

# PISCICULTURA en NICARAGUA

Descubre los Secretos para Criar Tilapia, Mojarra

y Guapote en Estanques de Agua Dulce



RODRÍGUEZ ANTONY

PICADO FRANCO

2024

NICARAGUA - MANAGUA

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. CAPÍTULO 1: CONCEPTOS BÁSICOS DE PISCICULTURA .....</b>	<b>3</b>
2.1. ¿Qué es la Piscicultura? .....	3
2.2. Piscicultura extensiva e intensiva .....	3
2.2.1. Diferencia entre sistema intensivo y extensivo. ....	5
2.3. Historia de la Piscicultura en Nicaragua .....	6
2.4. Importancia de la Piscicultura.....	7
<b>III. CAPÍTULO 2: BIOLOGÍA Y MORFOLOGÍA DE LOS PECES .....</b>	<b>9</b>
3.1. <i>Oreochromis niloticus</i> (Pez Tilapia).....	9
3.1.1. Morfología externa.....	10
3.1.2. Morfología interna.....	11
3.1.3. Reproducción.....	11
3.2. <i>Parachromis managuensis</i> (Pez Guapote).....	13
3.2.1. Morfología externa.....	13
3.2.2. Reproducción.....	14
3.3. <i>Cichlasoma urophthalmus</i> (Pez Mojarra).....	16
3.3.1. Morfología externa.....	16
3.3.2. Reproducción.....	17
<b>IV. CAPÍTULO 3: PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA .....</b>	<b>19</b>
4.1. Información General de los Parámetros de Calidad del Agua .....	19
4.1.1. PH.....	19
4.1.2. Turbidez.....	20
4.1.3. Temperatura .....	21
4.1.4. Conductividad eléctrica .....	21
4.1.5. Total de sólidos disueltos (TDS) .....	22
4.2. Parámetros Óptimos de Calidad del agua en los Peces .....	23
4.2.1. <i>Oreochromis niloticus</i> (Pez Tilapia).....	23
4.2.1.1. Temperatura.....	23
4.2.1.2. PH .....	24
4.2.1.3. Total de sólidos disueltos (TDS).....	24

4.2.1.4.	Conductividad eléctrica.....	25
4.2.1.5.	Turbidez .....	25
4.2.2.	<i>Parachromis managuensis</i> (Pez Guapote) .....	26
4.2.2.1.	Temperatura.....	26
4.2.2.2.	PH .....	26
4.2.2.3.	Total de sólidos disueltos (TDS).....	26
4.2.2.4.	Conductividad eléctrica.....	26
4.2.2.5.	Turbidez .....	27
4.2.3.	<i>Cichlasoma urophthalmus</i> (Pez Mojarra) .....	27
4.2.3.1.	Temperatura.....	27
4.2.3.2.	PH .....	27
4.2.3.3.	Total de sólidos disueltos (TDS).....	28
4.2.3.4.	Conductividad eléctrica.....	28
4.2.3.5.	Turbidez .....	28
V.	<b>CAPÍTULO 4: MANUAL DE USUARIO DEL DISPOSITIVO ELECTRÓNICO DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA .....</b>	<b>30</b>
5.1.	Estructura física .....	30
5.2.	Uso de la Aplicación .....	31
5.2.1.	Pantalla principal .....	31
5.2.2.	Creación de nuevo dispositivo.....	33
5.2.3.	Botón “Más Información” .....	37
5.2.4.	Botón “Configuración del dispositivo” .....	39
5.3.	Calibración del sensor PH.....	40
VI.	<b>CAPÍTULO 5: IMPORTANCIA DE COMPRENDER LOS ANTERIOES CAPÍTULOS.....</b>	<b>48</b>

## I. INTRODUCCIÓN

La piscicultura es la práctica de criar y cultivar peces en entornos controlados como estanques, lagos, ríos o sistemas especialmente diseñados con el propósito de obtención de peces para consumo humano. En esta área se encuentra 2 tipos de piscicultura, tenemos de agua dulce que las especies más comunes de cultivos es la tilapia, guapote y la mojarra. Tenemos la piscicultura de agua salada que se cultivan el salmón y el camarón.

En Nicaragua existen 323 granjas acuícolas (*piscicultura*) donde 251 están activas, 104 son cooperativas y 54 son empresas. Si nos enfocamos en el ámbito del comercio, Nicaragua cuenta con 21 plantas procesadoras, 6 laboratorios y 197 centros de acopio (*almacenamiento*). Generando 27400 empleos totales donde cada día se impulsa esta actividad hasta llegar a localidades de pequeñas escalas para utilizar esta práctica para autoconsumo y pequeñas prácticas comerciales.

Recordemos, que la piscicultura contribuye significativamente a la seguridad alimentaria en Nicaragua, ofreciendo una fuente de proteínas de alta calidad, pero para llegar a esos resultados, se debe realizar una excelente práctica de crianza, además, cultivar peces en estanques controlados reduce la tasa de mortalidad de estas especies contribuyendo a la conservación de los ecosistemas acuáticos.

En este documento, se abordará información esencial con respecto en esta práctica, pero en estanques de agua dulce, por lo que encontrará información relevante de los peces de Tilapia, guapote y mojarra. Aprenderás información general del comportamiento de cada uno de estos peces, la reproducción, comprender los niveles óptimos de calidad de agua y el uso del dispositivo de medición que le permitirá a tener beneficio en el uso de esta técnica.

# CAPITULO I

## Conceptos Básicos de Piscicultura





## II. CAPÍTULO 1: CONCEPTOS BÁSICOS DE PISCICULTURA

### 2.1. ¿Qué es la Piscicultura?

Es el cultivo de peces u otros animales acuáticos mediante técnicas y procedimientos que permiten impulsar y controlar su reproducción en entornos controlados, donde se puedan realizar en diversos espacios que tienen el agua como medio principal, como por ejemplo peceras, estanques, ríos, entre otros. Es decir, la piscicultura se centra en la crianza y producción de peces, enfocando el proceso de reproducción hasta su crecimiento.

### 2.2. Piscicultura extensiva e intensiva

Hemos comprendido que es la piscicultura, pero en este ámbito, se encuentra 2 tipos de sistemas de cultivo, donde cada uno tiene sus características, ventajas y desafíos para la crianza de estas especies, que son:

- ❖ Sistema de cultivo intensivo: Es el escenario que se crían los organismos acuáticos en un espacio limitado y con alta densidad, es decir, en este sistema se utilizan estanques pequeños concluyendo que los peces se crían en espacios reducidos, esto significa que tendremos una cantidad de peces por unidad de área (que dependerá del estanque) permitiendo una mayor producción en un espacio reducido.

En este sistema se controla cuidadosamente el medio ambiente para optimizar el crecimiento y la salud de los peces. Esto implica el uso de diversas tecnologías y métodos avanzados. Por ejemplo, para el control del medio ambiente se puede emplear bombas de agua sumergibles que mantienen la circulación del agua y aseguran que se mantengan niveles adecuados de oxígenos y otros parámetros.



Dentro de este sistema, se utiliza el sistema RAS (*Sistemas de acuicultura de recirculación*) que consiste en que el agua se recircula y se reutiliza después de

pasar por filtros biológicos y mecánicos permitiendo un control preciso de las condiciones del agua y un menor impacto ambiental. Otro sistema tenemos el Biofloc que es un método de cultivo que aprovecha los agregados de microorganismo para mantener la calidad del agua y proporcionar una fuente adicional de alimento para los peces.

El sistema de cultivo intensivo, el mayor desafío es que se debe mantener un monitoreo y control cuidadosa de las condiciones del agua, como por ejemplo la temperatura, PH, conductividad eléctrica, entre otros. Porque en este sistema, te permitirá cultivar una gran cantidad de peces en un área reducida, por lo que se debe mantener un control del hábitat para que puedan reproducirse correctamente, para apoyar a reducir este desafío, se ha diseñado un dispositivo electrónico que permitirá monitorear el estanques donde están los peces, donde proporcionará un sistema de alarma dependiendo de los rangos de variable de calidad de agua que usted deberá implementar, para la explicación mas detallada, se observará en los próximos capítulos.

