

---

**Estudio de la efectividad de dos concentraciones del esteroide sintético 17 alpha metiltestosterona en la inversión sexual de tilapias nilóticas (*Oreochromis niloticus*)**

---

Nelva Atzali Alfonso<sup>1</sup>, Alexander Pérez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria Universidad de Panamá. nelvitaalfonso@gmail.com

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria Universidad de Panamá. alexanderperez051172@gmail.com

**Resumen**

En el presente estudio se evaluó la efectividad de dos concentraciones del esteroide sintético 17 alpha metiltestosterona en la inversión sexual de Tilapias nilóticas (*Oreochromis niloticus*), utilizados por la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá en sus diferentes estaciones acuícolas con lo cual se busca la masculinización de la mayoría de estos peces.

Se encontró que al hacer la comparación de las dos concentraciones del esteroide sintético 17 alpha metiltestosterona en la inversión sexual de Nilapias niloticas (*Oreochromis niloticus*), el mayor porcentaje de inversión sexual lo tuvo el Método Vietnamita con 98% de tilapias machos, mientras que el Método Gualaca obtuvo 95% de tilapias machos.

La masculinización fue obtenida en ambos tratamientos utilizando la hormona 17 alpha metiltestosterona en la dieta de los peces lo que permite considerar a este tratamiento como eficiente para la producción de progenie masculina de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) y porque el productor ejerce un control en la tasa de reproducción con lo cual se evitan pérdidas debido a que los machos de tilapia tienen un crecimiento más acelerado y una mejor conformación de cuerpo que el de las hembras en un tiempo relativamente corto.

Palabras clave: Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*), esteroide sintético 17 alpha metiltestosterona, inversión sexual.

**Abstract**

In the present study, the effectiveness of two concentrations of the synthetic steroid 17 alpha-methyltestosterone in the sex reversal of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) was evaluated. These tilapias were utilized by the Authority of Aquatic Resources of Panama in their various aquaculture stations with the aim of masculinizing the majority of these fishes.

It was found that when comparing the two concentrations of the synthetic steroid 17 alpha-methyltestosterone in the sex reversal of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*), the Vietnamese Method had the highest percentage of sex reversal, with 98% of male tilapias, while the Gualaca Method achieved 95% male tilapias.

Masculinization was achieved in both treatments by using the hormone 17 alpha-methyltestosterone in the fish's diet, which allows considering this treatment as efficient to produce male progeny of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Additionally, the producer can exercise control over the reproduction rate, thereby avoiding losses, as male tilapia exhibits faster growth and better body conformation than females in a relatively short period.

Keywords: Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*), synthetic steroid 17 alpha-methyltestosterone, sex reversal.

## Introducción

Según estadísticas de la FAO (2020), la acuicultura representó el 46% de la producción total y el 52% del pescado para consumo humano siendo la tilapia el pez más producido en la acuicultura de todo el mundo, estimando su cultivo para 2020 en 6 millones de toneladas.

La tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) es de rápido crecimiento, resistente a enfermedades, manejo, consume una gran variedad de alimentos y tolera aguas con bajas concentraciones de oxígeno disuelto, se adapta a cualquier medio. Pertenecer a un hábitat léntico, son de amplia euriterma (14-35°C) y moderadamente eurihalinos (resiste cierto grado de salinidad). En las hembras, la madurez gonadal y el cuidado parental (incubación materno bucal), involucran un alto gasto energético lo que implica una proporción menor de energía dirigida al crecimiento somático que el realizado en machos (Macintosh y Little, 1995; Gale et al., 1999). La sobrepoblación de este pez, contrario a beneficiar la producción, ocasiona grandes pérdidas de manera que el manejo de los factores de espacio y alimento son elementos esenciales en los resultados de su cultivo.

Esta especie originaria del continente africano fue introducida en China a finales de la década de los 70, y según la encuesta anual de producción de la Alianza Global de Acuicultura (Global Aquaculture Alliance), este país el principal productor con 1.7 millones de toneladas métricas (TM) y otros grandes productores son Indonesia con 1.1 millones de TM y Egipto con 900.000 de TM cada año (GOAL 2019).

