los piscicultores registraban todos sus datos en formularios manuales o en hojas electrónicas. Sin embargo, en la actualidad el sector acuícola también se ha visto beneficiado con softwares de producción y control que ayudan a los productores a realizar un mejor control, planificación y operación de esos datos.

Un factor importante que influye a utilizar estos softwares es el fácil acceso a internet; en la actualidad las conexiones ya no son complejas y su velocidad de transferir datos es mucho más rápida, aunque no todos los programas requieran contar con una conexión.

1.1. Justificación

Con la disminución de las poblaciones silvestres debido a la sobrepesca, la acuicultura tendrá un papel más importante que desempeñar para satisfacer la demanda futura de pescado fresco. Los avances en la investigación continúan conduciendo a mejoras en los sistemas de producción acuícola, lo que resulta en una mayor eficiencia de producción, una mayor calidad del producto para los consumidores y una industria más sostenible. Las nuevas tecnologías en acuicultura revisan los avances esenciales en estas áreas.

En este trabajo se investiga el crecimiento, costo y rentabilidad de cultivos de peces, se debe generar una aplicación informática que permitirá optimizar los procesos en los cultivos de tilapias (*Oreochromis niloticus*).

(TPI- Technology Production Ichthyological) - Tecnología de Producción Ictiológica.

En los últimos años y de forma progresiva los piscicultores han empezado a automatizar sus procesos, utilizando herramientas tecnológicas que permiten acceder a la información en tiempo real, permitiendo que se desarrollen en menos tiempo y exista ahorros en sus costos, y que ocurra la mínima cantidad de errores sistemáticos; de esta manera se puede convertir en fortalezas para la implantación de nuevos procesos que devuelva información precisa sobre los factores de crecimiento, costos y rentabilidad. Algunos de esos factores son el peso, temperatura, crecimiento absoluto, el crecimiento térmico de los peces, la temperatura, alimentación, y además las proyecciones por meses de costos, producción y rentabilidad que se pueden extraer en el proceso de cultivos de peces.

El desarrollo de un software informático sería una solución a estos problemas, considerando que las tecnologías han favorecido el mejoramiento de los

principales procesos agrícolas agilizando estas técnicas para que sean precisos y rápidos al momento de requerir información; la mayoría de las soluciones se basan en el manejo de ecuaciones para calcular diferentes características favorables a la producción y de esta manera se optimicen los resultados (Delgado et al., 2006).

El programa debe de cumplir con ciertos requisitos como agilidad, encontrar un punto de equilibrio y cubrir las necesidades planteadas en el proyecto.

1.2. Planteamiento del trabajo

La tecnología utilizada en la acuicultura se ha desarrollado rápidamente en los últimos años. Varían desde instalaciones muy simples (por ejemplo, estanques familiares para consumo doméstico en países tropicales) hasta sistemas de alta tecnología (por ejemplo, sistemas cerrados intensivos para la producción de exportación).

Gran parte de la tecnología utilizada en la acuicultura es relativamente simple, a menudo basada en pequeñas modificaciones que mejoran las tasas de crecimiento y supervivencia de las especies, Mejora de alimentos, semillas, niveles de oxígeno y protección contra depredadores. Las aplicaciones han surgido con mayor interés en el proceso de producción de peces de agua dulce alimentados por filtración, representan aproximadamente la mitad de la producción acuícola mundial.

A medida que la captura de la pesca marina está disminuyendo año tras año, la demanda de productos acuícolas en las fuentes de suministro de alimentos para humanos aumenta año tras año. Sin embargo, la rápida propagación de enfermedades acuáticas, la reducción del área de tierra cultivada o la menor necesidad de conservación ambiental causaron el deterioro del cultivo global del medio ambiente de los animales acuáticos.

Para resolver esta problemática se desarrolla una aplicación informática en el lenguaje de programación Java con la plataforma eclipse.

Varios piscicultores de la zona llevan un control sobre los factores de crecimiento, costos y rentabilidad en forma manual o empírica, esto hace que el resultado obtenido sea aproximado y demorado.

Con esta aplicación se plantea reducir el costo en la alimentación, mermas económicas al no haber desperdicios, incrementar la productividad y calcular con eficacia el tiempo de cosecha.

1.3. Objetivos

El objetivo general de este Trabajo de Fin de Máster es “Diseñar una aplicación informática para procesos en la producción de tilapias (*Oreochromis niloticus*) (TPI)”. Para llevar a cabo este objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Establecer los factores que determinan el crecimiento de la tilapia (*Oreochromis niloticus*).
- Generar ecuaciones para estimar el crecimiento de la tilapia (*Oreochromis niloticus*).
- Verificar la funcionalidad de la aplicación en el proceso de alimentación de tilapias (*Oreochromis niloticus*).

1.4. Estructura de la memoria

La estructura de la memoria está establecida de la siguiente manera:

Capítulo 1 Introducción al trabajo de fin de máster, contexto y estado del arte: En esta parte del trabajo se desarrolla una breve descripción sobre el tema del trabajo, indicando cómo y porqué se ha hecho, explicando cómo se ha desarrollado la investigación y que método se ha utilizado. Estudio a fondo del dominio de la aplicación, muestra un resumen de otras investigaciones relacionadas al tema específico, si hay otras soluciones para ese campo analizar sus debilidades y mejorar con las nuevas tecnologías.

Capítulo 2 Identificación de requisitos y descripción del software desarrollado:

Los requisitos deben ser documentados, procesables, medibles, comprobables, rastreables, relacionados con las necesidades u oportunidades comerciales identificadas, y definidos con un nivel de detalle suficiente para el diseño del sistema. Se detalla el proceso de la elaboración de la aplicación: Diagramas, capturas de pantallas, códigos, otros.

Capítulo 3 Metodología del trabajo, evaluación de la aplicación, conclusiones y trabajos futuros:

En esta parte se detalla la metodología que se ha utilizado para resolver el problema, qué tecnología o software se ha utilizado. En este capítulo se evalúa la efectividad de la aplicación, utilizando archivos históricos para poder su funcionalidad de la información procesada. En esta parte se muestra las contribuciones positivas que se han sacado al desarrollar esta investigación, resultados obtenidos que están relacionados con los objetivos planteados, además se aportan las expectativas de futuras mejoras de la aplicación.

1.5. Contexto

Las microcomputadoras se han convertido en una herramienta de gestión importante en muchas empresas agrícolas, en acuicultura, varios programas y plantillas de hojas de cálculo han sido desarrollado para ayudar al agricultor, docente e investigador. Actualmente más software acuícola está siendo desarrollado.

Porque algunos de estos programas y plantillas realizan funciones similares, han sido categorizados como:

Presupuestos Análisis financieros, estanque, Construcción, Decisión de gestión Ayudas, modelos de crecimiento o ayuda miscelánea. Algunos programas pueden, sin embargo, realiza varias funciones.

Por ejemplo, los modelos de crecimiento también son ayudas de decisión de gestión.

Cualquier persona que pretenda cultivar tilapias, además de conocer sobre la alimentación, crecimiento acelerado producción, enfermedades y las características biológicas básicas de la tilapia también debe investigar sobre los procesos tecnológicos que se han incluido en el cultivo de este pez, en especial de las aplicaciones y programas informáticos que ayudan a mejorar los procesos de cultivo de esta especie.

La acuicultura continúa siendo el campo de producción de alimentos de más rápido crecimiento que tiene mucho potencial para satisfacer las necesidades de proteínas acuáticas. Las comunidades científicas y empresariales están respondiendo a los muchos desafíos y oportunidades inherentes al creciente campo de la acuicultura. Los avances en la producción y detección de sistemas y tecnologías de materiales nocivos están contribuyendo a la expansión y sostenibilidad de la industria acuícola. Todas estas tecnologías de sistemas de producción se benefician de la expansión de los sistemas de información y comunicación, que permiten avances en cada etapa de la producción. En el futuro, la nueva operación agrícola de ambiente amigable se enfocará en el uso de sustancias destructivas no ecológicas, sin antibióticos, y los probióticos naturales o nuevas sustancias inmunomoduladoras para igualar la regulación fisiológica de los organismos cultivados y el manejo de la acuicultura. La futura innovación de base científica contribuirá a satisfacer la creciente demanda de alimentos, al tiempo que mejora la sostenibilidad social, ambiental y financiera de la industria acuícola mundial.

En la investigación de Luchini (2006) se indica que la producción de la tilapia ha aumentado en un ritmo acelerado alcanzando un promedio de 9.2% anual desde la década de 1970, frente a la producción pesquera que tiene el 1.4% y el 2.8% con sistemas de producción de carne que se produce en tierra firme, considerando que millones de seres humanos depende del pescado como fuente de alimentación en su dieta de proteína animal, esto nos da a entender que el consumo del pescado ascenderá de los 16kg actuales a 19-21 hasta el 2030.

En el Ecuador la piscicultura la producción de la tilapia está teniendo gran acogida por las facilidades de manejo en sus criaderos y la gran cantidad de alimento que aporta a la población. Cómo se indica en Pallares et al. (2014), para

el manejo de su desarrollo se han considerado una serie de alternativas que permitan mejorar el mismo, como corregir la alimentación que traen beneficios tanto para el animal como para el hombre.

El proceso de cultivo de tilapias ha venido aumentado a gran nivel, es por eso que se requiere el uso de las tecnologías para mejorar su rapidez y eficacia; incrementar programas informáticos que controlen todo el proceso en el cultivo de las tilapias ayuda a mejorar los resultados de producción, costos y rentabilidad del piscicultor.

En la actualidad hay varios lenguajes de programación donde se pueden elaborar software (Java, C#, Visual Basic, Python, Otros...) que faciliten estos procesos, uno de los programas que nos da las facilidades es Java y es el lenguaje donde se realizará la investigación.

Java fue creado la empresa Sun Microsystems Inc., desde 1990, principalmente fue creado para controlar electrodomésticos e incluso PDA, gracias a la popularidad de ese entonces de la WWW, el lenguaje se popularizó consiguiendo que los programadores lo depuraran y lo terminen de perfilar para diferentes usos, saliendo las primeras versiones con el nombre que lo conocemos a principios de 1995.

Según (Microsystems, 2001), “Java es un lenguaje de desarrollo de propósito general, y como tal es válido para realizar todo tipo de aplicaciones profesionales”. Este software incluye varias características que lo hacen único y está siendo usado como herramienta básica en la construcción de programas comerciales, educativos, juegos, otros.

- Característica que lo hacen único
- Independiente de la arquitectura del computador
- Por ahora se consigue el JDK en la red, es público
- Permite escribir pequeños programas para HTML
- Se crean aplicaciones para redes
- Fácil de aprender
- Las aplicaciones son fiables

1.6. Estado del arte

En Jover Cerdá (2000), se manifiesta que el crecimiento de los peces se determina especialmente por la cantidad de alimentos que ingieran, lo que le proporcionan energía y nutrientes, además la temperatura del agua es fundamental en este proceso, ya que los peces son incapaces de regular su temperatura corporal; haciendo que su metabolismo funcione de forma óptima dentro de un rango de temperatura adecuada, el crecimiento de estos animales disminuye cuando la temperatura está por encima o por debajo del rango óptimo.

Respecto a la cantidad de alimentación que se les da a los peces esto influye en el crecimiento de los mismos, no obstante, el índice de conversión puede reducirse según se demuestra en la (Tabla 1), se considera que el porcentaje de alimentación óptimo se determina por el costo del alimento y la biomasa del pez.

Tabla 1

Efecto de la tasa de ingestión en el crecimiento e índice de conversión de la tilapia

Lubina				
Cantidad alimentos	Adlibitum	80%	60%	40%
Tasa alimentación(%/kg/d)	2.94	2.36	1.79	1.22
Tasa de crecimiento(%/día)	1.35 a	1.25 b	1.08 b	0.73 c
Índice de conversión	2.27	1.96	1.70	1.69
Tilapia Común				
Cantidad alimento	115%	100%	85%	70%
Tasa de crecimiento(%/día)	2.60 a	2.60 a	2.56 a	2.43 b
Índice de conversión	1.11 a	0.87 b	0.83 c	0.71 d

Nota: Extraído de Vendeville (2009)

En Jover Cerdá (2000) también hace referencia al modelo bioenergético para determinar los niveles óptimos de alimentación que se basa en el flujo de energía diaria, dicho modelo fue desarrollado y revisado por Cho y Bureau (1998) y se basa en que los peces comen primariamente para satisfacer sus necesidades energéticas y se basa en el siguiente esquema:

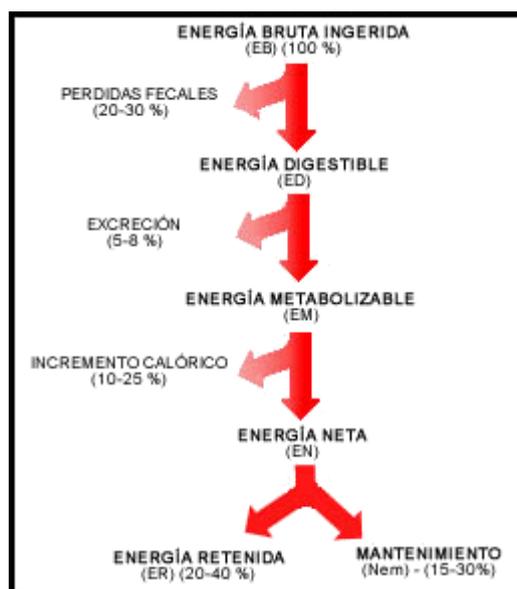
- a) Estimación del crecimiento
- b) Ganancias de energía

- c) Pérdida por incremento calórico
- d) Cuantificación de las necesidades de energía digestible y de alimento.

Para determinar el crecimiento de los peces encontramos varios modelos, la determinación de la curva de crecimiento de las especies es fundamental para las instalaciones, para planificación de las piscinas acuícolas y hasta para determinar la alimentación diaria.

Figura 1

Diagrama de distribución de la energía dietaría en peces



Nota: Extraído de Jover Cerdá (2000)

En la Tabla 2 se observan los parámetros y el método de cálculo que se utilizan para el crecimiento de los peces.

Tabla 2

Formulas en el proceso de crecimiento de los peces

Parámetro de crecimiento	Método de calculo
Peso final	$Pf = a . e^{ct}$
Tasa de crecimiento instantánea	$TCI = (In Pf - In Pi) / t$
Coeficiente de crecimiento térmico CCT/CTC	$CCT = \frac{Pf^{\frac{1}{3}} - Pi^{\frac{1}{3}}}{Suma\ grados\ del\ día}$
Ganancia de peso	$GP = 0.0167 . Pm^{0.621} . e^{0.055T}$
Ingestión diaria de alimento	$IDA = 0.017 . Pm^{0.71} . e^{0.06T}$

Energía retenida	$ER = (Pf - Pi). \%MS. kJ \text{ por gr MS}$
Nutrientes retenidos	$NR = (Pf - Pi). \%MS . \% N$
Necesidades energéticas de mantenimiento	$Nem = (-1.04 + 3.26.T - 0.05.T^2). kg P^{0.824}$
Energía no fecal	$Enf = (ER + Nem + Ica). 0.06$

Nota: Extraído de Cerdá (2000)

El peso final de los peces está descrito por la formula exponencial en el que corresponde a peso inicial, t es el tiempo y la variable c es la tasa de crecimiento.

$$Pf = a. e^{ct}$$

La tasa de crecimiento instantánea se utiliza para valorar el crecimiento de los peces en función a pf peso final, pi peso inicial y t días de crecimiento.

$$TCI = (\ln Pf - \ln Pi)/t$$

En base a las ecuaciones descritas anteriormente Cho (1992) halló un mejor pronóstico del crecimiento de los peces, para ello usó el “coeficiente de crecimiento térmico” (CCT).

$$CCT = \frac{Pf^{\frac{1}{3}} - Pi^{\frac{1}{3}}}{\text{Suma grados del día}}$$

La ventaja de este modelo es que el CCT es autónomo del peso corporal de los peces, la ganancia de peso en un tiempo especificado se puede dar utilizando la siguiente ecuación.

$$PF = \{Pi^{\frac{1}{3}} + CCT = (\text{Suma grados del día})\}^3$$

Este modelo establece sólo para el rango donde las temperaturas sean normales para cada especie. El pronóstico en el crecimiento de los peces se garantiza utilizando temperaturas medias del agua pronosticada para la zona, para estimar el crecimiento de los peces en diferentes meses del año se considera la suma de temperaturas reales medida en los tanques donde se aplica el cultivo de peces (Cerdá, 2000).