- ❖ Sistema de cultivo extensivo: Este sistema se lleva a cabo en grandes áreas, como los lagos, es decir, ya no se utilizan estanques, por lo que este sistema es difícil realizar un control del medio ambiente. Los peces se alimentan principalmente de recursos naturales proporcionado en su entorno.



Los peces se crían en áreas amplias con baja densidad, lo que significa que hay menos peces por unidad de área en comparación del intensivo. Recordemos que la

producción depende de las condiciones naturales, es decir, en este sistema es de menor costo para inicial y se necesita menor de utilización de la tecnología pero enfrentaremos grandes desafíos en las condiciones de los peces, por que al depender de la naturaleza, obtendremos resultados impredecible, a diferencia del intensivo, al poder controlar el medio ambiente, sabremos como criar peces de buena salud y de gran tamaño. Además, este sistema se requiere grandes volúmenes de agua por lo que es un problema en regiones donde el agua es escasa.

### **2.2.1. Diferencia entre sistema intensivo y extensivo.**

Hemos comprendido que si se va enfocar en el área de crianza de peces, existen 2 diferentes tipos de sistemas de cultivo, para profundizar mas este tema y comprender de forma sencilla, se proporcionará las diferencias claves entre estos dos sistemas:

<b>Características</b>	<b>Sistema intensivo</b>	<b>Sistema extensivo</b>
<b>Densidad de peces</b>	Alta, muchos peces por unidad de área.	Baja, pocos peces por unidad de área.
<b>Alimentación</b>	La persona debe alimentar teniendo un control.	Alimentación natural de recursos de la naturaleza.
<b>Control ambiental</b>	Debe ser estricto con la calidad del agua.	No hay control, depende de la naturaleza.
<b>Espacios de cultivos</b>	Espacios reducidos como estanques pequeños y jaulas.	Grandes áreas como lagos, ríos, entre otros.
<b>Tecnología utilizada</b>	La tecnología es importante para un excelente control de vida de los peces.	No se requiere tecnología, la reproducción es natural.
<b>Productividad</b>	Alta y constante, mayor rendimiento por unidad de área.	Variable y generalmente menor, depende de las



		condiciones de la naturaleza.
<b>Inversión inicial</b>	Alta, requiere inversión en infraestructura y tecnología.	Baja, menor costo en infraestructura.
<b>Gestión</b>	Requiere responsabilidad en el monitoreo.	Menor necesidad de monitoreo.
<b>Ventajas</b>	Alta producción y rápido retorno de inversión.	Menor costo inicial y operativo.
<b>Desventajas</b>	Alta inversión inicial y costos operativos.	Dependencia de las condiciones ambientales.

Al entender estas diferencias, te permitirá tomar una decisión informada sobre el sistema de cultivo que mejor se adapta a tus necesidades. En este documento nos enfocaremos en el cultivo intensivo, debido que se ha diseñado un dispositivo electrónico que permitirá monitorear la calidad del agua con el objetivo que puedas tomar decisiones correctas y controlar la calidad del agua para producir una excelente salud en la reproducción de tus peces.

### **2.3. Historia de la Piscicultura en Nicaragua**

La piscicultura en Nicaragua ha evolucionado significativamente a lo largo de las décadas, pasando de pequeña escala hasta convertirse en industria de mayor producción de animales acuático para la exportación, Nicaragua empezó en pequeña escala de cultivos de peces, utilizando técnicas básicas ocasionando producción limitada. Durante la época de 1950, se implementó el pez Tilapia como una especie exótica debido a su adaptabilidad y rápido crecimiento, que actualmente es la base de producción a grande escala y pequeñas para autoconsumo.

En 1980 se empezaron a implementar proyectos más organizados apoyados por el gobierno, teniendo la visión que este cultivo era una alternativa viable para mejorar la seguridad alimentaria, donde apartir de esta fecha, se empezaron a establecer

capacitaciones para piscicultores apoyados por el gobierno, que en la actualidad, se sigue realizando y el objetivo principal es impulsar esta técnica en un enfoque a pequeña escala para que cada vivienda pueda tener un autoconsumo de bajo recurso y apoyo en la alimentación del hogar en la utilización de crianza de la Tilapia. En el año 2000, se empezaron a cultivar otras especies como el guapote y la mojarra, proporcionando una variedad de producción y aumento de la oferta en el mercado. Apartir del año 2010 hasta la actualidad, se ha integrado un fundamento en la economía local, proporcionando empleo y mejorando la nutrición en las comunidades rurales, donde esta técnica, lo consideran como una sostenibilidad en cada vivienda, por lo que siguen impulsando capacitaciones de la crianza de peces de agua dulce. Entre la producción demandada en el país de Nicaragua, tenemos dos especies en diferentes ambitos:

<b>Características</b>	<b>Camarón</b>	<b>Tilapia</b>
<b>Importancia económica</b>	Alta, especialmente en exportaciones.	Alta, en consumo interno como en exportaciones.
<b>Generación de empleo</b>	Áreas costeras.	En diversas regiones del país.
<b>Adaptabilidad</b>	Áreas costeras	En diversas condiciones, sistemas intensivo y extensivo.
<b>Cultivo</b>	Agua salada	Agua dulce

## **2.4. Importancia de la Piscicultura**

La piscicultura es crucial porque proporciona una fuente sostenible de proteínas saludables, contribuye a la seguridad alimentaria global al diversificar las fuentes de alimentos, crea empleos en comunidades rurales y costeras, y promueve prácticas de cultivo que pueden ayudar a conservar las especies marinas naturales al reducir la pesca intensiva.

# CAPITULO II

## Biología y Morfología de los Peces



### III. CAPÍTULO 2: BIOLOGÍA Y MORFOLOGÍA DE LOS PECES

En este capítulo exploraremos la morfología y biología de tres especies prominentes de peces de agua dulce en Nicaragua: tilapia, mojarra y el guapote. Cada una de estas especies posee características únicas que las hacen destacar tanto en términos de estructura física como en su ciclo vital. La morfología nos permite entender la forma y la estructura del cuerpo de estos peces, mientras que la biología nos sumerge en sus complejos procesos de vida y reproducción.

Morfología se refiere al estudio de la estructura física de los organismos. En el contexto de los peces, esto incluye aspectos como la forma del cuerpo, las aletas, la disposición de las escamas y otros rasgos externos que les permiten adaptarse a su entorno acuático. Por otro lado, biología abarca el estudio de la vida misma de estos peces: desde su desarrollo embrionario hasta su madurez sexual, patrones de reproducción, comportamiento alimentario y adaptaciones evolutivas que les permiten sobrevivir y prosperar en hábitats acuáticos variados. El Ciclo de Vida de estas especies revela cómo atraviesan distintas etapas desde su nacimiento hasta la edad adulta, enfrentando desafíos ambientales y biológicos únicos en cada fase. Comprender la morfología y biología de la tilapia, mojarra y guapote nos proporciona una ventana hacia la complejidad y la belleza de la vida acuática, invitándonos a explorar más allá de lo visible y adentrarnos en los secretos de estos peces que son fundamentales tanto para la ecología como para la economía de Nicaragua.

#### 3.1. *Oreochromis niloticus* (Pez Tilapia)

La tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), también conocida como tilapia plateada, es una especie de pez que pertenece al género *Oreochromis* dentro de la familia Cichlidae. Originaria de África, ha ganado reconocimiento mundial como una importante fuente de alimento. Aunque históricamente ha sido malinterpretada por su asociación con sabores a fango, en realidad es una especie versátil y nutritiva que ha captado un renovado interés en las últimas décadas.