En América Latina ha sido una alternativa nutricional y económica en países como México, Colombia, Costa Rica, Honduras, Ecuador y para la República de Panamá los cuales mediante técnicas diversas han logrado controlar su alta reproducción y llevarla a términos de éxitos, y así tener excelentes resultados.

Según lo reportado por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (s/f) en los años 40 se introdujo la tilapia de Java (*Oreochromis mossambicus*) al Lago Cemento Panamá, dispersándose a otros lagos privados y públicos. Por ser esta una especie de crecimiento lento, la Dirección Nacional de Acuicultura la substituyó en

1976 por la tilapia del Nilo, introducida del Brasil, la que constituye en la actualidad la especie principal del programa de piscicultura. También se introducen diferentes especies, como la *Tilapia rendalli* (*Coptodon rendalli*), la (*Oreochromis hornorum*), la Tilapia Mozambica (*Oreochromis mossambicus*) y la tilapia azul (*Oreochromis aureus*) para su desarrollo en diferentes cuerpos de agua de acuerdo a las características del ambiente, de estas especies en la actualidad solo existen las Tilapias (*Oreochromis mossambicus*) y (*Oreochromis aureus*). Es así como el proyecto de piscicultura inicia su desarrollo, además, por su connotación eminentemente social, al ser dirigido fundamentalmente a las poblaciones de recursos limitados.

Para controlar la sobrepoblación de la tilapia se utilizan esteroides sintéticos y en acuicultura al procedimiento se ha denominado Inversión Sexual o Inducción Sexual. Investigadores como Guerrero y Shelton (1974) han desarrollado métodos para reducir ese poder reproductivo de la Tilapia.

Se menciona el sexado manual, la hibridación, la producción de machos YY, el uso de esteroides sintéticos como la 17 alpha metiltestosterona. La misma es un polvo cristalino blanco, inodoro, inspirado, insípido, higroscópico. Soluble en cloroformo y dioxano, soluble en etanol (1.5), acetona(1.10), metanol, ligeramente soluble en éter, insoluble en agua, aceite vegetal. Es un método que consiste en adicionar en el alimento con un alto grado de proteína (40-60%), la hormona masculina denominada 17 alpha metiltestosterona (MT; Sigma No. M-7252) que se combina con alcohol al 95%. Este método ha sido aplicado en Panamá en diferentes dosis en la Estación Dulce Acuícola de Divisa y en la Estación Dulceacuícola Ricardo A. Ríos, del Distrito de Gualaca Provincia de Chiriquí, ambas pertenecientes a la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (A.R.A.P), dando excelentes resultados.

Al tener experiencia en el manejo del tratamiento en diferentes dosis, fue pertinente llevar a cabo un estudio comparativo dirigido a probar la efectividad del esteroide 17 alpha metiltestosterona utilizando una dosis en concentración de 1 gramo por 1 litro de alcohol al 95% de pureza, en el alimento al 40% de p.c. por un tiempo de exposición de 21 días y otra dosis de 1.36 gramos en 2.5 litros de alcohol al 95% por 30 días de tratamiento en piletas de concreto replicando el fenómeno concreto y observando en la Estación Dulce Acuícola de

Divisa. Los datos se obtienen de muestras aleatorizadas, de manera que se presupone que la muestra de la cual se obtienen es representativa.

Para probar la efectividad del esteroide 17 alpha metiltestosterona, se realizó un análisis externo de la papila genital de la tilapia y un análisis histológico de las gónadas internas a los dos grupos de peces en estudio, a partir de los 90 días, en lo que se conoce como etapa de ceba para la verificación del sexo.

Siendo la Estación Dulceacuícola de Divisa, el primer centro de producción y de investigación de peces de agua dulce en Panamá nos planteamos el siguiente problema de investigación: ¿Cuál de las dos concentraciones estudiadas del esteroide sintético 17 alpha metiltestosterona es la más efectiva en la inversión sexual en tilapias nilóticas (*Oreochromis niloticus*)?