Valores de coeficiente de crecimiento térmico CCT (Tabla 3) para diferentes especies, donde se visualiza a la tilapia con un rango de $1.01 - 1.41 \cdot 10^{-3}$ y una media de $1.28 \cdot 10^{-3}$, de esta manera se estima el crecimiento del pez en diferentes meses, variando únicamente los perfiles de la temperatura.

Tabla 3

Rango y media del CCT para diferentes especies de peces

Espece	Rango	Media
Trucha arcoiris	1.52-1.73·10 ⁻³	2.97·10 ⁻³
Trucha común	1.33-1.55·10 ⁻³	1.44·10 ⁻³
Salmón Atlántico	1.60-2.02·10 ⁻³	1.95·10 ⁻³
Salmón coho	1.57-2.41·10 ⁻³	2.10·10 ⁻³
Carpa común	0.95-1.57·10 ⁻³	1.40·10 ⁻³
Tilapia	1.01-1.41·10 ⁻³	1.28·10 ⁻³
Pez gato europeo	0.60-2.15·10 ⁻³	2.0·10 ⁻³
Lubina europea	0.56-0.86·10 ⁻³	0.667±0.120·10 ⁻³
Dorada	0.66-1.00·10 ⁻³	0.869±0.190·10 ⁻³
Rodaballo	0.68-1.19·10 ⁻³	0.990±0.140·10 ⁻³

Nota: Extraído de Jover Cerdá (2000)

Por otra parte en Rojas-Molina et al. (2017) consideran que un sistema ideal de procesos acuícolas debe de tener automatizado las tareas relacionadas con procesos mecánicos y sistemáticos, ajustes personalizados en dispositivos portátiles como teléfonos móviles o computadoras que hagan más fácil el manejo a través de interfaz gráfica adecuada y fácil de manejar, programas y aplicaciones web para computadoras; además reconocen las oportunidades que en la actualidad ofrece la tecnología en el campo de la piscicultura, por este motivo se debe de tener asesoría oportuna en la elaboración de técnicas y estrategias que maximicen los procesos que se llevan en el cultivo de peces.

También manifiestan que las infraestructuras de comunicación en zonas rurales aún cuentan con debilidades que de apoco se van a convertir en fortaleza y van a ofrecer mayores ventajas a los medianos y pequeños piscicultores.

Cabe destacar que en la investigación de Rojas-Molina et al. (2017) hacen hincapié en realizar investigaciones en sensores y dispositivos móviles que sean fáciles de instalar y que tengan bajos costos para para que sean adquiridos con facilidad por una mayor cantidad piscicultores; con el estudio también se pretende que a futuro existan nuevas investigaciones de tecnologías que permitan ayudar al piscicultor y todos los objetivos que mejoren el proceso del cultivo de peces, que aprovechen al máximo los recursos naturales y minimizar

el impacto ambiental. Por último, mencionan las oportunidades que se brinda al utilizar la tecnología y garantizar un adecuado manejo del recurso humano.

En la investigación realizada por Rodríguez et al. (2016), concluyen que el sistema de crianza influye elocuentemente en la generalidad de las características morfométricas y merísticas analizadas de las dos poblaciones (silvestres y cultivadas) de *Cichlasoma festae*.

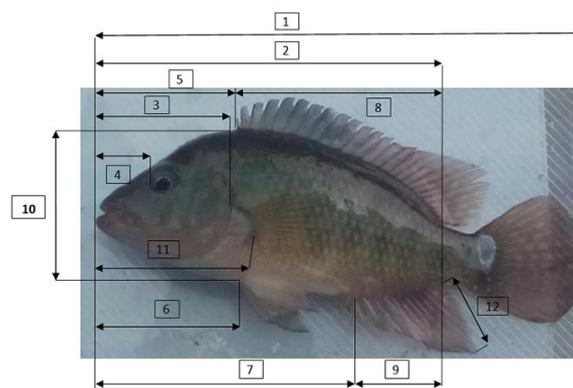
Para esta investigación González et al. (2016) utilizaron veintidós caracteres morfométricos y cuatro merísticos para probar la diferenciación de hipótesis. El análisis univariado de la varianza mostró diferencias significativas para 21 mediciones morfométricas estandarizadas de 26 caracteres entre las medias de las poblaciones silvestres y cultivadas analizadas. Los valores de los factores de condición fueron significativamente diferentes entre sí y mostraron que la alimentación podría mejorarse en las granjas.

Ambos grupos se separaron con precisión mediante funciones discriminantes lineales que incluían solo cuatro medidas morfométricas. Estos resultados son de vital importancia para la población ecuatoriana porque permitirán planificar nuevas estrategias de reproducción y conservación para estos peces nativos y mejorar la productividad.

En la Figura 2 podemos visualizar las medidas morfológicas en el crecimiento de las tilapias que se realizó de acuerdo a las normas ecuatorianas, considerando las bases sobre el bienestar animal.

Figura 2

Medidas morfológicas de la tilapia



Nota: Extraído de González et al. (2016).

Los resultados que obtuvo Angón (2016) en su investigación no es afectada siempre y cuando los niveles de la temperatura y oxígenos sean los suficientes, también demuestran que no tienen entre los tratamientos de variación de la longitud y concluye en su investigación de efecto de densidad en el crecimiento de los alevines no presenta diferencias en las variables de peso y longitud, destacando que la tasa de supervivencia aumenta al incrementarse la densidad del pez.

Pérez et al. (2006) concluyen en su investigación que las tecnologías amplían las posibilidades y perspectivas para ser utilizadas en la agricultura/piscicultura. Las tecnologías han mejorado los procesos para el control de datos, beneficiando al sector agrícola, asegurando que la incorporación de las nuevas tecnologías permite desarrollar técnicas y herramientas que aumenten la eficiencia, mejorar la productividad y organización de este sector.

Con la automatización de las actividades se mejora el control de los datos (rapidez, veracidad, ahorro de tiempo) al momento de acceder a la información, la tecnología en la agricultura ha llegado para quedarse y seguir creciendo, mejorando sus recursos y los beneficios, teniendo en cuenta para para lograr estos objetivos hay que saber usar adecuadamente las Tics (Pérez et al., 2006).

Según Torres (2001), considera que el alimento de los peces depende del tipo de especie a la que pertenece, el tamaño, la edad, condiciones fisiológicas y fisicoquímicas el agua; y esto requiere mayor atención ya que el alimento que reciben los peces comprende hasta un 50% del costo de la producción para los piscicultores. Asimismo, Jover Cerdá (2000) asegura que el crecimiento de los peces es imprescindible que establecen las necesidades nutritivas y además puede cambiar la curva de crecimiento de una especie como es el caso de las tilapias.

La mayor concentración de proteínas genera crecimiento en el peso y longitud de los peces, la concentración óptima de proteínas en la dieta, optimiza el crecimiento en condiciones controladas dependiendo de la temperatura, esto permitirá obtener mejores pesos de los peces en el menor tiempo.

En la investigación realizada por Martínez (2006), indica que la acuicultura se presenta como alternativa en la administración de los recursos acuáticos y es

considerada como una de las mejores técnicas ha ideadas por el hombre para incrementar la alimentación; también se la considera como empresa productiva donde se utilizan los conocimientos de biología, ingeniería y ecología, que resuelven el problema nutricional del ser humano. Uno de los más desarrollados es el cultivo de peces siendo el más común a nivel mundial la tilapia.

En su trabajo investigativo Martínez (2006), recomiendan que entre menos tiempo tarda la especie en alcanzar el tamaño de comercialización, menos serán los costos de la producción. El tamaño que alcanza a pesar la tilapia está entre 1 a 1.5 libras en un tiempo de 6 a 9 meses dependiendo del sistema que se utilicen. Consideran que son de buena producción ya que poseen una alta tasa de desove, viabilidad y fertilización, y se consideran de fácil manejo porque son una especie resistentes al manipule y enfermedades, factores cómo biometría, escalamiento, temperatura, oxígeno, otros.

El balanceado depende de los números de peces en cantidades por metros cúbicos, siendo el alimento natural no suficiente; resistentes a enfermedades permitiendo mayor porcentaje de sobrevivencia y como resultado mayor rentabilidad, de esta manera se puede aumentar el volumen de producción, bajando los niveles de costos en la operación.

Las tilapias se adaptan principalmente a las aguas cálidas entre una altura de 700 a 1000 msnm, en la Tabla 4 se puede observar el nivel óptimo y mínimo que resiste la tilapia (Arteaga et al., 2012).

Tabla 4

Niveles óptimos de temperaturas para la cría de tilapias

Parámetro de supervivencia	Temperatura °C
Valor mínimo	22°C
Valor rango óptimo	28°C – 32°C
Valor óptimo	28°C
Valor máximo	33°C

Nota: Extraído de Arteaga et al. (2012)

Las especies acuícolas se caracterizan por tener un rango óptimo de temperatura, si están por debajo o sobre este valor tienen problemas críticos con

la temperatura, la temperatura de las tilapias depende del medio en el que se encuentran y son susceptibles a cambios de temperaturas.

En la Tabla 5 se detalla el tamaño, peso y mortalidad en el proceso de cultivo de peces y se concluye que a mayor tamaño y peso; menor es la mortalidad de los peces.

Tabla 5

Resumen de resultados

Temperatura °C	Tamaño (cm)	Peso (g)	Mortalidad (%)
26	3.4	3.23	15.7
26	3.2	3.13	24.7
26	2.8	2.77	15.6

Nota: Autor (2023)

Es posible desarrollar ecuaciones para predecir el peso corporal y la composición, que pueden usarse para controlar la producción de tilapia y mejorar su valor comercial.

Según Furuya (2015), menciona en su investigación que los modelos matemáticos de crecimiento de peces ofrecen un método objetivo y práctico para describir patrones de datos de crecimiento y estimar el peso de los peces en momentos entre intervalos de muestreo. Las estimaciones precisas de la biomasa en pie y, por lo tanto, de la cantidad de alimento que se debe proporcionar, son vitales para el manejo de la acuicultura. Además, el conocimiento de las relaciones entre el peso corporal y la composición respalda la selección durante los esfuerzos para mejorar la genética de la acuicultura. Una ecuación precisa de la relación longitud-peso permite la conversión de crecimiento en longitud a crecimiento en peso en modelos de evaluación de stock, así como la estimación de biomasa a partir de la distribución de frecuencia de talla; la ecuación de relación, por lo tanto, es una importante herramienta de gestión acuícola.

El crecimiento, que se define como un cambio de magnitud, se puede medir en tamaño y composición tisular y representa uno de los parámetros más

importantes en la acuicultura. La composición corporal del pescado ha recibido recientemente atención en estudios sobre nutrición, genética y salud.

La composición corporal de la tilapia del Nilo varía de acuerdo con su peso corporal y puede estimarse utilizando la relación longitud-peso. Las ecuaciones de predicción de la composición corporal derivadas del análisis de regresión lineal se pueden emplear para abordar los requisitos de mercados específicos de consumo.

En la investigación de Joseph (2005), menciona que la acuicultura intensiva eficiente requiere un modelo de crecimiento que prediga con precisión el crecimiento diario en incrementos de longitud en función de la temperatura. Utilizando peces de diferentes tamaños de tilapias en un rango de temperaturas en dos años diferentes. En 2002, los peces crecieron de 1,8 g (47 mm) a un rango de 5–26 g (67–112 mm) en 50 días a temperaturas de 21–30 ° C. El crecimiento de los peces (mm / d) estuvo altamente correlacionado con la temperatura ($r = 0.99$). El experimento se repitió con peces más grandes en 2005, durante el cual los peces de 47 g (137 mm) crecieron a 107-219 g (178-225 mm) en 70 días.

El coeficiente de correlación para el crecimiento frente a la temperatura fue de 0,94. Las dos pendientes no diferían ($P < 0.05$), por lo que presento la siguiente ecuación para predecir las tasas de crecimiento de tilapia del Nilo en el cultivo de agua corriente para el rango de temperatura de 21-30 ° C: $\Delta L = -1.6707 + 0.09682T$ ($r^2 = 0,95$), donde ΔL es el crecimiento previsto (mm / d) y T es la temperatura (° C). El peso (W ; g) se puede convertir a la longitud (L ; mm) para la tilapia del Nilo macho con la expresión $W = 1,861 \times 10^{-8} \cdot L^3$.

En su investigación Garcia et al. (2012), realizan un análisis estadístico en comparación a la talla y el peso de la tilapia, el modelo que mejor se ajusta a los datos y se expresa $Wa = 0.043 * L^{2.681}$ y su correlación de $L(i)$ y $W(i)$ de 97% $p < 0.001$, en la prueba de Tstudent se encontró el valor exponencial $b = 2.681$, por lo que el crecimiento de las tilapias fue considerado de tipo isométrico.

El procedimiento de datos utilizado en esta investigación se la realizó mediante las siguientes formulas:

- Biomasa

$$B = \text{Población por peso Promedio del Individuo}$$

- Estimación de valores

$$W_a = q * L^b$$

$$\ln W(i) = \ln(q) + b * \ln(i)$$

- Curva de crecimiento de Von Bertalanffy

$$W(t) = q * L^3 (1 - e^{-k(t-t_0)})^3$$

Los resultados que obtuvo Terpstra (2015), indica que se pueden utilizar dos tipos principales de curvas de crecimiento para Tilapia, el crecimiento exponencial de la curva y la curva de crecimiento de potencia, también llamada crecimiento del coeficiente de crecimiento diario (DGC) curva. La curva de crecimiento exponencial se puede usar para describir el crecimiento de las larvas de tilapia, hasta aproximadamente 10-30 gramos, y la curva de crecimiento de potencia para describe el crecimiento de la tilapia de mayor tamaño.

La curva de crecimiento exponencial se describe mediante la fórmula:

$$BW_1 = BW_0 e^{\alpha t}$$

Que es una función exponencial donde t es el tiempo en días y BW_0 es el peso corporal cuando

$t = 0$. La forma logarítmica y lineal es:

$$\ln(BW_1) = \ln(BW_0 * e^{\alpha t}) = \ln BW_0 + \alpha t \ln e = \ln BW_0 + \alpha t$$

Una curva de crecimiento se ajusta a una curva de crecimiento exponencial cuando surge una gráfica lineal cuando los valores de \ln de los pesos corporales se trazan frente al tiempo.

1.7. Soluciones similares

Fishtalk

Es un sistema de control de producción para piscicultores. El desarrollo comenzó en 1985 por la empresa Marinet de Olav Jamtøy. Cambió su nombre a Superior Systems en 1996, y se fusionó con Akva AS y Aquasmart International en 2001, creando AKVAsmart ASA. La plataforma Fishtalk se lanzó en 2005 y se fusionó en AKVA Group el año siguiente (Group, 2018a).