En términos de características físicas, la tilapia del Nilo tiende a crecer más grande que otras especies de tilapia, alcanzando hasta 60 centímetros de longitud y un peso de aproximadamente cuatro kilogramos. Desde una perspectiva biológica, esta especie muestra un comportamiento alimenticio variado a lo largo de su ciclo de vida. Los juveniles y los peces jóvenes son omnívoros, consumiendo zooplancton, zoobentos y materia en suspensión. A medida que maduran, se vuelven predominantemente herbívoros, alimentándose principalmente de fitoplancton. Además de su adaptabilidad alimentaria, la tilapia del Nilo exhibe rasgos que la hacen ideal para la piscicultura, como su capacidad para tolerar amplios rangos de temperatura, su rápido crecimiento, la maduración sexual temprana, y su resistencia a condiciones variables. Estas características la convierten en una opción destacada para proyectos de acuicultura que buscan aprovechar su facilidad de manejo y su capacidad de adaptación a diferentes ambientes acuáticos.

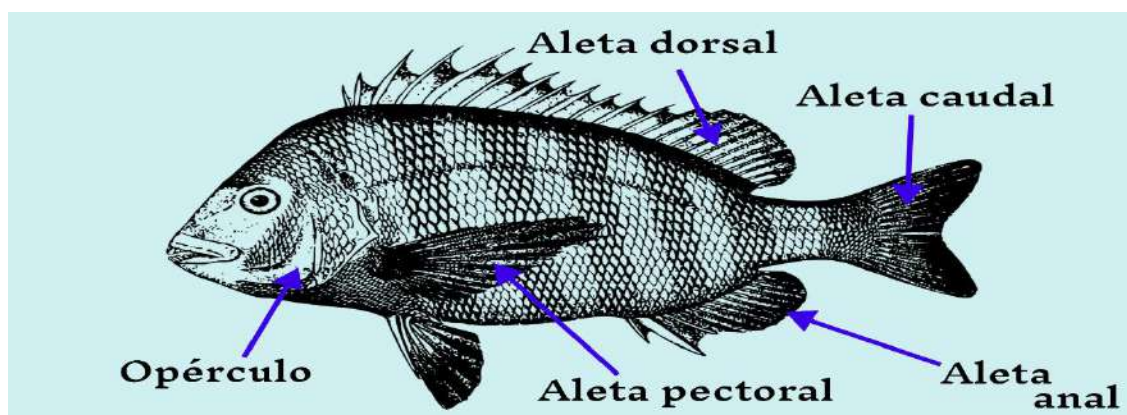
### **3.1.1. Morfología externa**

Las tilapias, específicamente la especie *Oreochromis niloticus*, presentan características morfológicas distintivas que las hacen adecuadas para su vida acuática. Su cabeza está equipada con orificios nasales a cada lado, funcionando tanto para la entrada como la salida de la cavidad nasal. El cuerpo de la tilapia generalmente es estrecho y ocasionalmente alargado. La boca es ancha y está equipada con dientes cónicos, ideales para la captura y masticación de alimentos. En cuanto a las aletas, las tilapias tienen tanto pares como impares. Las aletas pares incluyen las pectorales y ventrales, que son esenciales para el equilibrio y la maniobrabilidad del pez en el agua. Las aletas impares comprenden la dorsal, caudal y anal. La aleta dorsal típicamente tiene entre 16 y 17 espinas y de 11 a 15 rayos, mientras que la aleta anal presenta 3 espinas y 10 a 11 rayos. La aleta caudal de la tilapia es de forma trunca, lo que significa que tiene un borde recto en lugar de uno puntiagudo.

Durante la temporada de desove, las tilapias muestran cambios en la coloración de sus aletas, especialmente la dorsal que puede presentar líneas negras. Este



fenómeno es común en muchos peces y sirve como señal visual para atraer parejas durante el apareamiento. Estas características morfológicas no solo son fascinantes desde un punto de vista biológico, sino que también juegan un papel crucial en la adaptación y supervivencia de las tilapias en su hábitat natural.



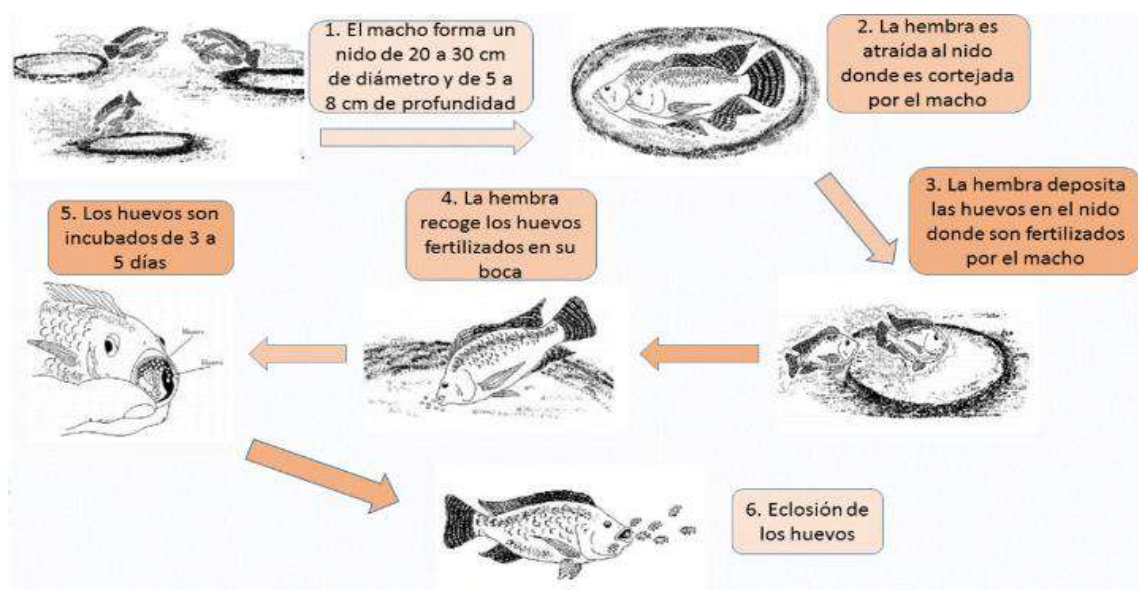
### **3.1.2. Morfología interna**

La morfología interna de la tilapia, como su sistema digestivo y órganos internos, revela adaptaciones cruciales para su supervivencia acuática. El proceso digestivo comienza en la cavidad bucal, equipada con dientes mandibulares que ayudan a triturar los alimentos. Luego, los alimentos pasan por el estómago y el intestino, que se divide en dos partes: una anterior y otra posterior más grande. Sorprendentemente, el intestino de la tilapia es aproximadamente siete veces más largo que su cuerpo, facilitando la digestión y la absorción de nutrientes. Además del sistema digestivo, la tilapia posee una vejiga natatoria que se encuentra pegada a la base intermedia bajo la columna vertebral. Esta estructura es alargada y globosa, ayudando al pez a mantenerse estable y controlar su flotabilidad en el agua. El riñón, con forma ovoide, desempeña un papel crucial filtrando la sangre y eliminando desechos, conectándose directamente con la vejiga natatoria para regular la presión interna del pez. Estas adaptaciones internas son esenciales para la tilapia, permitiéndole prosperar en una amplia variedad de hábitats acuáticos.

### **3.1.3. Reproducción**

La diferenciación de sexos en la tilapia se observa externamente por el número y ubicación de los orificios debajo del vientre. Los machos tienen solo dos orificios

visibles: el ano y un pequeño orificio urogenital. En cambio, las hembras tienen tres orificios distintos: el ano, el poro genital y un pequeño orificio urinario, siendo este último difícil de ver a simple vista. Además, el orificio genital en las hembras es una hendidura más que un punto, lo que facilita su identificación.