#### **Materiales y Métodos**

El trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Estación Dulceacuícola de Divisa Provincia de Herrera. Tiene un enfoque cuantitativo y es de tipo experimental, completamente aleatorizado basado en el modelo estadístico de análisis de la varianza, comparativo donde se estudia la efectividad de la inversión sexual en tilapias nilóticas utilizando dos concentraciones de la hormona 17 alpha metiltestosterona para determinar si existe la misma efectividad en el tratamiento del Método Vietnamita, y el Método Gualaca.

#### **Parámetros para evaluar**

Se compararon 2 tratamientos de inversión sexual en el alimento con el uso de 2 concentraciones de hormonas en 4 piletas de concreto: 2 piletas con una concentración de 1 gramo de hormona en el alimento por 21 días (Método Vietnamita) y 2 piletas con una concentración de 1.36 gramos de hormona en el alimento por 30 días (Método Gualaca).

Para cada tratamiento se utilizó una pileta de concreto de 4.3 m<sup>3</sup>, las cuales fueron llenadas con agua subterránea procedente de un pozo por medio de una turbina de 5 caballos de fuerza, suministrando aire por medio de un soplador con mangueritas de 5 mm de diámetro para garantizar el

bienestar de los peces. Cada una de las piletas fue previamente desinfectada con sal cruda al 5% de su volumen, para evitar la presencia de patógenos. Se les colocó un filtro de 0.2mm de ojo de malla para evitar el escape de los alevines, asimismo, una malla anti pájaro para evitar que fueran depredados. Diariamente se tomaban los parámetros físicos de calidad de agua (temperatura, oxígeno, pH), una vez al día a las 8:00 a.m. y se limpió el fondo de cada pileta por medio de un sistema de sifón para que el pez estuviera libre de hongos o de alteraciones en la calidad del agua.

En cada pileta se sembraron 2500 alevines de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), a una densidad de 595.23 individuos por m<sup>3</sup> con pesos promedios de 0.1 gramo y tamaño de 1 centímetro previamente cosechados, clasificados y contados, cuando aún no tenían los sexos definidos para poder suministrar alimento con la hormona.

La cantidad de alimento de inversión sexual fue continuo y sin alteraciones, y dependió de la cantidad de peces, y del peso promedio de los mismos. Se alimentó a cada grupo 2 veces al día, en horarios de 8:00 a.m., y 2:00 p.m. realizando los ajustes según la tabla de alimentación por semana y haciendo las observaciones para evaluar el bienestar de estos.

- Por 21 días (Vietnamita) y 30 días consecutivos (Gualaca).
- Iniciando con el 15 o 20% de la biomasa los primeros 14 días.
- Terminando con el 10% de la biomasa los 14 días finales.
- La ración diaria fue mínimo 2 veces al día para el mejor aprovechamiento del alimento.
- Se debe alimentar en diferentes partes de la pileta.

El proceso para la cosecha de semilla fue:

- Horas tempranas (7:00 a.m. a 8:00 a.m.)
- Usando una red de 1/ 32 pulgadas
- Se clasifican y eligen las más pequeñas
- Contadas por muestras
- Sembradas en el estanque

Ingredientes para la preparación del alimento  
Método Vietnamita (21 días):

- Alcohol al 95%
- Hormona 17 alpha metiltestosterona 1 g
- Alimento al 40% de PC

#### Preparación

- A 1 litro de alcohol al 95% se agrega 1 g de hormona 17 alpha metiltestosterona.
- Se muele el alimento
- Por cada kg de alimento al 40% molido, se coloca 60 ml de esta solución (alcohol-hormona).
- Se mezcla con 940 ml de alcohol al 95% y se deja secando a la sombra de 3 a 4 horas.
- Después de seco, se mezcla y pesa en las porciones requeridas dependiendo de la cantidad de peces y del peso de estos.
- Luego se coloca en el congelador.
- Este tratamiento dura 21 días.

#### Aplicación:

- Primera semana 15% porcentaje de alimentación de la biomasa
- Segunda semana 10% porcentaje de alimentación de la biomasa
- y 5 % de la biomasa hasta finalizar 21 días de tratamiento.