Considerado también como un programa que mide la parte biológica, el módulo de presupuesto, control financiero; este programa trabaja con la información desde la producción hasta la cosecha, realiza procesos analíticos y reportes al instante. Uno de sus principales módulos es el de finanzas y el de planificación convirtiéndose en una herramienta de uso diario para los piscicultores para usos diarios o a largos plazos.

Contiene varios módulos que son partes del mismo programa sin necesidad de anexar a bases de datos, ni programas adicionales, dando mayor control en la información con una sola interfaz.

AkvaControl

Es una solución de software de alimentación de peces. El desarrollo comenzó en 1980, por Ole Molaug, Sveinung Havrevold, Gunnar Kluge y Odd Skjæveland. En 1995 se estableció en Canadá y lanzó un sensor de pellets Doppler en 1997. Compró el sistema de estimación de biomasa Vicas en 2002, Feeding Systems AS en 2003, CameraTech en 2004 y se unió al grupo AKVA en 2006 (Group, 2018b).

Sistema de alimentación centralizado totalmente automático desarrollado para uso en piscicultores. El sistema transporta la alimentación a cada unidad mediante el uso de aire, los controles se ubican normalmente en interiores, mientras que el equipo mecánico suele estar colocado al aire libre. Esto hace que el sistema sea fácil de usar al mismo tiempo que está protegido contra el clima

El sistema puede alimentar un número casi ilimitado de peces (dependiendo del número de líneas de alimentación) a través de mangueras con longitudes de hasta 1400 m. La longitud máxima de la manguera depende de El tipo y tamaño del soplador. Cada unidad puede ser tratada individualmente en términos del tamaño y cantidad de alimentación, y todos los cambios deseados se realizan simplemente desde el teclado.

Hatchery

Es un sistema complejo que incluye módulos para a la selección, reelección y la manipulación de reproductores, además controla la producción de alimento para peces; todos los procesos de este sistema están conectados todos sus módulos si uno de esta falla todo el programa se ve afectado.

Este sistema controla todo el proceso desde el punto de vista económico como también de la producción de los peces, controla las principales características de temperatura, salinidad, oxígeno, otros, para ello el sistema le pide ingresar los datos básicos para luego ser integrados y procesados (Hatchery, 2018).

Este programa de gestión acuícola proporciona optimas herramientas en la parte económica y en la producción; facilitando la optimización, el registro y el control de los parámetros que afectan en la producción y control de cría de peces.

Permite el control de la alimentación de los peces, registrando todas las actividades relacionadas y además nos presenta una información en tiempo real, mejorando la productividad y de la calidad de la producción, reduciendo los costos que se invierte en el proceso de cría de peces.

Es un programa de fácil configuración, flexible a la hora de gestión de la producción, permite hacer seguimiento de los peces en sus características morfológicas en toda la cadena de producción, desde la siembra hasta la venta del producto.

Aplians Fish

Esta aplicación controla el proceso de cultivo de peces, entre los tipos de peces soportados por este software tenemos las tilapias ya que es una especie que las cultivan desde pequeños hasta grandes piscicultores.

Pasando desde un registro manual hasta sistematizar todo el proceso para mejorar la productividad y competitividad haciendo uso de las tecnologías de punto con las que se cuenta en la actualidad (Fish, 2016).

El sistema se caracteriza en los cultivos de Tilapia Roja y Nilótica, cultivándose en estanque en forma intensiva, siendo el doble la producción que otras especies, sin embargo, se presenta una mortalidad alta, es aplicable en el cultivo de tilapias en estanques porque es el más utilizado en esta producción siendo utilizados por pequeños y grandes piscicultores.

Esta aplicación se especializa en la siembra y crecimiento de los peces, ayudando al monitoreo de los alevines hasta su tamaño de cosecha, es de fácil uso y no tiene la necesidad de comprar equipos sofisticados para su instalación y ejecución, convirtiéndose en necesidad para los piscicultores.

Budgets/Financial Analyses

Genera presupuestos empresariales para bagre, alevines de bagre, cangrejo de río u otro pez de agua dulce. Una decisión herramienta de fabricación que permite a los productores para examinar los costos de los insumos y precio de salidas. Estandariza resultados por acre para comparaciones con otras empresas agrícolas.

Management Decision Aids

Destinado a ayudar a la granja de camarones y peces, gerentes en la producción Decisiones, A través de la producción básica, información de ingresos esperados, crecimiento de la población, costos totales de insumos, y parámetros específicos de la granja, se pueden examinar diferentes estrategias para maximizar los ingresos por encima de los seleccionados costos. Genera costos semanales e ingresos hasta 20 estanques.

Growth Models

Desarrollado para ayudar a los productores de bagre y procesadores. CULTIVOS estima la duración de la producción período y fechas asociadas, libras y distribución de alimentos necesarios para crecer los peces, libras y números de pescado producido y pescado simulado mortalidad durante el período de producción.

Miscellaneous Help

Utiliza programación lineal para calcular mezclas de alimentación de menor costo con hasta 50 ingredientes y 50 restricciones para bagre, tilapia, camarones, trucha y salmón. Las raciones pueden calcularse en ya sea como alimento o como materia seca. Los ingredientes y nutrientes pueden ser agregado y cambiado.

Evaluación de estas aplicaciones

En la evaluación realizada por (YAPP, 1989), consideraron como características especiales, restricciones, requisitos de entrada necesarios, usuario amabilidad y otros requisitos de software, concluyendo que no todos los piscicultores no pueden utilizar todas las funciones o son muy complejos al momento de utilizarlos.

CAPITULO

02

IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS

Identificación de requisitos

En el capítulo vamos a especificar los requisitos que deben ser documentados, procesables, medibles, comprobables, rastreables, relacionados con las necesidades u oportunidades comerciales identificadas.

El análisis de requisitos es crítico para el éxito o el fracaso de un proyecto de sistemas o software. Según Moreno (2015), los requisitos deben ser documentados, procesables, medibles, comprobables, rastreables, relacionados con las necesidades u oportunidades comerciales identificadas, y definidos con un nivel de detalle suficiente para el diseño del sistema.

Se requiere un programa informático para el control del proceso del cultivo de las tilapias para pequeños y medianos productores, para ello se realiza un análisis de los posibles datos cómo se lo visualiza en la Figura 3, utilizando el modelo lineal secuencial que utiliza un enfoque sistemático y secuencial de las actividades fundamentales en el proceso de la programación de software.

Figura 3

Modelo lineal secuencial en el proceso de programación de software



Nota: Autor (2023)

Se pretende que el programa informático simule el crecimiento, costo y rentabilidad de cultivos de peces, que devuelva información precisa sobre los factores de crecimiento, costos y rentabilidad. Algunos de esos factores son el peso, temperatura, crecimiento absoluto, el crecimiento térmico de los peces, alimentación, y además las proyecciones por meses de costos, producción y rentabilidad que se pueden extraer en el proceso de cultivos de peces.

El programa debe de cumplir con ciertos requisitos como agilidad, encontrar un punto de equilibrio y cubrir las necesidades planteadas en el proyecto.

La información que se debe mantener es la siguiente:

Sobre los usuarios:

- a) Nombre de usuario
- b) Clave de usuario

Sobre las temperaturas:

- a) Fecha por días
- b) Grados
- c) Fechas históricas

Sobre la simulación

En la Tabla 6 se detalla los campos calculados y los ingresados, de esta manera podemos identificar los campos a los que hay que aplicar las ecuaciones.

Tabla 6

Datos ingresados y calculados que generen la simulación

Ingresados	Calculados
Número de lote	Meses de producción
Coefficiente de crecimiento	Días por meses
Peso en gramos	Temperatura media
Peso inicial	Peso ganado
Número de peces inicial	Porcentaje de supervivencia
Densidad	Número de peces sobrevivientes
Tipo de balanceado	Biomasa
Volumen	Densidad resultante
Peso final	Volumen resultante
Migas	Volumen del tanque
Precio del pienso	Peso medio
Tasa efectiva	Pienso consumido
Producción anual	Precio pienso
	Total, alimentación

Nota: Datos utilizados en el cultivo de peces por varios piscicultores. Autor (2023)

2.1. Softwares empleados

Según Americati (2006), en la actualidad Java es el lenguaje de programación que muchos programadores usan al momento de buscar una solución para desarrollar aplicaciones informáticas; para comprender esta mejor esta idea hay que comparar al Lenguaje Java con otros lenguajes de programación como el Lenguaje C o el Lenguaje C++.

El Lenguaje C fue creado por los años 1972-1973 en los laboratorios iniciales de AT&T, que se basó en los lenguajes ya desaparecidos “BCPL” Y “B”.

En 1983 el Lenguaje lo rebautizan como C++, para ser estandarizado en su posterior como ISO C++ incorporando muchas características sofisticadas que no están en el lenguaje C (POO, plantillas, excepciones).

A inicio de 1991 nace Java con el objetivo de implementar una máquina virtual que sea portable, este lenguaje hereda ciertas características de C y C++, específicamente fue aprovechado para el uso del internet convirtiéndose en necesario para los navegadores que ejecutaban aplicaciones pequeñas e interactivas, en la actualidad se lo utiliza en aplicaciones para servidores estándar J2EE y también en dispositivos móviles.

Comparar lenguajes de programación no es una tarea fácil, existen varios (Cobol, Fortran, Algol, Visual Fox, C, otros) pero Americati (2006) considera agregar estas características para su comparación:

- Estandarización
- Evaluación
- Soporte de librerías

En la Tabla 7 se puede observar las principales características que utilizó Americati (2006) para comparar JAVA, C y C++, dentro del resumen de los criterios que se han utilizado para comparar los lenguajes de programación son: Expresividad, Bien definidos, Tipos y estructura de datos, Modularidad, Facilidades de entradas y salidas, transpirabilidad, eficiencia, pedagogía y aplicabilidad.

Tabla 7

Ventajas y desventajas: Comparación de los lenguajes C, C++ y Java

Característica	C	C++	Java
Expresividad	Regular	Muy Buena a Excesiva	Muy Buena
Bien definido	Regular	Muy Buena	Muy Buena
Tipos y estructuras de datos	Deficiente	Muy Buena	Muy Buena
Modularidad	Regular	Muy Buena	Muy Buena
Facilidades de entrada/salida	Buena	Buena	Buena
Transportabilidad / Portabilidad	Buena	Buena	Excelente
Eficiencia / Performance	Excelente	Excelente	Buena
Pedagogía	Regular	Regular	Buena
Generalidad	Buena	Muy Buena	Muy Buena
Estandarización	Buena	Buena	Excelente
Evolución	Estable	Estable	Acelerada
Soporte de Librerías	Bueno	Muy Bueno	Excelente

Nota: Extraído de Americati (2006)

Muchos se sorprenderían al ver esta una de las principales razones para aprender Java o considerarlo como el mejor lenguaje de programación, pero lo es. En Microsystems et al. (2001), indican que si tiene una curva de aprendizaje empinada, sería difícil ser productivo en un corto período de tiempo, como es el caso de la mayoría del proyecto profesional. Java tiene una sintaxis fluida en inglés con caracteres mágicos mínimos, paréntesis angulares genéricos, lo que facilita la lectura del programa Java y el aprendizaje rápido.

Otra razón por qué utilizar a Java es que es un lenguaje de programación orientado a objetos. Desarrollar una aplicación OOP es mucho más fácil y también ayuda a mantener el sistema modular, flexible y extensible. Una vez que tenga conocimiento de los conceptos clave de OOP como Abstracción, Encapsulación, Polimorfismo y Herencia, puede usar todos aquellos con Java.

El propio Java incorpora muchas mejores prácticas y patrones de diseño en su biblioteca.

Según Microsystems et al. (2001), indican que java proporciona API para E/S, redes, utilidades, análisis XML, conexión de bases de datos y casi todo. Lo que queda está cubierto por bibliotecas de código abierto como Apache Commons, Google Guava, Jackson, Gson, Apache POI y otras.

Eclipse y Netbeans han jugado un papel muy importante para hacer de Java uno de los mejores lenguajes de programación. Codificar en IDE es un placer, especialmente si ha codificado en DOS Editor o Bloc de notas. No solo ayudan a completar el código, sino que también proporcionan una poderosa capacidad de depuración, que es esencial para el desarrollo del mundo real. El entorno de desarrollo integrado (IDE) hizo que el desarrollo de Java fuera mucho más fácil, rápido y fluido. Es fácil buscar y leer código usando IDEs.

Las bibliotecas de código abierto aseguran que Java se debe usar en todas partes. Apache, Google y otras organizaciones han contribuido con muchas bibliotecas excelentes, lo que hace que el desarrollo de Java sea fácil, más rápido y rentable.

En ocasiones las personas prefieren acceder a cosas sin cargo alguno, ¿no? Entonces, si un programador quiere aprender un lenguaje de programación o una organización quiere usar tecnología, COST es un factor importante. Dado que Java es gratuito desde el principio, es decir, no necesita pagar nada para crear una aplicación Java.

En la década de 1990, esta fue la razón principal de la popularidad de Java. La idea de la independencia de la plataforma es excelente, y el lema de Java "escribir una vez que se ejecuta en cualquier lugar" y el acrónimo "WORA" fue lo suficientemente atractivo como para atraer muchos nuevos desarrollos en Java. Microsystems et al. (2001), indican que esta sigue siendo una de las razones por las que Java es el mejor lenguaje de programación, la mayoría de las aplicaciones Java se desarrollan en un entorno Windows y se ejecutan en la plataforma Linux.

Java

Java Virtual Machine (JVM) Lenguaje de programación para computadoras introducido a finales de 1995, considerado por muchos como un lenguaje complejo orientado a objetos, distribuido, portable y multitarea; los programas desarrollados en java tienen ventajas frente a otros creados en otros lenguajes. Garc et al. (2000), indican que se ejecutan como aplicación independiente, que se ejecuta dentro de un navegador (applet), se ejecuta en servidores de internet sin interface gráficas (serlet).

Sun es la compañía que distribuye este programa en forma gratuita (Development Kit – JDK) que no es más que un conjunto de programas y librerías que permite programar, compilar y ejecutar los códigos fuentes en Java; también permite trabajar en arquitecturas cliente-servidor, así como en aplicaciones distribuidas.

Java trae un conjunto de herramientas incluidas como el compilador, que busca y corrige los errores al momento de su ejecución generando los ficheros compilados (Garc et al., 2000).

Java es un programa de propósito general que puede programarse desde aplicaciones independientes, así como los Applets ejecutables en HTML, siendo sus características principales las siguientes:

- Es un lenguaje orientado a objetos
- Tienen funcionalidad en redes
- Aprovecha características de otros lenguajes de programación
- Sus librerías (clases) le dan funcionalidad al momento de programar en el
- No tiene problema al momento de gestionar la memoria
- Incorpora la ejecución de tareas concurrentes

Considerado por muchos programadores como una evolución del lenguaje C++.

Eclipse

Es una plataforma sobre el cual se ejecutan herramientas de desarrollo para varios programas utilizando los plugins adecuados, los cuales permiten la

integración de los IDE y que son de gran utilidad durante el desarrollo de herramientas UML, entre otras.

Para instalar esta aplicación hay que dirigirse a la página www.eclipse.org y que al instalarse incluyen los plugins básicos, si es el caso de instalar nuevos plugins en la pestaña Community de la página oficial de eclipse podemos encontrar cientos de plugins.

My SQL

Considerado como un gestor de bases de datos de distribución libre y de código abierto, el uso de este programa está sujeto a licencia GNU que es la que admite crear cualquier tipo de aplicaciones, se lo puede descargar libremente desde www.mysql.com.

Existen cuatro versiones de este programa: Estándar, Max, Pro y Classic.