En términos de reproducción, la tilapia es conocida por ser muy prolífica, comenzando a reproducirse a una edad temprana y tamaño pequeño, generalmente a los 2-3 meses de edad y bajo temperaturas óptimas entre 20-25 °C. La iluminación también juega un papel crucial, ya que cambios en las horas de luz pueden afectar su capacidad de reproducción. Durante el proceso de reproducción, los reproductores son alimentados con alimentos de alta calidad, proporcionándoles entre el 0.5% y el 2% de su peso corporal diariamente. Después de la siembra, las crías recién nacidas se concentran en una esquina del estanque o tanque y se pueden recolectar con redes de malla fina a partir de los 10-15 días. Los machos preparan y defienden un territorio, creando un nido donde las hembras depositan sus huevos. Una vez fertilizados, los huevos son recogidos por la hembra en su boca y son incubados durante 3-5 días. Durante este tiempo, la hembra no se alimenta y cuida de las larvas, las cuales permanecen escondidas en su boca por un período adicional de 5-7 días para protegerlas de los depredadores.

### 3.2. *Parachromis managuensis* (Pez Guapote)

El pez guapote, cuyo nombre científico es *Parachromis managuensis*, es una especie de pez de agua dulce perteneciente a la familia Cichlidae dentro del orden de los Perciformes. Este pez es conocido por su robustez y belleza, y es popular tanto en la pesca deportiva como en la acuariofilia. El nombre científico de este pez hace referencia al Lago de Managua en Nicaragua, donde se obtuvo el holotipo, o el espécimen original en base al cual se describió la especie. Esta conexión geográfica destaca la importancia de los cuerpos de agua nicaragüenses en la biodiversidad acuática.

El guapote se encuentra en una amplia zona que se extiende desde la Laguna de Términos en México, a lo largo de la vertiente atlántica de Centroamérica. Su distribución incluye el río Ulúa en Honduras, abarca varias cuencas en Nicaragua, y se extiende hasta el río Matina en Costa Rica. Este amplio rango de distribución refleja su adaptabilidad a diferentes hábitats de agua dulce en la región.



#### 3.2.1. *Morfología externa*

El pez guapote, *Parachromis managuensis*, presenta una morfología robusta y llamativa que lo distingue fácilmente de otras especies. Los machos de esta especie pueden alcanzar hasta 55 cm de longitud total y un peso de 1.580 g, mientras que las hembras suelen ser de menor tamaño. A continuación, se describen algunas de las características externas más notables del guapote.

- ❖ **Estructura Corporal:** El cuerpo del guapote es ovalado, ancho y robusto, ideal para su estilo de vida depredador. Posee una gran cabeza con una mandíbula amplia y altamente dilatable, lo que le permite capturar presas de gran tamaño. Esta mandíbula está equipada con pseudocaninos afilados, proporcionando una herramienta eficaz para desgarrar y sujetar a sus presas.

❖ **Coloración:** La coloración del guapote es uno de sus rasgos más distintivos.

Su cuerpo está cubierto de escamas amarillas y negras dispuestas de manera punteada, lo que recuerda a los grandes felinos de la selva. Además, el pez presenta dos líneas de puntos negros más anchos que cruzan su cuerpo desde la boca hasta la aleta caudal: una línea se sitúa en mitad del cuerpo, mientras que la otra se encuentra justo debajo de la aleta dorsal.



❖ **Tamaño y Esperanza de Vida:** El guapote puede alcanzar entre 40 y 60 cm de longitud, y pesar hasta 1.6 kg. En condiciones óptimas, su esperanza de vida media es de aproximadamente 10 años, lo que lo convierte en un pez relativamente longevo en su hábitat natural.

❖ **Dimorfismo Sexual:** Existen diferencias notables entre machos y hembras de esta especie. Los machos no solo son más grandes, sino que también presentan una coloración más intensa en comparación con las hembras. Además, las aletas dorsal y anal de las hembras son más redondeadas que las de los machos, lo que facilita la identificación del sexo en los ejemplares adultos.

Esta combinación de características morfológicas hace del guapote una especie fascinante y adaptada a su entorno, destacándose tanto por su apariencia como por su capacidad de depredación.

### **3.2.2. Reproducción**

Debido a su gran tamaño y naturaleza territorial, es fundamental proporcionarles un acuario amplio. Para un solo ejemplar, se recomienda un acuario de al menos 400 litros, y para una pareja, un acuario de 750 litros o más. Los guapotes son agresivos y defenderán ferozmente su territorio contra cualquier intruso. Es posible mantenerlos con otros peces de tamaño y temperamento similares, pero se debe

tener suficiente espacio para minimizar las peleas por el territorio. Cualquier pez que quepa en su boca será considerado como parte de su dieta.

### **1) Preparación del acuario y la pareja**

Debemos contar con una pareja de guapotes madura sexualmente. Si no están solos en el acuario principal, se recomienda trasladarlos a un acuario aparte. En el nuevo acuario, colocaremos unas piedras planas en el fondo y grava. La pareja decidirá si utilizan una piedra para poner los huevos o si cavan un agujero en la grava.

### **2) Limpieza y desove**

Si el ambiente es adecuado y la pareja está lista, comenzarán a limpiar la superficie de la piedra o a cavar un agujero donde la hembra pondrá entre 500 y 6000 huevos. El macho fertilizará los huevos inmediatamente después del desove.

### **3) Protección de los huevos**

Después del desove, el macho protegerá agresivamente el territorio, manteniéndose alejado de los huevos. La hembra se encargará de los huevos, oxigenándolos con sus aletas para asegurar su desarrollo.

### **4) Incubación y eclosión**

Los huevos eclosionarán después de aproximadamente 5 días de incubación. La hembra trasladará las larvas recién nacidas a un lugar seguro, generalmente una cavidad o un agujero que hayan preparado previamente.

### **5) Cuidado de las crías**

A los 3 días de la eclosión, las larvas comenzarán a nadar libremente, aunque seguirán bajo la protección y supervisión de ambos padres. Los padres protegerán a las crías de posibles amenazas hasta que estas tengan un tamaño adecuado para sobrevivir por sí mismas.





### **3.3. *Cichlasoma urophthalmus* (Pez Mojarra)**

Esta especie es originaria de diversos estados en México, incluyendo Veracruz, el norte de Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Además, su distribución se extiende a través de cuerpos de agua dulce y salobre en estas regiones. En Centroamérica, el pez mojarra se encuentra en Belice, Honduras y en los cuerpos de agua dulce de Nicaragua.



La mojarra se adapta bien tanto a aguas dulces como a aguas salobres, lo que le permite habitar una variedad de ecosistemas acuáticos en su rango de distribución natural. Esta versatilidad ecológica la convierte en una especie importante tanto ecológica como económicamente en estas regiones.

#### **3.3.1. *Morfología externa***

La boca de este pez es ligeramente protráctil, permitiéndole extenderla hacia adelante para capturar alimento, y su cuerpo es robusto y ovoide, proporcionando una estructura sólida y compacta. En cuanto a su coloración, el dorso es típicamente verde-grisáceo mientras que el vientre es de un color más claro. A lo largo de su cuerpo, generalmente se pueden observar siete pares de bandas verticales alternadas de coloración negra, y durante la temporada reproductiva, las mojarras muestran una coloración roja sobre los flancos. Además, posee una mancha ocular distintiva visible en los laterales de su cuerpo.



El tamaño medio de las mojarras es de aproximadamente 30 cm, aunque pueden llegar a medir hasta 35 cm. El ciclo de vida de la mojarra es también interesante; la reproducción se lleva a cabo entre marzo y octubre, coincidiendo con las épocas de secas y lluvias. La especie es monógama y realiza desoves cada 23 a 27 días, con

una producción de entre 4,000 y 7,000 huevos, dependiendo del tamaño de la hembra. Los peces que miden entre 70 y 135 mm de longitud total han completado su primer año de vida y son reproductivamente activos. En condiciones óptimas, la mojarra puede vivir hasta 12 años.