#### Ingredientes para la preparación del alimento Método Gualaca (30 días):

- Alcohol al 95%
- Hormona 17 alpha metiltestosterona
- Alimento al 40% de PC

#### Preparación:

- A 2.5 litros de alcohol, se agrega 1.36 gramos de hormona 17 alpha metiltestosterona
- A la mezcla a su vez se le vierten 50 libras de alimento pulverizado al 40% de proteína cruda.
- Se pone a secar a la sombra por 2 a 3 horas
- Después de seco, se pesa en proporciones según la cantidad de peces que
- van a recibir el tratamiento
- Se congela

#### Aplicación:

- Primeros 15 días 20% de la biomasa
- Segundos 15 días 10% de la biomasa

Pasados los 21 y 30 días de ambos tratamientos, se escogió una muestra al azar de 600 individuos por tratamiento en piletas separadas, (1200) alevines en total

se colocaron en dos piletas de 4.3 metros cúbicos (a razón de 139.5 individuos por metro cúbico), para ser alimentados al 10% de la biomasa (peso) sin hormona, durante 3 meses para esperar la verificación del sexo.

Después de los 3 meses de cada uno de los tratamientos, se sacrifican los 1600 peces uno por uno para verificar el sexo de manera externa e interna y donde se emplearon las técnicas sexaje visual e histológica. Los machos deben presentar tejido liso ideal del sexo y las hembras presentan tejido con presencia de ovocitos.

La observación a través del sexaje visual externa se realizó mediante tinción con azul de metileno al 3% ya que el tinte se concentraba en los orificios genitales y era más fácil de identificar su sexo.

Para evaluar la presencia de ovocitos hembra o de tejido granular (testículos macho):

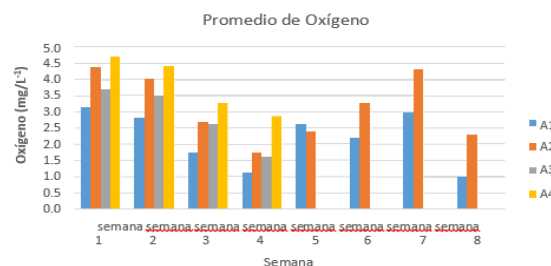
- En la parte ventral realizo un corte vertical - longitudinal para extraer ambas gónadas.
- Parte del tejido gonadal se coloca en el portaobjeto
- Se aplica gotas del colorante aceto carmín al 0.5g preparado bajo el método squach
- Se Coloca el cubreobjeto
- El tejido gonadal se observó en un microscopio electrónico Optika B500Ti.

#### Resultados

Los parámetros físicos de calidad de agua (temperatura, oxígeno, pH), se registraron una vez al día por el tiempo que duro cada tratamiento; mañana (8:00 a.m.) por medio de una sonda YSI 556

#### Grafica No.1

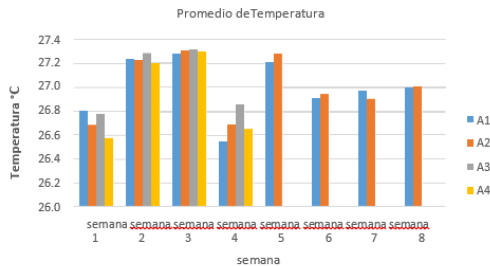
*Promedio de oxígeno por semana en cada pileta.*



En la semana 1 se observa que el oxígeno más alto lo obtuvo la pileta A4 (Vietnamita) con un rango de 4.7(mg/L-1) sin embargo se encontró que en la pileta A1 (Gualaca) el oxígeno fue el más bajo con un rango de 3.1(mg/L-1). En la