MySQL para su funcionalidad utiliza el lenguaje SQL para el trabajo de bases de datos, este programa almacena las bases de datos en su carpeta por defecto DATA que se la localiza en la raíz donde se instaló el programa (Sánchez, 2004).

Características básicas del MySQL tiene las principales características

- No diferencia las mayúsculas de las minúsculas
- Al finalizar un comando debe terminar en “;”
- Ideal para trabajar con operaciones aritméticas
- En la misma línea de comando pueden haber más de un comando separados por “;”

2.2. Descripción de aplicación

Se procederá a detallar el proceso que se lleva a cabo en la construcción de la aplicación, para lo cual se utiliza un modelo lineal secuencial en la elaboración de un software, desarrollando cada una de las necesidades detectadas a través del estudio del arte y las visitas personalizadas que se realizaron a diferentes programas de piscicultura y productores de peces de la zona.

Para realizar la aplicación informática se utiliza el lenguaje de programación Java con la plataforma eclipse.

2.3. Detalle de procesos y expresiones matemáticas que se utilizan en la aplicación

Para el crear las expresiones matemáticas consideramos las investigaciones de Jover Cerdá (2000) detallada en la Tabla 2 que maneja un esquema de estimación del crecimiento, ganancias de energía, perdida por incremento calórico y cuantificación de las necesidades de energía digestible y de alimento de los peces.

Además, se consideraron los requisitos obtenidos en las diferentes entrevistas realizadas a piscicultores de la localidad, que está detallado en la Tabla 4.

2.3.1. Parámetros y ecuaciones matemáticas generadas para la aplicación

Para desarrollar la simulación se debe de realizar varios cálculos que se despejan con las siguientes ecuaciones:

- a) Tasa de crecimiento (*tcre*)

El crecimiento de los peces se determina por la cantidad de alimentos que ingieren y por la temperatura del agua.

$$tcre = \frac{\%}{dia}$$

- b) “Suma de temperatura efectiva en grados (*ste*)”

Dentro del proceso de producción de peces la temperatura se convierte en un factor importante para la supervivencia y crecimiento, la temperatura del agua se convierte en una variable importante en la acuicultura, las tilapias tienen sus requisitos de temperaturas característicos para su crecimiento.

Para obtener este valor se considera la diferencia de la “temperatura media (*tm*)” con la “tasa efectiva (*ste*)” y del resultado se obtiene el producto con los días del mes calculado.

$$ste = dias(tm - te)$$

c) “Peso (g) (*pg*)”

Peso dado en gramos de los peces en determinada fecha, para esto se considera el “peso inicial (*pini*)” de la siembra, la “suma de la temperatura efectiva (*ste*)” y el “coeficiente térmico de crecimiento (*ctc*)”

$$pg = \left((pini^{\frac{1}{3}}) + (ste \cdot ctc) \right)^3$$

d) “Numero de tilapias (*nt*)”

Cantidad de peces en determinada fecha, para obtener este resultado se considera el “número de peces iniciales (*npi*)” con el “producto de la tasa de supervivencia (*psup*)” establecida y este resultado se divide para 100 que se considera un valor constante.

$$nt = \frac{psup \cdot npi}{100}$$

e) “Biomasa (*bio*)”

Cantidad total en kilogramos de peces vivos presentes en los estanques, para obtener el producto consideramos “cantidad de peces (*til*)” y el “peso (*pg*)”, el resultado se lo divide para 1000.

$$bio = \frac{til \cdot pg}{1000}$$

f) “Densidad (kg/m3) (*dens*)”

La relación que existe entre la masa y el volumen de los peces depende del “peso inicial (*pg*)”, para ello aplicaremos una condición lógica entre 5, 15 y 25.

$$dens = \begin{cases} 5, si pg \leq 3 \\ 15, si pg \leq 20 \\ 25, si pg > 20 \end{cases}$$

g) “Volumen (kg/m3) (*vol*)”

El espacio que ocupa los peces en metro cubico, lo obtenemos dividiendo la “biomasa (*bio*)” para la “densidad (*dens*)”.

$$vol = \frac{bio}{dens}$$

h) “Volumen tanque(m3) (*vol_tan*)”

Se calcula dependiendo de la “densidad inicial (*dens*)”, aplicaremos una condición lógica que si la densidad inicial es 5 el volumen de tanque es 60, si la densidad inicial 15 el volumen de tanque es 150 y si densidad inicial es 25 el volumen del tanque será 600.

$$vol_tan = \begin{cases} 60, si\ dens \leq 5 \\ 150, si\ dens \leq 15 \\ 600, si\ dens > 15 \end{cases}$$

i) “Numero de tanques teóricos (*ntant*)”

Este campo se calcula dividiendo el “volumen (*vol*)” con “volumen de tanque (*vol_tan*)”; pero en número de tanques reales consideramos estos valores a 1.

$$ntant = \frac{vol}{vol_tan}$$

j) “Peso medio (*pm*)”

Es el promedio de peso de cada animal, para esto obtenemos la media aritmética de la suma entre “peso inicial (*pini*)” y “peso en gramos (*pg*)”.

$$pm = \frac{pini + pg}{2}$$

k) “Biomasa media (*biomed*)”

Es la media aritmética entre el “peso inicial (*pini*)” más el “número de peces iniciales “peso inicial (*npi*)”, a esto le sumamos la “biomasa “peso inicial (*bio*)” y el resultado dividido para 2.

$$biomed = \frac{\frac{pini + npi}{1000} + bio}{2}$$

l) “Pienso (g) (*pien*)”

Alimento de los peces en gramos, resolvemos obteniendo el producto entre “total alimentos (*talim*)”, “biomasa media (*biomed*)” y días; al resultado obtenido lo dividimos para 2.

$$pien = \frac{talim.biomed.dias}{2}$$

m) Tipo pienso (tpie)

Condición lógica para obtener el tipo de alimento que puede ser migas o pienso dependiendo del “peso en gramos (pg)” de los peces.

$$tpie = \begin{cases} migas, si pg \leq 8 \\ pienso, si pg \leq 10000 \end{cases}$$

n) “Precio pienso (ppien)”

Condición lógica para establecer el precio del alimento, dependiendo si es miga o pienso es el valor del resultado.

$$ppien = \begin{cases} 0.85, si tpie = pienso \\ 0.70, si tpie = migas \end{cases}$$

2.3.2. Detalle de las variables utilizadas en la aplicación

En la Tabla 8 visualizamos las variables que se utilizan en la construcción de la aplicación.

Tabla 8

Variables y detalle de variables

Variables	Detalles de variables
<i>ste</i>	Suma temperaturas / tasa efectiva
<i>te</i>	Temperatura efectiva
<i>np</i>	Número de tilapias
<i>npi</i>	Número de peces iniciales
<i>ctc</i>	Coefficiente térmico de crecimiento
<i>til</i>	Tilapias
<i>vol</i>	Volumen
<i>ntant</i>	Número de tanques teóricos
<i>pm</i>	Peso medio
<i>dias</i>	Días
<i>talim</i>	Tasa alimentación
<i>ppien</i>	Precio del pienso
<i>tm</i>	Temperatura media en grados
<i>pg</i>	Peso (g)
<i>psup</i>	% supervivencia

<i>pini</i>	Peses iniciales
<i>bio</i>	Biomasa
<i>dens</i>	Densidad
<i>Vol_tan</i>	Volumen tanque
<i>ntant</i>	Número de tanque
<i>biomed</i>	Biomasa media
<i>pien</i>	Pienso
<i>tpie</i>	Tipo de pienso
<i>ppien</i>	Precio del pienso

Nota: Autor (2023)

2.4. Análisis de los datos

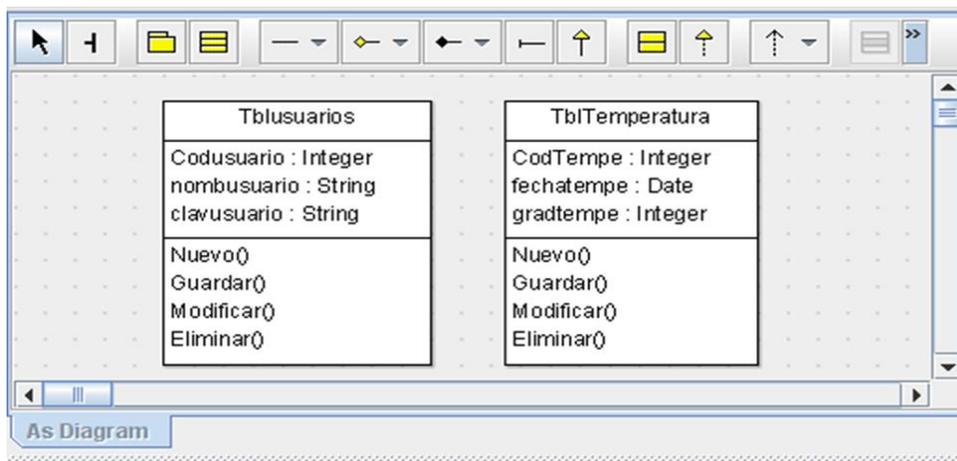
Los datos que se incluyen en el análisis son,

- Datos del usuario que es la persona encargada para ingresar al programa,
- Datos de temperatura que almacena datos históricos de las temperaturas por días, y
- Datos de simulación que serán los datos ingresados y calculados para obtener los resultados requeridos.

Al analizar la información que debe ser controlada por el programa se realiza una estructura de datos en el lenguaje unificado de modelado UML cómo se lo indica en la Figura 4; se utiliza la herramienta ArgoUml para comparar su funcionalidad.

Figura 4

Estructura de datos elaboradas en el programa ArgoUml



Nota: Autor (2023)

En la Figura 4 se muestran las tablas que se utilizan en este programa y que para su elaboración se las creó en un programa administrador de bases de datos.

Sobre los datos de la simulación no son necesarios almacenarlos, una de las normas de la normalización de base de datos indica que los campos calculados no se deben almacenar, se calculan y muestran sus resultados.

2.5. Diseño base de datos y tablas en MySql

Para crear la base de datos y sus tablas se utilizó el programa MySql Workbench 8.0 CE, al crear la base de datos y las tablas en MySql se deben definir las claves de acceso al momento de su instalación.

En la Tabla 9 se visualiza los ingresos de las credenciales nombre de usuario y contraseña, las mismas que son validados en la conexión con el lenguaje de programación Java, de esta manera se empieza con la creación de la base de datos y las tablas; la Tabla 9 muestra las credenciales para el acceso a la base de datos creada en MySql.

Tabla 9

Credenciales de acceso a la base de datos de MySql

Usuario	Clave
root	AByz1234
joma	AByz1235

Nota: Dentro del MySql procedemos a crear la base de datos (bdgranjas) y sus respectivas tablas (tblusuario / tbltemperatura). Autor (2023)

Crear base de datos

Se crea una base de datos en MySql con el nombre ``bdgranjas``, para administrar datos que puedan ser relacionados y estructurados rápidamente con el programa de acuerdo con las características selectivas que desee.

De esta manera el usuario final podrá interactuar con el programa y puedan capturar y analizar los datos.

Crear tablas

La tabla es el componente más significativo dentro de una tabla, es aquella donde vamos a guardar los datos de la simulación, usuarios, control de ingresos; proporcionando resumen general de los datos, clasificar y reordenar los datos, filtrar para reducir la cantidad de información almacenada y además nos proporcionan datos específicos correspondiente a cada estructura del programa.

Las tablas van a contener los campos principales para el control y producción de la tilapia, cómo está detallado en la Figura 5.

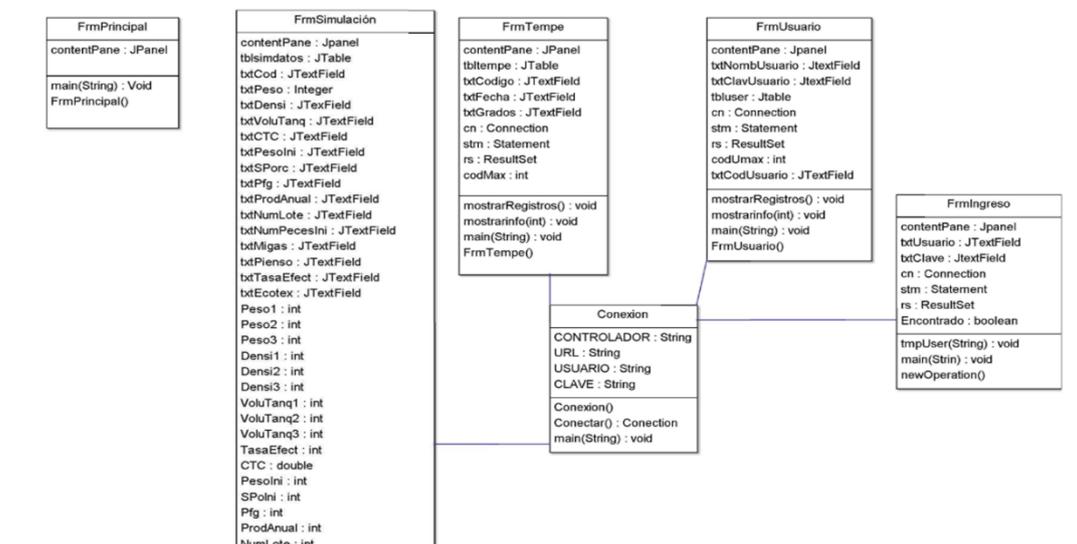
2.6. Diseño Clases

Las clases son una agrupación de datos, se podría decir que es el centro de la programación orientada a objetos que contienen atributos (variables o campos) y las funciones (métodos) (Garc et al., 2000).

Se requiere describir la estructura del programa mostrando en las clases los atributos que se van a necesitar, las operaciones y los enlaces que existan entre los objetos; con la ayuda del programa ArgoUML se realizó el diagrama de clases que se detalla en las Figuras 5 y 6.

Figura 5

Diagrama de clases elaborado en ArgoUML para el programa "Procesos de producción de tilapias", Parte 1



Nota: Autor (2023)

Figura 6

Diagrama de clases elaborado en ArgoUML para el programa "Procesos de producción de tilapias", Parte 2

NumPecesIni : long Ecotex : String Migas : double Dias : int TempMedia : int StempEffect : int Peso : double Superv : int Tilapia : long Biomasa : double Densidad : int Volumen : double VoluTanq : double NumTanqTeor : double NumTanqReal : double PesoMedio : double TipAlim : double BioMed : double PiensoKG : double TipoPienso : String PrecioPienso : double BiomasaAnt : double PesoAnt : double cn : Connection stm : Statment rs : ResultSet newAttr : Integer
CargarDatos() : void PromTempMes() : void main(string) : void FrmSimulacion()

Nota: Autor (2023)

A continuación, se detalla cada clase que integran el diagrama UML con las principales características: Nombre de la clase, detalle, atributos, métodos.

Clase FrmPrincipal

La clase principal contiene el método public **main(String):void**; es la primera que se ejecuta al inicializarse el programa.

Clase Conexión

Esta clase es la encargada de conectar la máquina virtual java con la base de datos de nombre **bdgranjas** que se encuentra en **MySQL**; contiene como atributos principales **usuario** y **clave** para poder hacer la conexión, y el método **conectar (): conection**.

Clase FrmTempe

La clase temperatura es la que administra los datos históricos de las temperaturas almacenadas por día, entre sus principales atributos están: **tbltempe:JTable**, que permite interactuar con la tabla de temperaturas,

txtCodigo, *txtFecha*, *txtGrados* y los métodos *mostrarRegistros():void*, *frmTemp()*.