### **3.3.2. Reproducción**

Este pez es monógamo y su reproducción ocurre entre marzo y octubre, abarcando las temporadas de secas y lluvias. Durante este periodo, los peces establecen territorios donde el macho y la hembra colaboran en la preparación del sitio de desove. La hembra deposita entre 4,000 y 7,000 huevos dependiendo de su tamaño, y ambos padres protegen los huevos y las larvas hasta que son lo suficientemente grandes para sobrevivir por sí mismos.

Los peces alcanzan la madurez sexual durante su primer año de vida, y los desoves ocurren cada 23 a 27 días. Durante el periodo reproductivo, los peces muestran patrones particulares de coloración, lo que facilita la identificación de su estado reproductivo. Los cuidados parentales incluyen la limpieza y ventilación de los huevos por parte de los padres, y una vez que las larvas eclosionan, son trasladadas a lugares seguros y vigiladas hasta que pueden nadar libremente.

Este proceso asegura una alta tasa de supervivencia de las crías, lo que contribuye a la prolífica naturaleza de la especie y su capacidad para mantener poblaciones saludables en sus hábitats naturales.

# CAPITULO III

Parámetros de  
Calidad del Agua



#### **IV. CAPÍTULO 3: PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA**

La calidad del agua es fundamental en la piscicultura intensiva porque afecta directamente la salud, crecimiento y bienestar de los peces. Consiste en mantener condiciones físicas, químicas y biológicas del agua que sean adecuadas para el desarrollo óptimo de las especies acuáticas. Una buena calidad del agua proporciona un ambiente saludable para los peces, reduciendo el estrés y la incidencia de enfermedades. Esto permite un mejor aprovechamiento del alimento, mayor tasa de crecimiento y una mayor tasa de supervivencia. Los peces sanos y en crecimiento óptimo son esenciales para la rentabilidad de la piscicultura. Además, El control y monitoreo regular de la calidad del agua permiten detectar y corregir cualquier problema antes de que afecte significativamente a los peces.

##### **4.1. Información General de los Parámetros de Calidad del Agua**

###### **4.1.1. PH**

El pH es una medida que indica la acidez o la alcalinidad del agua, es decir, una disminución del pH, el agua se hace más ácida y con un aumento de pH el agua se hace más básica. La escala numérica que mide el pH de las sustancias comprende los números de 0 a 14. Las sustancias más ácidas se acercan al número 0, y las más alcalinas (*o básicas*) las que se aproximan al número 14. Sin embargo, existen sustancias neutras como el agua o la sangre, cuyo pH está entre de 7 y 7.3.

Las sustancias ácidas como el jugo de limón tienen un pH entre 2 y 3 o la orina entre 4 y 7. Por su parte, los jugos gástricos tienen un valor entre 1 y 2 o los ácidos de baterías que se encuentran entre 1 y 0.

Por el contrario, las sustancias alcalinas o base tienen valores más altos como la leche de magnesia entre 10 y 11 o los limpiadores con amoníaco cuyo valor está entre 11 y 12.

En general, un agua con un pH bajo  $< 6.5$  podría ser ácida y corrosiva. Por lo tanto, el agua podría disolver iones metálicos, tales como: hierro, manganeso, cobre, plomo y zinc, accesorios de plomería y tuberías. Sin embargo, un agua con un pH bajo corrosiva podría causar un daño prematuro de tuberías de metal, y asociado a

problemas estéticos tales como un sabor metálico o amargo, manchas en la ropa, y la característica de coloración “azul-verde” en tuberías y desagües. Un agua con un  $\text{pH} > 8.5$  podría indicar que el agua es alcalina. Puede presentar problemas de incrustaciones por dureza, aunque no representa un riesgo para la salud, pero puede causar problemas estéticos.



#### 4.1.2. Turbidez

La turbidez es una medida del grado donde el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión, es decir, mide la claridad del agua definiendo que:

Mientras más sucia parecerá que ésta, más alta será la turbidez.

La turbidez del agua es uno de los parámetros más relevantes en el control de la calidad del agua de consumo porque los sólidos dispersos y las partículas en suspensión en el agua turbia pueden actuar como portadores de contaminación microbiológica y también





propician la adhesión de metales pesados, compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas.

La **Nephelometric Turbidity Unit (NTU)** es la unidad en la que se mide la turbidez de un fluido o la presencia de partículas en suspensión en el agua. Según la Organización Mundial de la Salud, la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 NTU.

#### **4.1.3. Temperatura**

La temperatura es una magnitud física que indica la energía interna de un cuerpo, de un objeto o del medio ambiente en general, medida por un termómetro. Dicha energía interna se expresa en términos de calor y frío, siendo el primero asociado con una temperatura más alta, mientras que el frío se asocia con una temperatura más baja.

Las unidades de medida de temperatura son los grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), los grados Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) y los grados Kelvin (K).

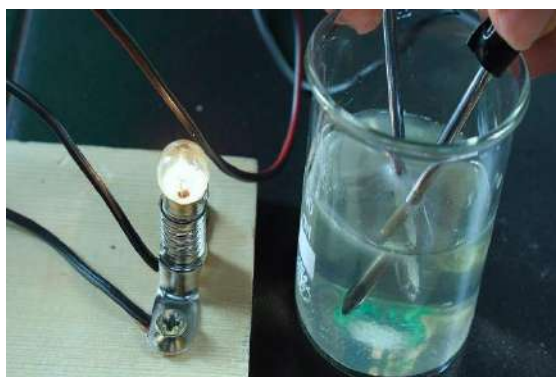
Es importante conocer la temperatura del agua con toda precisión, este factor físico es significativo en la variabilidad de los coeficientes de solubilidad de las sales y principalmente de los gases, afecta los valores de medición de la conductividad, del pH, es un indicador adecuado en el conocimiento del origen del agua y de eventuales mezclas, entre otros.



#### **4.1.4. Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica del agua se refiere a su capacidad para permitir que una corriente eléctrica fluya a través de ella, gracias a la presencia de iones disueltos. Estos iones son partículas cargadas eléctricamente que provienen de sales como calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonatos, entre otros, que se encuentran naturalmente en el agua debido a su interacción con el medio ambiente.

Cuando el agua contiene más sales disueltas, tiene una mayor conductividad eléctrica. Esto se debe a que los iones en solución pueden moverse libremente y transportar la corriente eléctrica a través del agua. La unidad de medida típica de la conductividad es microsiemens por centímetro ( $\mu S/cm$ ), que indica cuántos microsiemens de conductividad hay por centímetro de agua.



Es importante destacar que la temperatura también influye en la conductividad del agua. Generalmente, a temperaturas más altas, la conductividad es mayor debido a que las moléculas de agua y los iones disueltos tienen mayor movilidad.

#### **4.1.5. Total de sólidos disueltos (TDS)**

El TDS representa la concentración de componentes adicionales disueltos en el agua, como minerales y sales como calcio, magnesio, potasio, sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos, así como pequeñas cantidades de materia orgánica.

Se mide en miligramos por litro (mg/L) o partes por millón (ppm), e indica la cantidad total de sólidos disueltos en el agua. Si los niveles de TDS son demasiado altos o bajos, se pueden ajustar mediante cambios en la concentración de estos minerales y sales en el agua.

Para aumentar el nivel de TDS cuando es bajo, se puede utilizar un filtro alcalinizador que añade minerales como magnesio y calcio al agua. En cambio, para reducir el nivel de TDS, se recomienda utilizar tecnologías de filtración como la osmosis inversa, que eliminan los sólidos disueltos del agua.



## **4.2. Parámetros Óptimos de Calidad del agua en los Peces**

En este apartado, observará los niveles de parámetros mínimos y máximos que debe de tener el agua de su estanque para realizar una excelente reproducción y obtener éxito en la salud de los peces, porque es de mayor importancia que no haya contaminación en el habitat de los peces.