semana 2 la pileta A4 (vietnamita) con un rango de 4.38 (mg/L-1) mantuvo con el nivel más alto de oxígeno. Mientras que en la pileta A1 (Gualaca) 2.80 (mg/L-1) mantuvo con el rango más bajo de oxígeno. En la semana 3 la pileta A4 (Vietnamita) el rango de oxígeno fue de 3.25 (mg/L-1). Mientras que la pileta A1 (Gualaca) 1.72 (mg/L-1) tuvo un rango más bajo de oxígeno. En la semana 4 el rango de oxígeno de la pileta A4 (Vietnamita) es más alto 2.84 (mg/L-1), mientras que la pileta A1 (Gualaca) es más bajo 1.09(mg/L-1). A partir de la quinta semana, terminado el proceso de inversión sexual, se inició la etapa de ceba y por cada tratamiento se escogieron al azar 600 peces quedando solamente 2 piletas A1 (Gualaca) y A2 (Vietnamita) donde el nivel más alto de oxígeno lo obtuvo la semana 7 en la pileta A2 (Vietnamita) 4.29 (mg/L-1) y el nivel de oxígeno más bajo lo obtuvo la pileta A1 (Gualaca) 0.99 (mg/L-1) en la semana 8.

**Grafica No.2**  
*Promedio de temperatura por semana en cada pileta.*



Este gráfico muestra que la temperatura en la mañana disminuyó en la primera y cuarta semana, con un valor promedio en la mañana de 26.0 °C a 26.5 °C. partir de la quinta semana la temperatura se mantuvo estable con un valor promedio de 26°C a 27. 0°C. Según estos resultados las fluctuaciones de temperatura van de 26.0°C a 27.3°C, lo que nos señala que los rangos se encuentran dentro de los valores ideales para el cultivo de Tilapia. En la semana 4 el valor de la temperatura bajó a debido a la entrada de la época lluviosa con más fuerza, y es donde se realizan más cambios de agua a las piletas debido a que los peces estaban en crecimiento. En el periodo de ceba (semana 5) la pileta A2 (vietnamita) presento el mayor valor de temperatura mientras que en la semana 6 la pileta A1 presento el menor valor de temperatura en la semana 8 las piletas A1 (Gualaca), A2 (vietnamita) presentaron el mismo

valor de la temperatura. En las 3 últimas semanas el valor de temperatura se mantuvo, pero con tendencia a bajar debido a la temporada lluviosa, época en la que se realizaron más recambios de agua.

**Verificación del sexo:**  
Externamente los grupos de peces fueron observados uno por uno para determinar sus características y determinar su sexualidad (1000 individuos) y el que presentó mayor porcentaje de sexo masculino fue el Vietnamita; el Método Gualaca presentó un poco más de sexo femenino, pero no de manera significativa.

**Grafica No.3**  
*Sexado externo Método Gualaca*



**Gráfica No.4**  
*Sexado externo Método Vietnamita*



Internamente las gónadas internas del Método de Gualaca la cantidad de peces con tejido masculino interno fue menor y se encontraron 7 individuos con tejido interno femenino. Respecto al Método Vietnamita, había mayor presencia de tejido masculino y hubo 3 individuos con tejido femenino.

**Cuadro No.1**  
*Sexado interno de la Tilapia Nilótica (Oreochromis niloticus)*

Tratamiento	Sexo interno	
	Macho	Hembra
Gualaca	493	7
Vietnamita	498	2

### Discusión

Los resultados indican que el grupo de las tilapias nilóticas bajo el Método Vietnamita y observadas al microscopio obtuvieron el mayor porcentaje de sexo masculino, o mayor cantidad de peces que el Método Gualaca.

### Agradecimientos

El trabajo fue generado en la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Panamá y desarrollado en la Estación Dulce Acuícola de la Autoridad de Recursos Acuáticos de Panamá.

### Referencias bibliográficas

Acuatec Zilurus SAS (2010) Ficha técnica tilapia Nilótica.

<https://sites.google.com/site/alevinosacuicultura/portada/nuestrosproductos/ficha-tecnica-tilapia-nilotica>

Aguirre, J. (2005) Guía técnica de acuicultura rural, manual para la instalación y manejo de proyectos acuícolas. Imprenta Boski, p.9.

Asesoría y Acuicultura Asya (s.f). Buenas prácticas de producción acuícola.

<https://sites.google.com/site/alevinosacuicultura/portada/nuestrosproductos/ficha-tecnica-tilapia-nilotica>

Piferrer, F (2012). Acuicultura mediante herramientas de biotecnología.