Clase FrmUsuario

Esta clase administra los datos o credenciales de los usuarios que tendrán acceso al programa: *tblUser:JTable*, que permite interactuar con la tabla de Usuario, *txtNombUsuario*, *txtClavUsuario* y los métodos *mostrarRegistros():void*, *frmUsuario()*.

Clase FrmIngreso

Esta clase permite validar los datos de los usuarios que tendrán acceso al programa, tiene como sus principales atributos: *TxtUsuario*, *TxtClave* y como su principal método *main(String):void*.

Clase FrmSimulación

En esta clase encontramos los principales atributos que se ingresan y serán las variables que utiliza el programa para calcular sus ecuaciones y devolver los campos calculados requeridos, tiene como sus principales atributos las variables detalladas en las Figuras 5 y 6, además contiene los métodos *CargarDatos():void*, *FrmSimulacion()*.

2.7. Diseño de formularios

Los formularios son ventanas que permiten interactuar dentro de un sistema; mover, minimizar, maximizar o cambiar el tamaño son acciones que se realizan en ellas. Para empezar el trabajo debemos invocar a la biblioteca gráfica Swing o Java Swing.

Los principales elementos que se integran al formulario del programa son:

Etiqueta. - Es el rótulo que muestra mensajes en la ventana y será representado por un JLabel.

Cuadro de texto. - Es el cuadro donde se introducen los datos para ser procesados por el programa y será representado por JTextField.

Botón. - Es la herramienta que recibe una orden con el mouse o el teclado y ejecuta procesos y está representado por JButton.

La Figura 7 muestra la ventana principal del programa, la cual funciona como contenedor y en ella se genera un menú de opciones que permite llamar a las otras ventanas del programa y poder manipular los datos de las tablas de la base de datos.

Figura 7

Formulario FrmPrincipal



Nota: Autor (2023)

La Figura 8 visualiza el contenido del formulario de temperaturas, el cual genera un código automático, permite el ingreso de la fecha y temperatura además guarda, modifica y elimina las temperaturas por día.

Figura 8

Formulario FrmTempe

Código	Fecha	Grados
1	2019-12-20	25
2	2019-12-20	25
3	2019-01-23	25
4	2019-01-24	30
5	2019-01-25	29
6	2019-01-26	28
7	2019-01-27	25

Nota: Autor (2023)

El formulario que muestra la Figura 9 genera un código automático, permite el ingreso de nombre de usuario y clave que serán las credenciales para poder ingresar a la aplicación; los botones dan las acciones de guardar, modificar o eliminar nuevos usuarios que tendrán acceso al programa.

Figura 9
Formulario FrmUsuario

Código	Usuario	Clave
1	joma	1234

Nota: Autor (2023)

El formulario FrmSimulación que se visualiza en la Figura 10 detalla el núcleo del programa, que permite ingresar en cada uno de los cuadros de textos de las variables participantes valores que se calculan y serán reflejados en la tabla que se despliega automáticamente dependiendo de los resultados a mostrar que se detallan en la Tabla 10 y Tabla 11.

Figura 10
Formulario FrmSimulación

Meses	Días	Temp. M.	Sum. Te.	Peso (g)	Superviv.	Tilapia	Biomasa	Densida.	Volumen	Volumen	Núm. Ta.	Núm. Ta.	Peso me.	Tipo ali.	BiolMed (Pienso (Tipo Pie.	Precio Pi.
Septem.	30	29	330	5.381	98	37108	199.695	15	13.3130	150	0.089	1	3.191	5	118.348	177.521	migas	150.893
Octubr.	31	31	403	19.061	97	39730	700.099	19	48.6732	150	0.311	1	12.221	4	449.897	457.873	pienso	390.511
Noviem.	30	33	450	50.54	96	36351	1.837.17	25	73.4867	300	0.245	1	34.8	4	1.268.635	1.522.361	pienso	1.065.653
Diciemb.	31	25	217	73.665	95	35972	2.649.893	25	105.995	300	0.353	1	62.103	3	2.243.532	2.086.484	pienso	1.460.539
Enero2.	31	28	310	117.563	94	35594	4.184.523	25	167.380	300	0.558	1	95.614	3	3.417.208	3.178.003	pienso	2.224.602
Febrer.	29	28	290	171.88	93	35215	8.052.741	25	242.109	300	0.807	1	144.721	3	5.118.632	4.453.231	pienso	3.117.247
Marzo2.	31	27	279	237.881	92	34836	8.286.817	25	331.472	300	1.105	1	204.88	2	7.169.779	4.445.263	pienso	3.111.684
Abril2020	30	27	270	316.061	91	34458	10.890.8.	25	435.632	300	1.452	1	276.971	2	9.588.817	5.753.29	pienso	4.027.303

Nota: Autor (2023)

Tabla 10

Detalle de los campos ingresados en el formulario FrmSimulación

Campo	Detalle
CTC	Factor de crecimiento 0.00228 establecido para la tilapia
Número de peces iniciales	Cantidad de peces iniciales o siembra de alevines
Peso (g)	Valores (3, 20, 300) Peso en gramo de los peces
Densidad (kg/m3)	Valores (5, 15, 25) La densidad por kg en metros cúbicos
Volumen tanque (m3)	Valores (60, 150, 500) Volumen de tanque en metros cúbicos
Tasa efectiva / Temperatura	Porcentaje para calcular la temperatura efectiva para la cría de peces
Peso inicia (g)	Peso inicial de los alevines dados en gramos
S(%)	Porcentaje de supervivencia de los peces
Pf(g)	Peso final del pez
Producción anual TM	Producción anual proyectada en toneladas
Numero de lotes	El número de lote donde se siembra el alevines
Ecotex	Tipo de Balanceado
Migas	Valor del balanceado en migas
Pienso	Valor del balanceado en pienso

Nota: Autor (2023)

Tabla 11

Detalle de los campos calculados en el formulario FrmSimulación

Campo	Detalle
Meses	Muestra la cantidad de meses proyectada dependiendo de valores iniciales
Días	Muestra los días por meses
Temp M....	Muestra la media de temperatura en grados de esos días en el mes correspondiente
Sum T....	La suma de la temperatura efectiva en grados (depende la temperatura del agua para el peso y tiempo proyectado)
Peso (g)	Sumatoria del peso en gramos del lote de peces en cada mes
Supervivencia	Porcentaje de supervivencia de peces
Tilapias	Cantidad de peces resultantes del % de supervivencias y el tiempo de la proyección
Biomasa (kg)	Cantidad de biomasa dependiendo de días y meses de la proyección
Densidad	Depende del peso de los peces y de la densidad del agua
Volumen (m3)	Depende de la biomasa y densidad del agua

Volumen de tanques (m ³)	Depende de la densidad y el volumen del tanque
Número de tanques teóricos	Depende de volumen y volumen de tanque
Número de tanques real	Depende de tanques teóricos
Peso medio	Promedio entre el peso inicial (final) y el peso de la proyección
Tasa de alimentación	% e alimentación de acuerdo al peso de los peces
Biomasa media (kg)	Promedio del peso de los peces
Pienso (kg)	Depende de los días proyectados, peso, biomasa y la % de alimentación
Tipo de pienso	Puede ser en migas o pienso que depende del peso de los peces
Precio del pienso	Valor en dólares que depende si es en migas o pienso

Nota: Autor (2023)

CAPITULO

03

**METODOLOGÍA DE
TRABAJO,
EVALUACIÓN DE
APLICACIÓN,
CONCLUSIONES Y
TRABAJOS FUTUROS.**

Metodología de trabajo, evaluación de aplicación, conclusiones y trabajos futuros.

En el presente capítulo vamos a detallar la metodología que se ha utilizado para resolver el problema y qué tecnología o software se ha utilizado.

El estudio del presente trabajo se basó en granjas de piscicultores de la zona aledaña y el proyecto “Cultivos de peces continentales nativos y tilapia, en estanques de geomembrana, para mejorar la alimentación de la población de la zona rural” (2019). Las visitas se realizaron a 6 granjas de peces de la zona de Los Ríos – Ecuador de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Dado que lo que se pretende en el proyecto de elaborar una aplicación informática en procesos de producción de tilapias es lograr establecer los factores de crecimiento de la tilapia, generar ecuaciones para estimar el crecimiento y verificar la funcionalidad de la aplicación. Por tal motivo, se eligió el método de análisis de componentes principales cuando se trabaja con una muestra de datos lo más común es considerar el mayor número de variables.

Se utilizó entrevistas estructuradas que facilitaron a los piscicultores informar sus aprendizajes y experiencias en el cultivo de las tilapias. La entrevista se realizó directamente con el encargado de cada granja.

Los temas analizados en la entrevista fueron las siguientes: satisfacción en los resultados obtenidos por cosechas, competencias entre piscicultores, costos invertidos, horas dedicadas en la producción de los peces, interés en aplicar la tecnología en la actividad acuícola, capacitaciones, registros de datos, parámetros medibles. Los resultados obtenidos se presentan desde el punto de vista de cada piscicultor.

Para el diseño de la interfaz, se decidió hacerla amigable, ya que los usuarios finales no tenían mucha experiencia con aplicaciones informáticas. Para ello se tomó en consideración los aspectos fundamentales en la programación: investigación, análisis, implementación y evaluación. Aplicando estas etapas visualizamos las necesidades reales del acuicultor, además siguiendo estas

etapas podemos hacer cambios en todos los instantes del proceso de elaboración de la aplicación.

Para la parte de desarrollo del software se utilizó la metodología del SCRUM ya que es amigable ya que tienen tendencia al cambio que es muy probable en este proyecto. Esta metodología nos ayuda a conocer las tareas y plazos en el tiempo establecido. Esta metodología se basa en aspectos como la flexibilidad, el factor humano, la colaboración, siendo sus pilares más importantes la adaptación, la inspección y la transparencia.

Además, en el presente proyecto se resuelven las ecuaciones simples, múltiples y análisis de camino o pathway que sean necesarias dentro del proceso de cultivos de la tilapia.

Para desarrollar la aplicación se trabaja con el lenguaje de programación Java y su plataforma eclipse, se valida la funcionalidad a través de registros históricos.

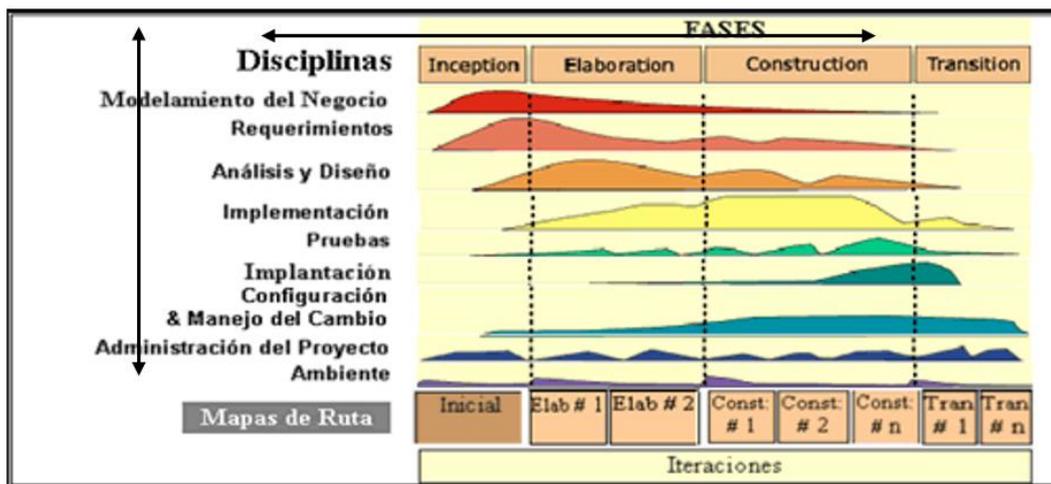
La metodología para el desarrollo de software RUP (Rational Unified Process) utiliza UML (Unified Modeling Lenguaje) para disponer los esquemas del software, considerando que es el proceso más general de los que se tienen en la actualidad. Según López et al. (2015a) clasifica el ciclo de un programa en las siguientes fases:

- Fase de inicio
- Fase de elaboración
- Fase de construcción
- Fase de transición

En la Figura 11 muestra en el eje horizontal el tiempo y los ciclos del aspecto dinámico, mientras que en el eje vertical visualiza el aspecto estático del proceso de construcción del software.

Figura 11

Metodología RUP



Nota: Extraído de López et al. (2015b)

Para determinar la asociación entre las variables se utilizó la correlación de Pearson con la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x * \sigma_y}$$

3.1. Evaluación de la aplicación

Se procederá a evaluar la efectividad de la aplicación, utilizando archivos históricos para poder su funcionalidad de la información procesada.

El modelado sirve como una herramienta poderosa para la formulación, el examen y la mejora dentro del proceso de producción de tilapia.

El modelado proporciona una herramienta de trabajo para llevar a cabo numerosos experimentos de "qué pasaría si" rápidamente y puede evaluar las consecuencias de varias hipótesis o estrategias de manejo de sistemas acuícolas grandes y complejos que rara vez son posibles en su entorno natural.

El modelo puede representar un sistema acuícola que no existe o que no se puede manipular fácilmente. Además, el modelo puede proporcionar un medio conveniente para recopilar y/o transmitir información. En acuicultura, los modelos son principalmente numéricos y, por lo tanto, computacionalmente intensivos. En

ese sentido, las computadoras pueden proporcionar las capacidades de procesamiento necesarias para hacer uso de tales modelos.

Esta aplicación informática es considerada como un sistema de modelado que puede hacer predicciones inteligentes sobre las consecuencias de diversas estrategias de gestión en el proceso cría y producción de tilapias.

Los modelos facilitan la evaluación de interacciones complejas de los sistemas acuícolas.

Cuanto mayor sea la fuerza laboral científica dedicada a reunir evidencia para aplicaciones de producción de peces, más rápido este campo puede evolucionar en uno que esté bien fundamentado en evidencia.

Los productores de peces también tienen un gran interés en determinar la base probatoria de esta aplicación. Una base para evaluar la aplicación es introducir archivos históricos para que los productores puedan comparar resultados con los que llevan manualmente y compararlos con los que procesa la aplicación.

Aunque se han descrito métodos para desarrollar y establecer sistemáticamente la efectividad de las aplicaciones en los laboratorios de investigación académica, hay poca orientación disponible sobre las formas de desarrollar una base de evidencia para aplicaciones comerciales.

Para evaluar la aplicación se procede a analizar información de datos históricos de productores de peces de la región, comparar sus resultados con las hojas de cálculos y apuntes para evaluar con criterios predefinidos en relación con criterios basados en evidencias y pruebas de usabilidad de funciones.

Esta revisión no solo proporciona una visión general útil de los métodos utilizados en los estudios publicados, sino que también señala la necesidad de seguir trabajando en el desarrollo y la descripción de los métodos, incluidos los que aún no se han aplicado en la investigación de aplicaciones comerciales. Nos basamos en este trabajo al detallar una amplia variedad de métodos y diseños de estudio que se pueden utilizar para evaluar aplicaciones comerciales de producción de peces.

Si bien lo que se busca al evaluar una aplicación es permitir que el usuario final lo manipule, se ingresó datos reales del proyecto de investigación "Cultivos de

peces continentales nativos y tilapia, en estanques de geomembrana, para mejorar la alimentación de la población de la zona rural” a cargo del Dr. Jorge Rodríguez Docente titular de la UTEQ, para lograr este fin, se ingresaron Peso Inicial (pini), Peso Final (pf), tasa media (tmed), producción anual (panu) y otros valores estándar de la simulación cómo se demuestra en la Figura 12; además se realizó una entrevista con el Docente sobre la experiencia y los reportes que arrojó el programa.