### **4.2.1. *Oreochromis niloticus* (Pez Tilapia)**



#### **4.2.1.1. Temperatura**

La temperatura es un parámetro crítico porque influye en la actividad biológica, el consumo de oxígeno y el crecimiento de los peces. A temperaturas inferiores a 15°C, las tilapias dejan de comer y su metabolismo se ralentiza, deteniendo su crecimiento donde se presentan temperaturas letales entre 10°C y 11°C pueden resultar en la muerte de los peces. Durante los meses fríos, como diciembre, el crecimiento de las tilapias es mínimo. En temperaturas moderadas, entre 15°C y 30°C, las tilapias se desarrollan de manera óptima, con una actividad biológica equilibrada y un consumo de alimento regular, favoreciendo su crecimiento y salud.

Sin embargo, cuando las temperaturas superan los 30°C, la demanda de oxígeno aumenta, lo que puede estresar a los peces y afectar su salud. En este rango, las tilapias tienden a comer menos y su reproducción se vuelve más frecuente, lo que puede causar desincronización en el cultivo y pérdidas económicas debido a la sobrepoblación. La temperatura también afecta la precipitación de compuestos y la formación de depósitos en el estanque, influyendo en la calidad del agua. Por lo tanto, es crucial que los piscicultores monitoreen y gestionen cuidadosamente la

temperatura y la calidad del agua para asegurar un entorno óptimo para el crecimiento y la salud de las tilapias.

Ya que hemos aprendido la importancia de este parámetro, podemos concluir que el valor óptimo debe ser:

**Rango de 28°C hasta 32°C es lo ideal para la reproducción de los peces**

#### **4.2.1.2. PH**

El pH influye directamente en el entorno en el que se desarrollan las tilapias, afectando su salud y crecimiento. En un rango de pH de 6.5 a 9, las condiciones son óptimas para el crecimiento y bienestar de las tilapias, permitiendo un desarrollo saludable y eficiente. Este rango proporciona un equilibrio adecuado de carbonatos, lo que favorece la absorción de nutrientes y la estabilidad del ecosistema acuático.

En aguas ácidas (*pH inferior a 6.5*), el crecimiento de las tilapias se reduce, ya que estas condiciones pueden provocar estrés y afectar la capacidad de los peces para absorber nutrientes esenciales. Por otro lado, en aguas demasiado alcalinas (*pH superior a 9*), pueden ocurrir problemas similares, incluyendo la precipitación de compuestos tóxicos. Por lo tanto, mantener el pH dentro del rango óptimo es esencial para asegurar un entorno adecuado para la tilapia, optimizando su crecimiento y salud.

Ya que hemos aprendido la importancia de este parámetro, podemos concluir que el valor óptimo debe ser:

**Rango de 6 hasta 9 es lo ideal para la reproducción de los peces**

#### **4.2.1.3. Total de sólidos disueltos (TDS)**

Los niveles óptimos de TDS para la tilapia están entre 100 y 300 ppm. Dentro de este rango, los peces pueden crecer y desarrollarse de manera saludable. Sin embargo, niveles de TDS superiores a 400 ppm pueden causar estrés osmótico, lo que afecta la capacidad de los peces para regular el equilibrio de agua y sales en sus cuerpos, llevando a problemas de salud como deshidratación, reducción del crecimiento y mayor susceptibilidad a enfermedades.

Ya que hemos aprendido la importancia de este parámetro, podemos concluir que el valor óptimo debe ser:

**Rango de 150 ppm hasta 300 ppm es lo ideal para la reproducción**

#### **4.2.1.4. Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica del agua, medida en microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S/cm}$ ), es vital para la piscicultura de tilapia, con niveles óptimos entre 60 y 300  $\mu\text{S/cm}$ . Dentro de este rango, el agua es adecuada para el crecimiento saludable de los peces. Niveles superiores a 300  $\mu\text{S/cm}$  pueden causar estrés osmótico, dificultando la regulación de sales y agua, mientras que niveles inferiores a 60  $\mu\text{S/cm}$  pueden indicar deficiencia de minerales esenciales, afectando el crecimiento y el sistema inmunológico de las tilapias.

**Rango de 235  $\mu\text{S/cm}$  hasta 468  $\mu\text{S/cm}$  es lo ideal para la reproducción**

#### **4.2.1.5. Turbidez**

La turbidez del agua, medida en unidades nefelométricas de turbidez (NTU), debe estar entre 1 y 5 NTU para el consumo humano, pero los peces pueden soportar rangos de 1 a 1000 NTU. Sin embargo, niveles superiores a 1000 NTU indican agua muy sucia y no transparente, lo que puede reducir la penetración de la luz, afectar la fotosíntesis de las plantas acuáticas, y aumentar el riesgo de enfermedades en los peces debido a la acumulación de materia orgánica y contaminantes.

**Rango de 1 NTU hasta 400 NTU es lo ideal para la reproducción**



#### **4.2.2. *Parachromis managuensis* (Pez Guapote)**



##### **4.2.2.1. Temperatura**

El pez Guapote prospera en temperaturas óptimas de 23°C a 28°C. Aunque es susceptible a infecciones como Ich, esta enfermedad puede tratarse elevando la temperatura del acuario a 30°C durante 3 días. Mantener la temperatura dentro del rango óptimo es esencial para prevenir enfermedades y asegurar la salud del pez.

**Rango de 22°C hasta 27°C es lo ideal para la reproducción**

##### **4.2.2.2. PH**

Se aplica las mismas consecuencias del pez tilapia, por lo que estos peces son susceptibles a enfermedades y problemas de oxigenación, donde se concluye que se debe estar en los valores óptimos de:

**Rango de 7 hasta 9 es lo ideal para la reproducción**

##### **4.2.2.3. Total de sólidos disueltos (TDS)**

Se aplica las mismas consecuencias del pez tilapia, por lo que estos peces son susceptibles a enfermedades y problemas de oxigenación, donde se concluye que se debe estar en los valores óptimos de:

**Rango de 230 ppm hasta 340 ppm es lo ideal para la reproducción**

##### **4.2.2.4. Conductividad eléctrica**

Se aplica las mismas consecuencias del pez tilapia, por lo que estos peces son susceptibles a enfermedades y problemas de oxigenación, donde se concluye que se debe estar en los valores óptimos de:

**Rango de 360  $\mu\text{S/cm}$  hasta 531  $\mu\text{S/cm}$  es lo ideal para la reproducción**

**4.2.2.5. Turbidez**

Se aplica las mismas consecuencias del pez tilapia, por lo que estos peces son susceptibles a enfermedades y problemas de oxigenación, donde se concluye que se debe estar en los valores óptimos de:

**Rango de 1 NTU hasta 500 NTU es lo ideal para la reproducción**

**4.2.3. *Cichlasoma urophthalmus* (Pez Mojarra)**



**4.2.3.1. Temperatura**

Se aplica las mismas consecuencias del pez tilapia, por lo que estos peces son susceptibles a enfermedades y problemas de oxigenación, donde se concluye que se debe estar en los valores óptimos de:

**Rango de 23°C hasta 30°C es lo ideal para la reproducción**

**4.2.3.2. PH**

Se aplica las mismas consecuencias del pez tilapia, por lo que estos peces son susceptibles a enfermedades y problemas de oxigenación, donde se concluye que se debe estar en los valores óptimos de:

**Rango de 6.8 hasta 7.2 es lo ideal para la reproducción**

#### **4.2.3.3. Total de sólidos disueltos (TDS)**

Se aplica las mismas consecuencias del pez tilapia, por lo que estos peces son susceptibles a enfermedades y problemas de oxigenación, donde se concluye que se debe estar en los valores óptimos de:

**Rango de 150 ppm hasta 300 ppm es lo ideal para la reproducción**

#### **4.2.3.4. Conductividad eléctrica**

Se aplica las mismas consecuencias del pez tilapia, por lo que estos peces son susceptibles a enfermedades y problemas de oxigenación, donde se concluye que se debe estar en los valores óptimos de:

**Rango de 235  $\mu\text{S/cm}$  hasta 468  $\mu\text{S/cm}$  es lo ideal para la reproducción**

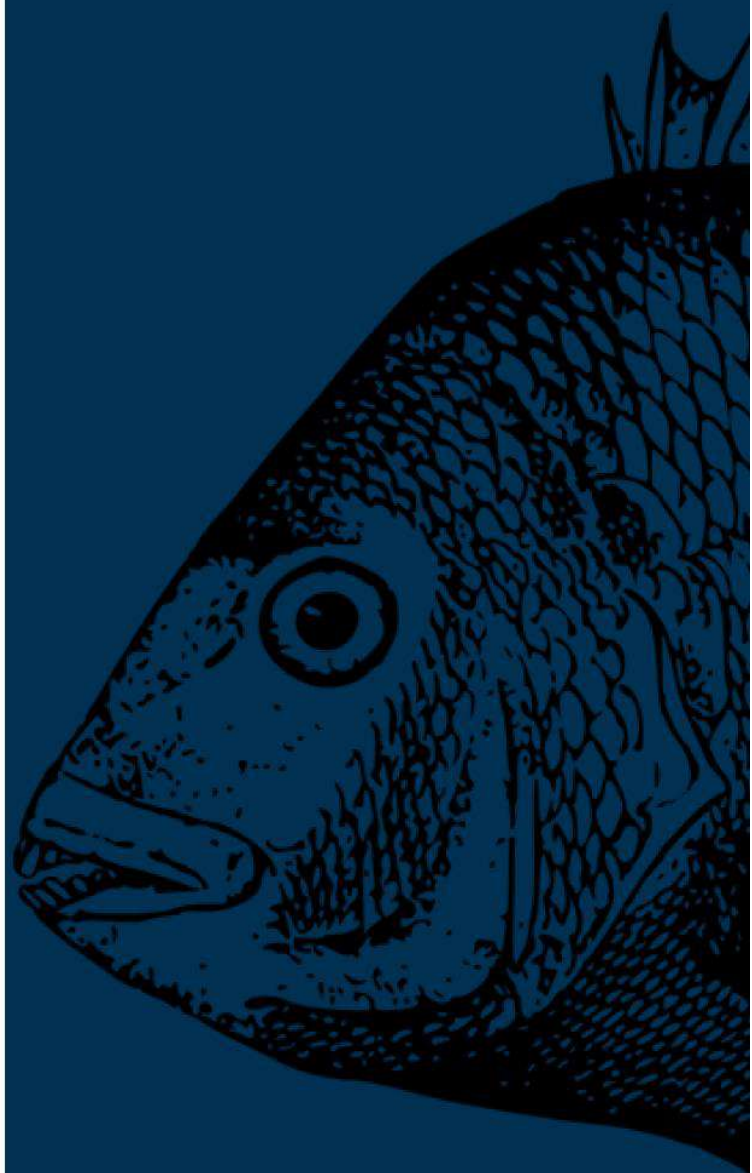
#### **4.2.3.5. Turbidez**

Se aplica las mismas consecuencias del pez tilapia, por lo que estos peces son susceptibles a enfermedades y problemas de oxigenación, donde se concluye que se debe estar en los valores óptimos de:

**Rango de 1 NTU hasta 500 NTU es lo ideal para la reproducción**

# CAPITULO IV

Manual de Usuario  
del Dispositivo  
Electrónico de  
Medición de la  
Calidad del Agua

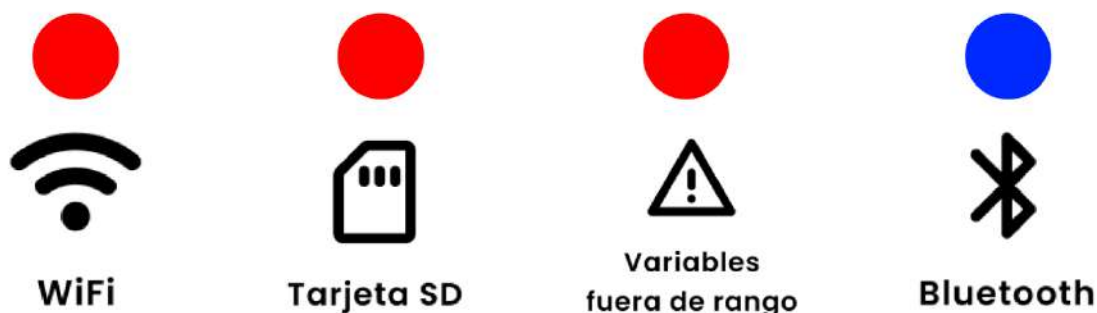


## V. CAPÍTULO 4: MANUAL DE USUARIO DEL DISPOSITIVO ELECTRÓNICO DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

El dispositivo electrónico de medición de calidad de agua consiste en la utilización de 5 parámetros de calidad de agua, este dispositivo permite medir la temperatura, PH, TDS, conductividad eléctrica y turbidez, donde las mediciones serán de manera constante que es procesado por un microcontrolador donde realiza la transmisión y recepción de los datos, que se enlaza con una aplicación que será instalado en el dispositivo móvil donde se observará las mediciones de estos 5 parámetros en tiempo real, además, está equipado con una notificación de alerta, donde en la configuración del dispositivo, el usuario pondrá el rango de valor de cada parámetro que si esta fuera de ese valor, se mandará una notificación en la aplicación móvil alertando al usuario que el estanques no están en los valores establecidos. Este dispositivo electrónico permite realizar un monitoreo constante y alertar al usuario a tomar buenas decisiones en la calidad de agua del estanque donde habitan los peces para tener buena reproducción.

### 5.1. Estructura física

El dispositivo está dentro de una caja de PVC que ayudará a protegerlo de la lluvia y otros factores, donde se observará 4 led, los cuales se explicarán a continuación:



En la imagen, se observan que los 4 led están encendido (*producen la luz*), vamos a explicar cada situación.

- 1) El led "WIFI" nos advertirá si el dispositivo recibe internet, el dispositivo necesita internet para enviar los datos a la aplicación. Por lo que, si **el led está encendido**, nos advierte que el dispositivo **no está recibiendo**