Observatorio Español de Acuicultura. <https://www.observatorio-acuicultura.es/informacion-de-interes/entrevistas/francesc-piferrer>

Hepher B, Pruginin Y. Cultivo de peces comerciales. México: Limusa; 1991. p63-69

Hurtado, N (2005). Inversión sexual en tilapias. Revisión bibliográfica. <https://studylib.es/doc/4441493/inversio%C3%B3n-sexual-en-tilapias>

Jover C. M., I. L. Perez, L. Zaragoza y C. L. Fernández. 1998. Crecimiento de tilapias (*Oreochromis niloticus* L.) con piensos extrusionados de diferente nivel proteico. Archivos de Zootecnia 47 (177):11-20

Lapo T, A (2021). Evaluación de tres dosis y dos periodos de aplicación de la

hormona androgénica (17 alfa metil testosterona) para la masculinización de alevines de tilapia roja (*Oreochromis spp*) en la parroquia Santa Cecilia, provincia de sucumbíos 2013.

Más. J (2022). Informe de tilapia Mercado 2022. <https://100tek.net/2022/01/25/tilapia-mercado-2022-analisis-de-la-industria-factores-de-conduccion-tendencias-tamano-del-mercado-y-pronosticos-de-hasta-2026-con-sectores-dominantes-y-datos-de-paises/>

Montoya, A (2010) Masculinización de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Actinopterygii: Cichlidae) por inmersión en Fluoximesterona y Testosterone enantato. Revista Academia. Artículo Zootecnia Trop., 28(3): 341-351.

[https://www.academia.edu/31491375/Masculinizaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_tilapia\\_del\\_Nilo\\_Oreochromis\\_niloticus\\_Actinopterygii\\_Cichlidae\\_por\\_inmersio%C3%B3n\\_en\\_Fluoximesterona\\_y\\_Testosterone\\_enantato](https://www.academia.edu/31491375/Masculinizaci%C3%B3n_de_la_tilapia_del_Nilo_Oreochromis_niloticus_Actinopterygii_Cichlidae_por_inmersio%C3%B3n_en_Fluoximesterona_y_Testosterone_enantato)

Moreno E., C. Rodríguez, S. Barriga, y F. Arredondo. 2003. Producción de Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) masculinizada con la hormona Fluoximesterona en sistemas cerrados de recirculación. UAM Iztapalapa, México. p 77- 88

Rodríguez, S (2002). Engorda de Tilapia. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5795/T13163%20ODR%C3%8DGUEZ%20ALEMAN%2C%20SERJIO%20%20%20MONOG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ruiz, L (2005). Colombia y la acuicultura: breve historia de la acuicultura y su organización. FAO Informe Pesca 1984; 296 supl: 1-138 [junio 2005]. URL: <http://www.agrocadenas.gov.co/piscicultura/piscicultura>

Thuchapol Karaket, Aisawan Reungkhajorn, Pattareeya Ponza. The optimum dose and period of 17a-methyltestosterone immersion on masculinization of red tilapia (*Oreochromis spp.*), Aquaculture and Fisheries, 2021, ISSN 2468-550X, <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2021.09.001>.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], El Estado

Mundial de la pesca y la acuicultura (2020). <https://www.fao.org/publications/sofia/2020/es/>

Saavedra, M (2006). Manejo del cultivo de tilapia, Consultado:24-9-21, Disponible en:  
<https://www.crc.uri.edu/download/MAN-EJO-DELCULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf>

Valdés A, Montemayor J. Cultivo monosexual de *Sarotherodon mossambicus* mediante la utilización de MT. Rev Biotam 1994 [fecha de acceso: junio

Recepción: 2023-05-19

Aceptación: 2023-09-26

Para citar este artículo / To reference this article

Alfonso, N. A. y col. (2023). Estudio de la efectividad de dos concentraciones del esteroide sintético 17 alpha metilttestosterona en la inversión sexual de tilapias nilóticas (*Oreochromis niloticus*). *Revista Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 1, 26 -30, septiembre 2023.