Figura 12

Datos ingresados en la evaluación

Simulación			
Código	1	CTC	0.00228
Peso (g)	3	Peso Inicial (g)	1
Densidad (kg/m3)	5	S(%)	88
Volumen (m3)	60	pf (g)	300
Tasa Efectiva	18	Producción Anual (tm)	60
		Número Lotes	6
		Número Peces Inicial	37866
		Ecotex	ecotex30
		Migas	0.85
		Pienso	0.7

Nota: Autor (2023)

Como objetivo de realizar esta evaluación es descubrir las opiniones del usuario final al utilizar la interfaz del programa, comparar resultados y que tan útil les resulta utilizar esta herramienta.

Cómo resultados se pudo obtener una proyección a 30 días, calculando el peso (pg), porcentaje de supervivencia (psup), número de tilapias por meses (np), la biomasa (bio), densidad (dens), volumen tanque (vol_tan), número de tanques reales (ntantl), cantidad de alimentación (pien), tipo de alimentación (tpie) y el valor en dólares por consumo de balanceado (ppien) Figuras 13 y 14.

Figura 13

Datos calculados en la evaluación

Meses	Días	Temp. M...	Sum. Te...	Peso (g)	Superviv...	Tilapia	Biomasa...	Densida...
Septiem...	30	29	330	5,381	98	37108	199,695	15
Octubre/...	31	31	403	19,061	97	36730	700,099	15
Noviem...	30	33	450	50,54	96	36351	1.837,17	25
Diciemb...	31	25	217	73,665	95	35972	2.649,893	25
Enero/2...	31	28	310	117,563	94	35594	4.184,523	25
Febrero/...	29	28	290	171,88	93	35215	6.052,741	25
Marzo/2...	31	27	279	237,881	92	34836	8.286,817	25
Abril/2020	30	27	270	316,061	91	34458	10.890,8...	25

Nota: Autor (2023)

Figura 14

Datos calculados en la evaluación

Volumen...	Volumen...	Núm. Ta...	Núm. Ta...	Peso me...	Tipo ali...	BioMed (...)	Pienso (...)	Tipo Pie...	Precio Pi...
13.3130...	150	0,089	1	3,191	5	118,348	177,521	migas	150,893
46.6732...	150	0,311	1	12,221	4	449,897	557,873	pienso	390,511
73.4867...	300	0,245	1	34,8	4	1.268,635	1.522,361	pienso	1.065,653
105.995...	300	0,353	1	62,103	3	2.243,532	2.086,484	pienso	1.460,539
167.380...	300	0,558	1	95,614	3	3.417,208	3.178,003	pienso	2.224,602
242.109...	300	0,807	1	144,721	3	5.118,632	4.453,21	pienso	3.117,247
331.472...	300	1,105	1	204,88	2	7.169,779	4.445,263	pienso	3.111,684
435.632...	300	1,452	1	276,971	2	9.588,817	5.753,29	pienso	4.027,303

Nota: Autor (2023)

Se realizó varias pruebas, con valores distintos, se obtuvieron conclusiones y se establece un plan de trabajo futuro para mejorar los resultados obtenidos y ser aplicados a otras especies de interés zotécnicos.

Tabla 12

Valores promedios usando aplicación informática en procesos de producción de tilapias para las variables temperatura, peso, pienso, otras, peso inicial 6g. peso final 500g

Peso Medio (G)	Biomasa Media (Kg)	Precio Pienso (USD)
14,03	196,21	212,89
28,21	341,5	267,74
43,44	545,99	473,92
63,91	866,17	545,69
90,12	1212,39	789,26
122,56	1640,15	1033,3
162,13	2151,75	933,86
210,2	2759,99	1197,84
265,89	3453,73	1015,4
330,83	4250,35	1106,79
405,39	5151,02	1298,06
478,18	6008,79	1160,9
184,57	2381,5	836,3
464,14	5812,58	1085,17
14,03	196,21	212,89
478,18	6008,79	1298,06

Tª Media °C	Peso (G)	Pienso	Biomasa (Kg)	Densidad (Kg/M3)	Volumen (Kg/M3)	Vol. Tanq (Kg/M3)	Tanque Teóricos
32	22,07	304,12	307,19	25	12,29	600	0,02
25	34,36	382,48	375,81	25	15,03	600	0,025
25	52,52	677,03	716,17	25	28,65	600	0,048
25	75,3	779,56	1016,18	25	40,65	600	0,068
25	104,94	1127,52	1408,6	25	56,34	600	0,094
25	140,18	1476,14	1871,71	25	74,87	600	0,125
25	184,08	1334,08	2431,79	25	97,27	600	0,162
25	236,31	1711,2	3088,2	25	123,53	600	0,206
25	295,47	1450,57	3819,26	25	152,77	600	0,255
25	366,19	1581,13	4681,43	25	187,26	600	0,312
25	444,6	1854,37	5620,61	25	224,82	600	0,375
25	511,76	1658,43	6396,97	25	255,88	600	0,426
25,58	205,65	1194,72	2644,49	25	105,78	600	0,18
7	489,69	1550,24	6089,78	0	243,59	0	0,41
25	22,07	304,12	307,19	25	12,29	600	0,02
32	511,76	1854,37	6396,97	25	255,88	600	0,43

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio	Rango	Min	Max
-------	-------	---------	-------	-------	------	-------	-------	--------	------------	---------	-----------	-----------	----------	-------	-----	-----

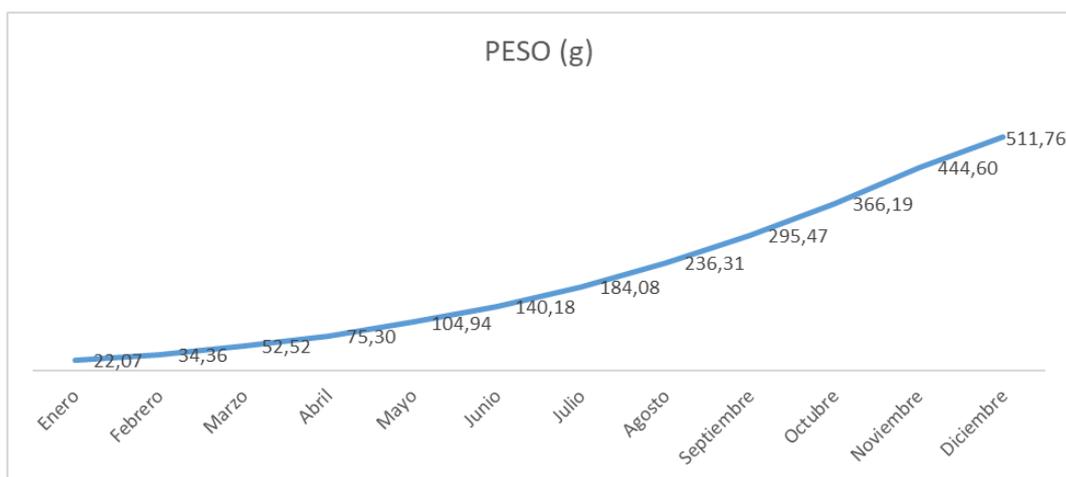
Nota: Autor (2023)

Se puede observar en la Tabla 12 que en la variable temperatura se registra un promedio de 25,58°C con una mínima de 25,00°C y una máxima de 32,00°C, sin embargo, enero fue el más caluroso debido a los cambios climático y al inicio de la etapa invernal en la Provincia de Los Ríos. Sin embargo, lo descrito por otros autores hay especies que su temperatura no debe de pasar los 26°C; con esta tabla se establecen los factores que determinan el crecimiento de la tilapia.

Se muestra en la Figura 15 el crecimiento de las tilapias generado en 12 meses, con un peso inicial de 6g y un peso final de 500g.

Figura 15

Peso en gramos de los peces y su comportamiento en 12 meses



Nota: Autor (2023)

Se puede observar en la Figura 16 un efecto creciente desde enero hasta diciembre, julio, septiembre y octubre hay un efecto decreciente debido al tipo de alimentación que se eligió.

Figura 16

Consumo del pienso de enero a diciembre

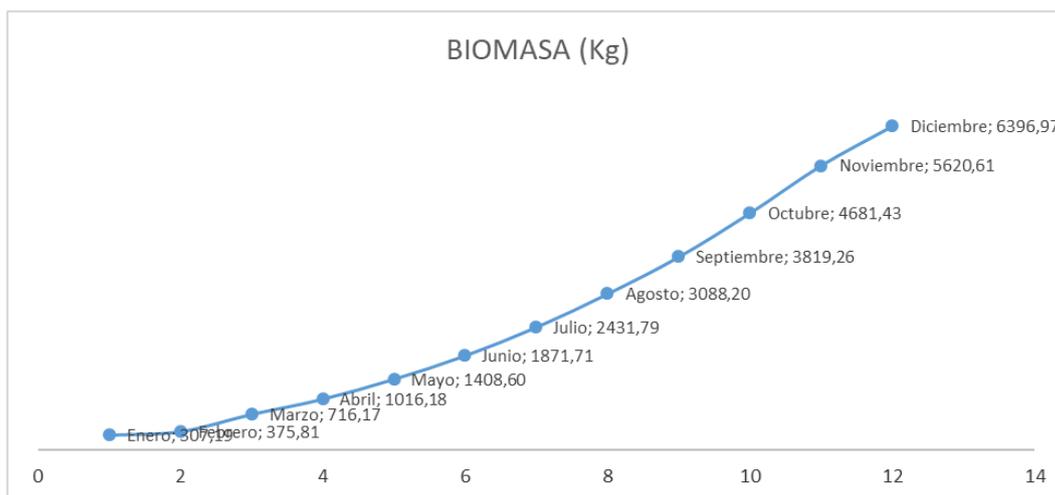


Nota: Autor (2023)

Se puede observar en la Figura 17 el creciente de la biomasa dada en kilogramos desde enero hasta diciembre.

Figura 17

Cantidad total en la producción de peces

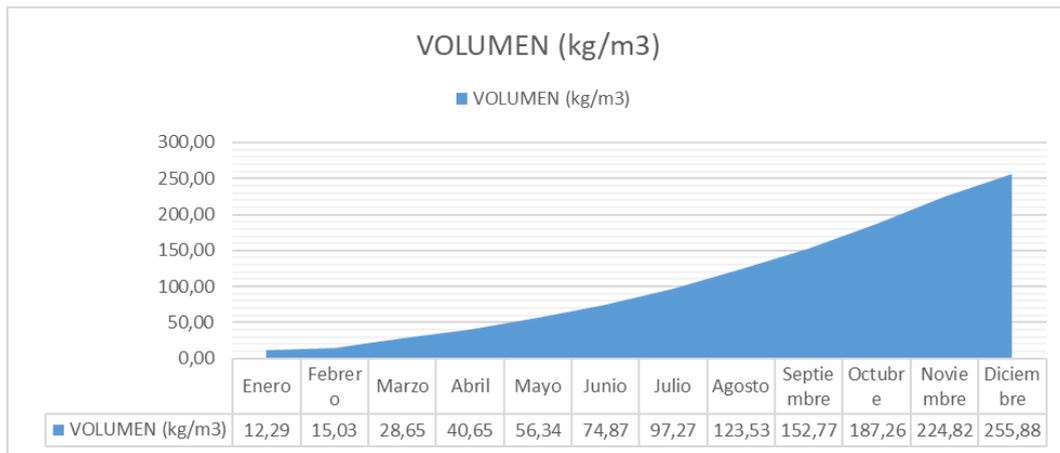


Nota: Autor (2023)

La Figura 18 muestra el espacio que ocupan los peces en metro cubico dentro de los estanques, de acuerdo a su crecimiento y representado en cada mes.

Figura 18

Volumen kg/m³

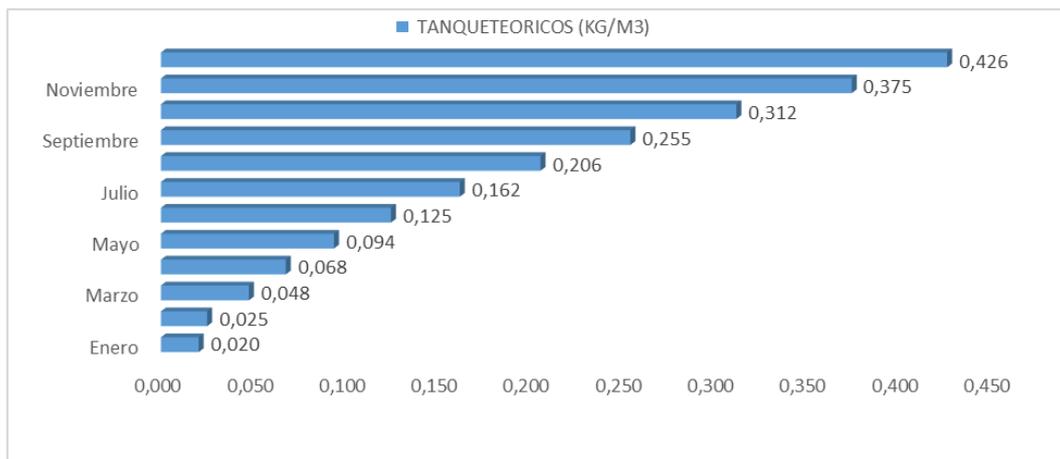


Nota: Autor (2023)

La Figura 19 indica los tanques teóricos que se utilizan dentro del proceso de producción de peces; pero en número de tanques reales consideramos estos valores a 1.

Figura 19

Tanques teóricos kg/m³

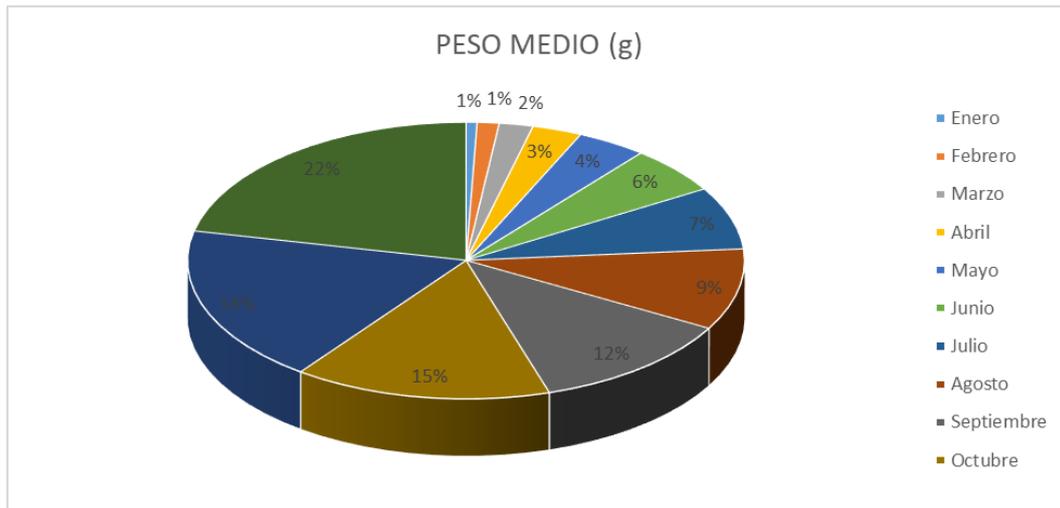


Nota: Autor (2023)

La Figura 20 visualiza el promedio de peso de cada animal, aplicando la media aritmética de la suma entre “peso inicial (*pini*)” y “peso en gramos (*pg*)”.

Figura 20

Peso medio (g)

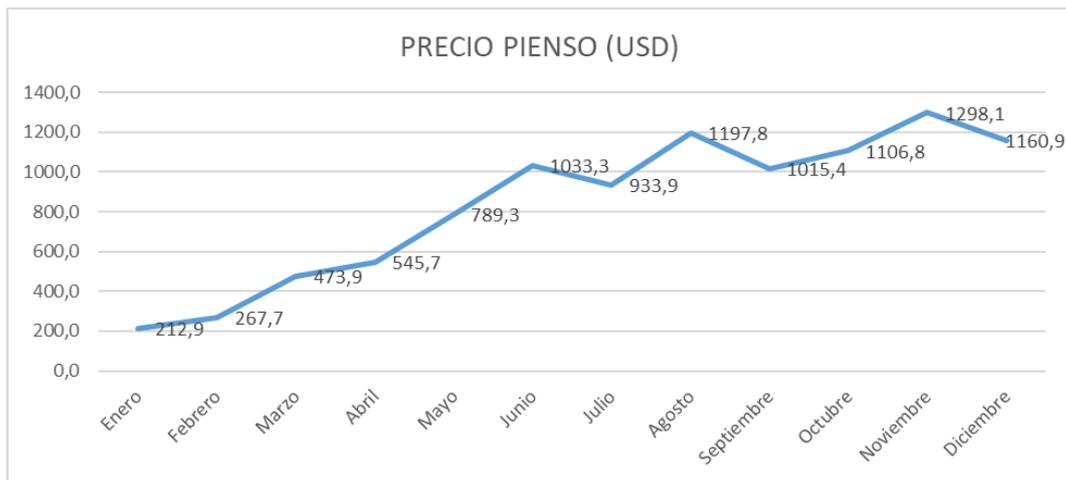


Nota: Autor (2023)

La Figura 21 visualiza el precio del alimento invertido en cada mes dentro de la producción de peces.

Figura 21

Precio del pienso en dólares USD



Nota: Autor (2023)

La Figura 22 muestra la media aritmética del “peso inicial (*pini*)” más el “número de peces iniciales “peso inicial (*npi*)”, con la suma de la “biomasa “peso inicial (*bio*)” dividido para 2.

Tª MEDIA °C	Tª MEDIA °C	PESO (G)	Pienso	Biomasa (Kg)
1	1	1	1	1
Pienso	-0,34 ns	1	1	1
Biomasa (Kg)	-0,53 ns	0,84	**	**
Volumen (Kg/M3)	-0,35 ns	1	**	**
Tanque teoricos	-0,35 ns	1	**	**
Peso Medio (G)	-0,35 ns	1	**	**
Biomasa Media (Kg)	-0,35 ns	1	**	**
Precio Pienso	-0,35 ns	1	**	**
	-0,53 ns	0,84	**	**

Nota: <0,666 no significativo (ns), >0,666 significativo (*), >0,79 altamente significativo (**). Autor (2023)

3.2. Conclusiones y trabajos futuros

Se muestran las contribuciones positivas que se han sacado al desarrollar esta investigación, resultados obtenidos que están relacionados con los objetivos planteados, además se aportan las expectativas de futuras mejoras de la aplicación que por el corto tiempo no han podido ser resueltas con profundidad, se plantean algunos puntos específicos para mejorar la aplicación.

3.2.1. Conclusiones

- Se determinaron los parámetros mediante las revisiones bibliográficas de investigaciones relacionadas al tema específico y a las entrevistas realizadas a los piscicultores de las zonas aledañas; siendo estos factores: el peso, crecimiento absoluto, el crecimiento térmico de los peces, la temperatura, alimentación, y además las proyecciones por

meses de costos, producción y rentabilidad que se pueden extraer en el proceso de cultivos de peces, ya que estos han empezado a automatizar sus procesos utilizando herramientas tecnológicas que les permite acceder a la información en tiempo real.

- A partir de las variables determinadas en la aplicación se generan ecuaciones lineales para calcular los factores en el crecimiento de los peces.
- Luego de ejecutar el software (se generó la prueba piloto del programa, teniendo inconvenientes en la primera generación), fue ajustado y probado comprobando su funcionalidad al 100%.
- El modelo de crecimiento más utilizado es el de Von Bertalanffy y es especialmente importante en los estudios de pesca, es un modelo matemático para el crecimiento individual y es ajustable a la mayoría de especies de peces. Este modelo expresa la talla, longitud como una función de la edad del pez.
- Se tomó como referencia datos de campo con investigaciones realizadas (históricas) en las que se verificó la funcionalidad del software.
- Por la aceptación que tuvo el programa al momento de hacer las prueba con los piscicultores se concluye que se debe ampliar el campo de funcionalidad cómo en los dispositivos móviles y orientarlo a otras especies de interés zootécnicos.
- En conclusión, se espera que la información presentada en este trabajo de investigación promueva el uso mayor y más efectivo de aplicaciones informáticas en el proceso de producción de especies de interés zootécnico. También se espera que las discusiones ayuden a proporcionar información a los piscicultores en su adopción de tecnologías para aumentar la productividad y la rentabilidad. Esta investigación es un primer paso hacia la enorme tarea de racionalizar el uso de la tecnología para el desarrollo de la acuicultura y la producción de alimentos.

3.2.2. Trabajo futuro

Mejorar la interfaz de usuario

Mejorar la interfaz de usuario de la aplicación, que sea más amigable para el usuario, de esta manera se permitirá el funcionamiento y un control efectivo entre el computador con el usuario ya que es aquí donde se producen las iteraciones.

La funcionalidad da mayores facilidades en el manejo y su apariencia debe estar alineado a las actividades del piscicultor, siendo de total compatibilidad con el usuario final, debe tener una afinidad entre la persona que maneje el programa, producto, proceso y tareas que maneje el programa, de esta manera el usuario se sentirá cómodo y su desempeño será óptimo.

Llevar el desarrollo a aplicaciones móviles

Una aplicación móvil es una aplicación de software desarrollada específicamente para su uso en dispositivos informáticos inalámbricos pequeños, como teléfonos inteligentes y tabletas, en lugar de computadoras de escritorio o portátiles.

Las aplicaciones móviles están diseñadas teniendo en cuenta las demandas y limitaciones de los dispositivos y también para aprovechar las capacidades especializadas que tienen. Una aplicación de juegos, por ejemplo, podría aprovechar el acelerómetro del iPhone.

La propuesta del proyecto únicamente funciona para computadoras sean de escritorio o portátiles, pero en las entrevistas con los piscicultores se llegó a la conclusión que sería útil en equipos móviles como teléfonos celulares y tablets, es por ello que queda abierta la investigación para desarrollar APP con datos simplificados de rápido acceso.

Ampliar la aplicación en lo que relaciona con medidas morfológicas de los peces

El estudio de los caracteres morfométricos en los peces es importante, porque pueden usarse para la diferenciación de unidades taxonómicas y son capaces de detectar diferencias entre la población de peces, puede usarse para cuantificar un rasgo de importancia evolutiva, y por detectar cambios en la forma,

asumir algo de su ontogenia, función o relaciones evolutivas. La identificación taxonómica es el primer paso en el estudio de estas especies

La morfología de los peces ha sido la principal fuente de información para estudios taxonómicos y evolutivos.

Aplicar modificaciones para incluir otras especies de interés zootécnico.

El software a futuro se puede modificar e ingresar nuevos parámetros de especies de peces nativas e incluso de otras especies de interés zootécnico:

- Peces nativos

Llamados también como autóctonos, tales como: bocachico, vieja colorada, ratón, barbudo, bagre, vieja colorada, lisa, otros.

- Los bovinos

Ofrecen al hombre alimentos como la leche y la carne.

- Porcinos

Su carne es una fuente básica de proteína y su grasa es utilizada en la cocina.

- Aves

Encontramos en las aves de corral su carne y sus huevos en la alimentación del hombre.

- Caprinos y ovinos

Considerados como rumiantes, de ellos se aprovecha la carne y la leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA



Referencias Bibliográficas

- Americati, V. (2006). *Ventajas y Desventajas : Comparación de los Lenguajes C , C ++ y Java Intro Autoría y Copyright. c*, 1–18.
- Angón, J. R. M. G. Á. M. M. G. J. C. G. E. (2016). The Effect Of High Rearing Densities On Growth Of Juvenile. *Archives Animal Breeding*, 1.
- Arteaga, F.;Hernandez, E,; & Ramirez, S. (2012). Diseño de un centro de acopio y manual de BPM para el procesamiento de tilapia (*Oreochromis niloticus*) de cultivo acuicola. *Universidad de El Salvador*.
- CHO, C., & BUREAU, D. (1998). Development of bioenergetic models and the Fish-PrFEQ software to estimate production, feeding ration and waste output in aquaculture. *Aquatic Living Resources*, 11(4), 199–210. [https://doi.org/10.1016/S0990-7440\(98\)89002-5](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(98)89002-5)
- Delgado, J. M., Giraldo, C., Millán, A. F., Zúñiga, C., & Abadía, J. (2006). Desarrollo de un software Web y Móvil para la gestión de información de campo de cultivos agrícolas (AgrocomM). *Sistemas & Telemática*, 113–124.
- FAO. (2014). The state of world fisheries and aquaculture. Opportunities and challenges. *FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome*.
- Fish, A. (2016). *Software Cultivo de Tilapias*. <http://www.aplians.com/software-tilapias.html>
- Furuya, T. S. de C. S. L. D. dos S. L. C. R. da S. M. M. V. R. B. F. W. M. (2015). Length-weight relationship and prediction equations of body composition for growing-finishing cage-farmed Nile tilapia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 44.
- Garc, J., Rodr, I., Imaz, A., Braz, A., Larzabal, A., & Garc, J. (2000). *Aprenda Java Aprenda Java*.
- Garcia, A., Tume, J., & Juárez, V. (2012). Determinación de los parámetros de crecimiento de la Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) en un estanque revestido con geomembrana y abastecido con agua de subsuelo. *Ciencia y Desarrollo*, 15(2), 47. <https://doi.org/10.21503/cyd.v15i2.1127>

- González, M. A., Rodríguez, J. M., Angón, E., Martínez, A., García, A., & Peña, F. (2016). Characterization of morphological and meristic traits and their variations between two different populations (wild and cultured) of *Cichlasoma festae*, a species native to tropical Ecuadorian rivers. *Archives Animal Breeding*, 59(4), 435–444. <https://doi.org/10.5194/aab-59-435-2016>
- Group, A. (2018a). *AKVA group*. <https://www.akvagroup.com/software-s/fishtalk-control>
- Group, A. (2018b). *AKVA group*.
- Hatchery. (2018). *Software Avanzado De Acuicultura Para El Manejo Integrado De Criaderos De Peces*. <https://www.aqua-manager.com/es/hatchery/>
- Jorge Rodríguez, Martín González, Ángel Moya, M Gallegos, Juan Carlos, Gómez Elena, A. C. B. (2016). Characterization of morphological and meristic traits and their variations between two different populations (wild and cultured) of *Cichlasoma festae*, a species native to tropical Ecuadorian rivers. *Archives Animal Breeding*, 59(4), 435–444. <https://doi.org/10.5194/aab-59-435-2016>
- Joseph, L. M. V. (2005). A Linear Growth Model for Nile Tilapia in Intensive Aquaculture. *North American Journal of Aquaculture*, 24–248.
- Jover Cerdá, M. (2000). Estimación del Crecimiento, Tasa de Alimentación y Producción de Desechos en Piscicultura Mediante Un Modelo Bioenergético. *AquaTIC*, 9.
- Jover, C. M. (2000). Estimación del crecimiento, tasa de alimentación y producción de desechos en piscicultura mediante un modelo bioenergético. *AquaTic*, 1–13.
- López, R. A., José, R., & Montejo, A. P. (2015a). *Desarrollo de herramienta de gestión de proyectos RUP usando metodología SCRUM + XP: Pruebas*. http://oa.upm.es/44208/3/TFM_RODRIGO_ANTONIO_LOPEZ_ROSCIANO_JOSE_ALFREDO_PECH_MONTEJO.pdf
- López, R. A., José, R., & Montejo, A. P. (2015b). *Desarrollo de herramienta de gestión de proyectos RUP usando metodología SCRUM + XP: Pruebas*.
- Luchini, L. (2006). TILAPIA: SU CULTIVO Y SISTEMAS DE PRODUCCION. *Dirección de Acuicultura*. <https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/especies/>

- _archivos/000008-Tilapia/071201_Generalidades acerca del cultivo (Parte 01).pdf
- Martínez, M. A. S. (2006). Manejo Del Cultivo De Tilapia. *Usaid*, 1–24.
- Microsystems, S., Views, H., Java, V., Workstation, S., Is, N., Computer, T., The, W., Is, N., Workshop, S., & Workshop, J. (2001). *El lenguaje de Programación Java™*.
- Moreno, Á. (2015). *Filosofía Lean aplicada a la Ingeniería del Software*. 4–32.
- Pallares Paúl. Borbor Wilson.; Néstor Saltos; Sandra Naranjo; Vinicio Uday. (2014). Alimentación De Tilapia Roja Con Ácido Omega 3 Y La Combinación Omega 3–6, En La Fase De Engorde. *ESPE*, 1–9.
- Pérez, A., Milla, M., Mesa, M., Adriana Pérez, M. C., & Agregado, I. (2006). Revisión bibliográfica Impacto De Las Tecnologías De La Información Y La Comunicación En La Agricultura. In *Cultivos Tropicales* (Vol. 27, Issue 1).
- Rojas-Molina, L. Y., Tique-Pinto, V. H., & Bocanegra-García, J. J. (2017). Uso de herramientas tecnológicas en la producción piscícola: una revisión sistemática de literatura. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 17(2), 36. <https://doi.org/10.19053/1900771x.v17.n2.2017.7183>
- Sánchez, J. (2004). *MySQL guía rápida*.
- Terpstra, A. H. M. (2015). *Feeding and Growth Parameters of the Tilapia (Oreochromis Niloticus) in the body weight range from newly hatched larvae (about 5 mgrams) to about 700 grams*.
- Torres, J. L. F. F. S. S. (2001). *Dialnet-EfectoDeDiferentesNivelesDeProteinaDeLaDietaSobreE-5381388.pdf* (p. 4).
- Tveterås S, Asche F, Bellemare MF, Smith MD, GuttormsenAG, Lem A, V. S. (2012). El pescado es la comida. Índice de precios de pescado de la FAO. *Plos One* 7.
- Vendeville, R. M. T. D. C. H. J. E. (2009). No Influence Of The Feeding Level On Growth, Feed Conversion, Protein Efficiency And Chemical Composition Of Juvenile European Sea-Bass. *Wiley Online Library*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1749-7345.1980.tb00138.x>

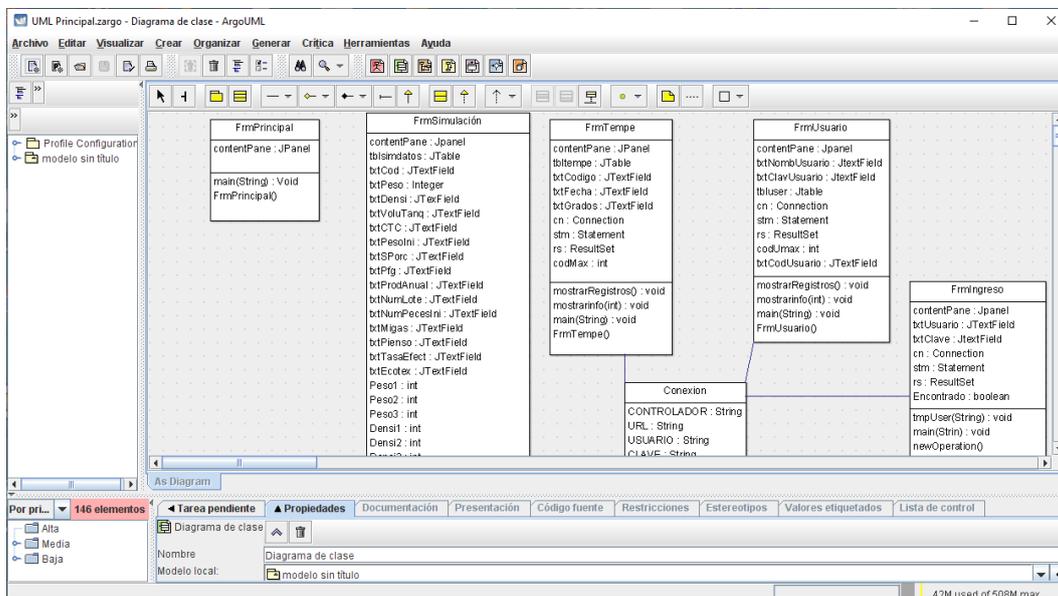
- YAPP, B. (1989). Descriptions and Evaluations. *Journal of Philosophy of Education*, 23(1), 83–92. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9752.1989.tb00627.x>

ANEXOS

Anexos

Figura 23

Diagrama de clases realizado en ArgoUML



Nota: Autor (2023)

Códigos fuentes alojados en la plataforma GifHub, se anexa Link de acceso

[Link](#)

Figura 24

Hoja de cálculo - Programa piscicultura de la UTEQ - Dr. Jorge Rodríguez

AK12														AF				AG		AH		AI	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T				
MESES	DIAS	Tª MEDIA	S Tª EI	PESO	SUPERVIV.	TILAPIA	BIOMASA	DENSIDAD	VOLUMEN	DL TAN	Nº TANQUE TEORICOS	Nº TANQUE REAL	Peso Medio	T.ALIMENTACION	BIOMED	PIEN							
		°C	°C	(g)	(%)	(Kg)	(Kg/m3)	(m3)	(m3)	(m3)					kg	kg							
=([A112-\$I\$4;[A112*\$J\$4];[A112-\$I\$5;([A112*\$J\$5);""]])																							
1				0,00228	1	88	1000	60		6													
2																							
3	3	5	60																				
4	20	15	150																				
5	300	25	500																				
6	Tª efectiva	18																					
7	MESES	DIAS	Tª MEDIA	S Tª EI	PESO	SUPERVIV.	TILAPIA	BIOMASA	DENSIDAD	VOLUMEN	DL TAN	Nº TANQUE TEORICOS	Nº TANQUE REAL	Peso Medio	T.ALIMENTACION	BIOMED	PIEN						
8			°C	°C	(g)	(%)	(Kg)	(Kg/m3)	(m3)	(m3)						kg	kg						
9						100																	
10	Enero	31	32	434	7,9	98	11136	87	15	6	150	0,04	1,00	4,4		5	49,4						
11	Febrero	28	25	196	14,4	77	8750	126	15	8	150	0,06	1	11,1		4	106,8						
12	Marzo	31	25	217	25,1	96	10909	274	25	11	500	0,02	1	19,8		4	200,0						
13	Abril	30	25	210	39,5	95	10795	426	25	17	500	0,03	1	32,3		3	350,1						
14	Mayo	31	25	217	59,3	94,5	10739	637	25	25	500	0,05	1,00	49,4		3	531,6						
15	Junio	30	25	210	83,9	94	10682	896	25	36	500	0,07	1,00	71,6		3	766,5						
16	Julio	31	25	217	115,6	93	10568	1222	25	49	500	0,10	1,00	99,7		2	1059,9						
17	Agosto	31	25	217	154,5	92	10455	1615	25	65	500	0,13	1,00	135,0		2	1418,2						
18	Septiembre	30	25	210	199,5	91	10341	2063	25	83	500	0,17	1,00	177,0		1,4	1839,0						
19	Octubre	31	25	217	254,5	90	10227	2603	25	104	500	0,21	1,00	227,0		1,2	2333,0						
20	Noviembre	30	25	210	316,5	89	10114	3201	25	128	500	0,26	1,00	285,5		1,2	2902,1	1					
21	Diciembre	23	25	161	370,4	88	10000	3704	25	148	500	0,30	1,00	343,5		1,2	3452,7						
22	Enero	16	25	112	411,3	89	10114	4159	25	166	500	0,33	12,00	390,8		0,95	3931,6	7					
23	Febrero	28	13,5625	-124,3	366,1	80,5	10057	3692	25	147	500	0,29	12,00	380,7		1,15	3920,5	1					
24	Marzo	31	25	217	447,3	88	10000	4473	25	179	500	0,36	12,00	406,7		0,7	4077,3						
25	Abril	30	25	210	536,5	0	0	0	25	0	500	0,00		491,9		0,7	2236,4						
26	Mayo	31	25	217	640,4	0	0	0	25	0	500	0,00		588,4		0,7	0,0						
27	Junio	30	25	210	752,9	0	0	0	25	0	500	0,00		696,7		0,7	0,0						
28	Julio	31	25	217	882,3	0	0	0	25	0	500	0,00		817,6		0,7	0,0						
29	Agosto	31	25	217	1025,8	0	0	0	25	0	500	0,00		954,1		0,7	0,0						
30	Septiembre	30	25	210					25	0	500				FALSO	0	0,0						
31	Octubre	31	25	217					25	0	500				FALSO	0	0,0						

Nota: Autor (2023)

Figura 25

Hoja de cálculo – Peces San Carlos – Ing. Mercedes Ibarbo

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	AF	AG	AH	AI	AJ
1	MESES	DÍAS	Tª MEDIA °C	S Tª EF °C	PESO (g)	SUPERVIV. (%)	Nº TRUCHAS	BIOMASA (Kg)	DENSIDAD (Kg/m3)	VOLUMEN (m3)	VOL. TANQ. (m3)	Nº TANQUE TEORICOS	Nº TANQUE REAL	Peso Medio	T.ALIMENTACION %	BIOMED kg	PIENSO kg	
3	0,00148					100												
4	Febrero	28	25	196	3,0	98	11136	34	15	27	150	0,01	12	2,0	3	22,5	18,9 migas	
5	Marzo	31	25	217	7,3	77	8750	64	15	4	150	0,03	21	5,2	2,6	48,8	39,3 migas	
6	Abril	30	25	210	14,1	96	10909	154	15	10	150	0,07	5	10,7	1,75	109,1	57,3 pienso	
7	Mayo	31	25	217	24,7	95	10795	267	25	11	500	0,02	5	19,4	1,75	210,4	114,1 pienso	
8	Junio	30	25	210	39,0	94,5	10739	418	25	17	500	0,03	16	31,8	1,75	342,4	179,8 pienso	
9	Julio	31	25	217	58,6	94	10682	626	25	25	500	0,05	16	48,8	1,25	522,0	202,3 pienso	
10	Agosto	31	25	217	83,9	93	10568	887	25	35	500	0,07	4	71,2	1,25	756,1	293,0 pienso	
11	Septiembre	30	25	210	114,5	92	10455	1197	25	48	500	0,10	4	99,2	1,25	1041,7	390,6 pienso	
12	Octubre	31	25	217	153,1	91	10341	1583	25	63	500	0,13	7	133,8	0,95	1389,9	409,3 pienso	
13	Noviembre	30	25	210	197,9	90	10227	2024	25	81	500	0,16	7	175,5	0,95	1803,4	514,0 pienso	
14	Diciembre	31	25	217	252,6	89	10114	2555	25	102	500	0,20	9	225,2	0,95	2289,2	674,2 pienso	
15	Enero	31	25	217	316,5	88	10000	3165	25	127	500	0,25	9	284,6	0,95	2860,0	842,3 pienso	
16	Febrero	28	13,5625	-124,25	278,8	89	10114	2819	25	113	500	0,23	9	297,6	1,15	2992,3	963,5 pienso	
17	Marzo	31	25	217	346,9	88,5	10057	3488	25	140	500	0,28	13	312,8	0,95	3153,8	928,8 pienso	
18	Abril	10	25	70	371,0	88	10000	3710	25	148	500	0,30	13	358,9	0,95	3599,3	341,9 pienso	
19	Mayo	31	25	217	452,9	0	0	0	25	0	500	0,00	19	412,0	0,70	1855,1	402,5 pienso	
20	Junio	30	25	210	542,8	0	0	0	25	0	500	0,00	19	497,9	0,70	0,0	0,0 pienso	
21	Julio	31	25	217	647,5	0	0	0	25	0	500	0,00	35	595,2	0,70	0,0	0,0 pienso	
22	Agosto	31	25	217	764,9	0	0	0	25	0	500	0,00	35	706,2	0,70	0,0	0,0 pienso	
23	Septiembre	30	25	210	891,2	0	0	0	25	0	500	0,00	35	828,0	0,70	0,0	0,0 pienso	
24	Octubre	31	25	217	1035,5	0	0	0	25	0	500	0,00	35	963,4	0,7	0,0	0,0 pienso	

Nota: Autor (2023)

Figura 26

Hoja de cálculo – Peces Santo Domingo – Sr. Julio Rodríguez

	A	C	E	G	I	K	M	O	Q	S	U	W	Y
18	Peso final	1025,79	1035,54	913,48	830,62	669,22	578,57	428,00	1127,41	1132,60	1066,42	1137,80	1071,41
19	FIN LOTE	ago-02	oct-02	oct-02	oct-02	oct-02	oct-02	oct-02	jun-03	jul-03	ago-03	sep-03	oct-03
20	DÍA	31	31	31	31	31	31	31	30	31	31	30	31
21													
22	INICIO LOTE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
23	DÍA	0	3	0	1	0	7	0	12	1	0	1	0
24	ene-01	7,9											
25	feb-01	14,4	3,0										
26	mar-01	25,1	7,3	3,3									
27	abr-01	39,5	14,1	7,7	3,2								
28	may-01	59,3	24,7	15,0	7,7	3,3							
29	jun-01	83,9	39,0	25,5	14,7	7,7	2,6						
30	jul-01	115,6	58,6	40,6	25,5	15,0	6,6	3,3					
31	ago-01	154,5	83,9	60,8	40,6	25,9	13,3	7,9	2,2				
32	sep-01	199,5	114,5	85,7	60,0	40,6	23,1	15,0	5,6	3,2			
33	oct-01	254,5	153,1	117,9	85,7	60,8	37,3	25,9	11,8	7,7	3,3		
34	nov-01	316,5	197,9	155,8	116,7	85,7	55,7	40,6	20,9	14,7	7,7	3,2	
35	dic-01	370,4	252,6	202,8	155,8	117,9	80,3	60,8	34,2	25,5	15,0	7,7	3,3
36	ene-02		316,5	258,4	202,8	157,2	111,1	86,7	52,3	40,6	25,9	15,0	7,9
37	feb-02		366,1	278,8	225,5	174,9	133,8	92,6	71,1	41,3	31,4	19,2	10,4
38	mar-02		447,3	346,9	249,3	225,5	176,4	126,4	99,7	61,7	48,6	31,9	19,2
39	abr-02		536,5	371,0	310,5	282,8	225,5	166,1	133,8	86,9	70,3	48,6	31,4
40	may-02		640,4	452,9	383,5	337,5	251,2	215,0	176,4	119,3	98,6	71,1	48,6
41	jun-02		752,9	542,8	464,3	411,9	312,7	270,7	225,5	157,6	132,5	98,6	70,3
42	jul-02		882,3	647,5	558,9	499,5	386,0	323,8	251,2	204,9	174,9	133,8	98,6
43	ago-02		1025,8	764,9	665,6	598,7	470,0	398,8	282,8	260,8	225,5	176,4	133,8

Nota: Autor (2023)

Figura 27

Hoja de cálculo - Rcto. El Pechiche – Sr. Winter Zambrano

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	AF
1	MESES	DIAS	T° MEDIA °C	S T° Ef °C	PESO (g)	SUPERVIV. (%)	N° TRUCHAS	BIOMASA (Kg)	DENSIDAD (Kg/m3)	VOLUMEN (m3)	VOL. TANQ. (m3)	N° TANQUE TEORICOS	N° TANQUE REAL	Peso Medio
2						100								
3														
4	Agosto	19	25	133	2,2	97,5	11080	24	5	5	60	0,08	6	1,6
5	Septiembre	30	25	210	5,6	96	10909	62	15	4	150	0,03	6	3,9
6	Octubre	31	25	217	11,8	95	10795	127	15	8	150	0,06	6	8,7
7	Noviembre	30	25	210	20,9	94	10682	223	25	9	500	0,02	4	16,3
8	Diciembre	31	25	217	34,2	93	10568	362	25	14	500	0,03	4	27,5
9	Enero	31	25	217	52,3	92	10455	547	25	22	500	0,04	4	43,3
10	Febrero	28	13,5625	-124,25	41,3	91,5	10398	430	25	17	500	0,03	4	46,8
11	Marzo	31	25	217	61,7	91	10341	638	25	26	500	0,05	4	51,5
12	Abril	30	25	210	86,9	90,5	10284	894	25	36	500	0,07	4	74,3
13	Mayo	31	25	217	119,3	90	10227	1220	25	49	500	0,10	8	103,1
14	Junio	30	25	210	157,6	89,5	10170	1603	25	64	500	0,13	8	138,5
15	Julio	31	25	217	204,9	89	10114	2072	25	83	500	0,17	8	181,2
16	Agosto	31	25	217	260,8	88,5	10057	2623	25	105	500	0,21	12	232,8
17	Septiembre	25	25	175	312,7	88	10000	3127	25	125	500	0,25	12	286,7
18	Octubre	31	25	217	386,0	88	10000	3860	25	154	500	0,31		349,3
19	Noviembre	30	25	210	467,1	0	0	0	25	0	500	0,00		426,6
20	Diciembre	31	25	217	562,1	0	0	0	25	0	500	0,00		514,6
21	Enero	31	25	217	669,2	0	0	0	25	0	500	0,00		615,7
22	Febrero	28	13,5625	-124,25	606,4	0	0	0	25	0	500	0,00		637,8
23	Marzo	31	25	217	718,8	0	0	0	25	0	500	0,00		662,6
24	Abril	30	25	210	840,2	0	0	0	25	0	500	0,00		779,5
25	Mayo	31	25	217	979,1	0	0	0	25	0	500	0,00		909,6

Nota: Autor (2023)

RESUMEN

El manuscrito se centra en el desarrollo de un software para optimizar la producción de tilapias, abordando aspectos como el crecimiento, costo y rentabilidad. Utilizando herramientas tecnológicas avanzadas, se pretende facilitar la gestión de datos para los piscicultores, permitiendo procesos más eficientes, económicos y precisos. Los factores clave incluyen el peso, la temperatura, el crecimiento absoluto, el crecimiento térmico de los peces, y proyecciones mensuales de costos, producción y rentabilidad. El software, desarrollado en Java y utilizando la plataforma Eclipse, busca equilibrar agilidad y precisión en el tratamiento de datos. El trabajo se apoya en la revisión bibliográfica y entrevistas con piscicultores. Se emplea un enfoque de análisis de componentes principales y correlación de Pearson para asociar variables relevantes. Se evalúa la aplicación mediante datos históricos y pruebas piloto, ajustando funcionalidades para garantizar resultados fiables. Se destaca la importancia de interfaces amigables para usuarios no expertos en tecnología y se propone la expansión a aplicaciones móviles y la adaptación a otras especies de interés zootécnico.

Palabras Clave: Aplicación informática, Tilapias, Crecimiento, Factores de crecimiento, Costos y rentabilidad.



<http://www.editorialgrupo-aea.com>



[Editorial Grupo AeA](#)



[editorialgrupoaea](#)



[Editorial Grupo AEA](#)

ISBN: 978-9942-651-21-1



9 789942 651211