**internet**, pero si el **led está apagado**, nos advierte que el dispositivo **esta recibiendo internet**.

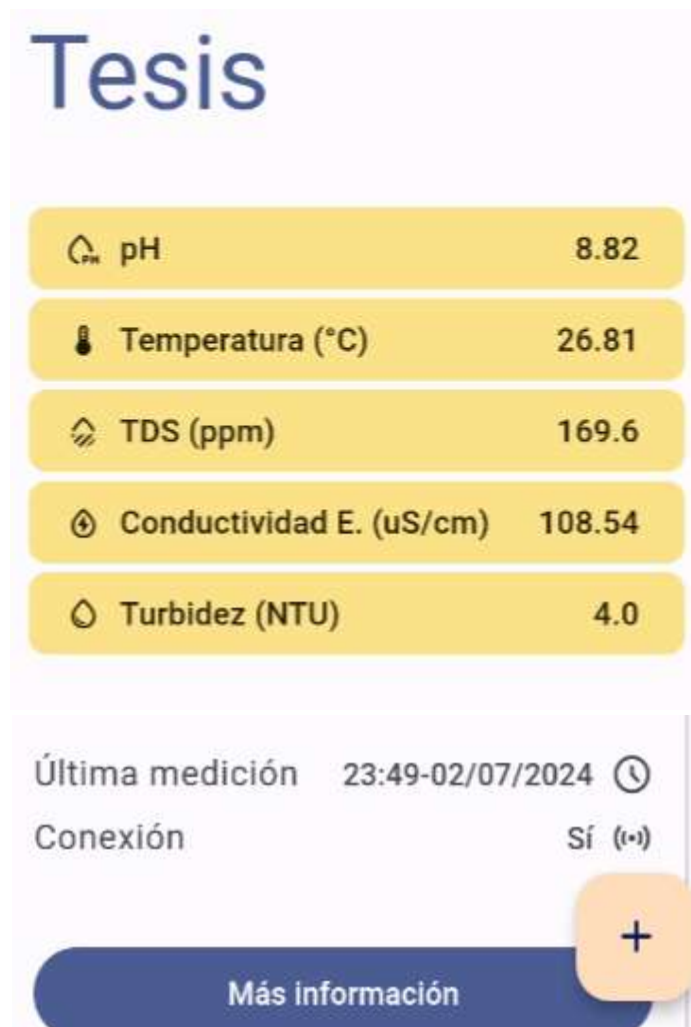
- 2) El led “SD” nos advertirá si la SD está colocada correctamente, esto nos indicará que la SD funcionará correctamente para guardar datos, el dispositivo implementa un adaptador donde se puede implementar una tarjeta SD, esto ayudará cuando el dispositivo no este recibiendo internet, porque las mediciones se almacenarán en la SD. Por lo que, si el **led está encendido**, nos advierte que **no está implementado la tarjeta SD**, pero si el **led está apagado**, nos advierte que la SD **está implementada correctamente** para realizar su función de almacenar los datos cuando el dispositivo no este recibiendo internet.
- 3) El led “Variables fuera de rango” nos advertirá que uno de los parámetros está fuera de rango establecido por el usuario, se estará notificando al usuario por medio de la aplicación, pero, además, se podrá observar de manera visual si hay alarma o no con este led, por lo que, si el **led está encendido**, nos advierte que **hay alarma**, pero si **no está encendido**, nos advierte que **no hay alarma**.
- 4) El led “Bluetooth” nos advertirá que el dispositivo está en modo de configuración. Por lo que, si el **led está encendido**, nos advierte que **podemos configurar el dispositivo**, pero si el **led está apagado**, nos advierte que **no está en ese modo**.

## **5.2. Uso de la Aplicación**

### ***5.2.1. Pantalla principal***

Al entrar en la aplicación, y si ya hemos configurado un dispositivo, obtendremos la siguiente visualización:

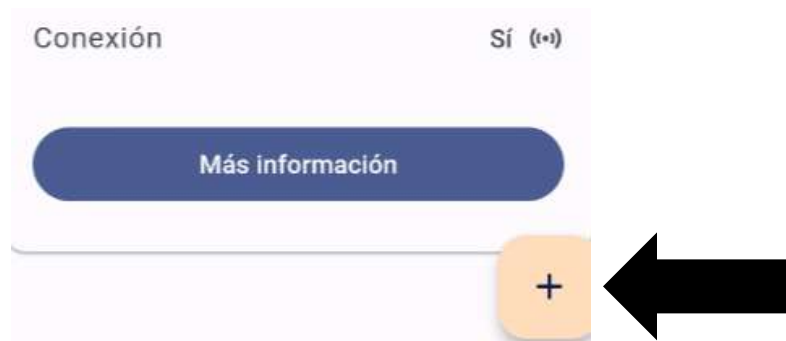




Donde dice “Tesis” es el nombre que se ha asignado al dispositivo electrónico, además, se observa los 5 parámetros de calidad de agua, cada una con su unidad de medida, donde a la par, se observará las mediciones que está tomando cada parámetro en tiempo real. En la parte de “Ultima medición” se estará actualizando la medición reciente, esto dependerá del nivel de muestreo dado por el usuario, por ejemplo, si el usuario le da un nivel de muestreo de 5 minutos, esto indicará que cada 5 minutos se reflejará la medición y se guardará ese registro donde se reflejará en la última medición el intervalo de tiempo por 5 minutos. Al darle en “Más información”, nos llevará a las siguientes funciones de contiene la aplicación. Además, en la parte de arriba en la derecha, se observará un icono de interrogación, al presionarlo, se descargará este documento.

### 5.2.2. Creación de nuevo dispositivo

Para crear un nuevo dispositivo, debemos presionar el siguiente icono:




Donde nos saldrá la siguiente interfaz:



Recordemos, que, para configurar el dispositivo, debemos activar el bluetooth en nuestro celular, y estar cerca del dispositivo, antes de eso, debemos irnos a ajuste del teléfono para emparejar el bluetooth del dispositivo, recordemos que el led de “Bluetooth” debe estar encendido. Al realizar el emparejamiento, nos saldrá las diferentes listas de emparejamiento, nosotros debemos seleccionar el bluetooth del dispositivo.

**Añade un nuevo dispositivo**

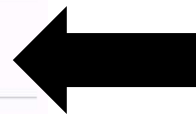


Selecciona el nombre de bluetooth del dispositivo electrónico que deseas añadir:

Galaxy A10s ▶

ESP32\_4J2k ▶

→ Continúa



El siguiente paso, es nombrar a nuestro dispositivo:

**¡Configúralo!**

Creando configuración para: ESP32\_4J2k

¿Qué nombre tendrá el dispositivo?

0/20

→ Siguiente

El siguiente paso es muy importante, el dispositivo debe recibir internet para poder transmitir los datos de las 5 variables de calidad del agua, por lo que se recomienda tener acceso a wifi, al tenerlo, deberá escribir el ID de su wifi y contraseña. La parte de “URL del servidor” escribirá un link que nosotros mismos le vamos a proporcionar, este link es muy importante.

## Configuración de red

¿A cuál red WiFi se conectará?

¿Cuál es la contraseña del WiFi?

URL del servidor

← Anterior

→ Siguiente

El siguiente paso consiste en la configuración de los parámetros del dispositivo, en “Tiempo de muestreo” debemos asignar el tiempo que recibiremos la medición de las 5 variables, lo más usado es cada minuto (tiempo de muestreo de 1) o cada 5 minutos (tiempo de muestreo de 5). Luego tendrá 3 especies de peces, al seleccionar uno, se establecerán los parámetros por defecto que se definió en el capítulo 4 de este documento, pero si no desea y tiene sus propios parámetros, solo consiste en implementar los valores. Estos valores permitirán activar la alarma, es decir, si la medición de un valor fuera de los rangos establecidos, se activará la alarma.

## Configuración de propiedades

Tiempo de muestreo (minutos)

(Opcional) Selecciona uno de los siguientes peces:

Mojarra

Tilapia

Guapote

Valores mínimos y máximos para cada propiedad físico-química:

pH

pH

Mojarra
✓ Tilapia
Guapote

Valores mínimos y máximos para cada propiedad físico-química:

pH 6.0 Valor mínimo	pH 9.0 Valor máximo
Temperatura 25.0 Valor mínimo	Temperatura 32.0 Valor máximo
TDS 100 Valor mínimo	TDS 300 Valor máximo
Conductividad E. 67.0 Valor mínimo	Conductividad E. 201.0 Valor máximo
Turbidez 1.0	Turbidez 1000.0

El siguiente paso consiste en esperar la autenticación, se nos mostrará 4 opciones, donde para que todo este correctamente, todas las opciones deberán estar en check de color verde, si nos muestra una X de color rojo en “Conectando con el servidor”, nos indica que hemos puesto mal el link del servidor, pero si sale la X en las dos últimas opciones, nos indica que se ha puesto mal las credenciales del WIFI. Recordemos, al realizar una equivocación (es decir, una X), el led “Bluetooth” se apagará, saliendo del modo de configuración, para poder entrar al modo de configuración, debemos apagar y encender el dispositivo, hasta esperar que el led se encienda.



### 5.2.3. Botón “Más Información”

Si ya hemos creado el dispositivo y le damos a “Más información”, tendremos lo siguiente:

Se podrá observar las mediciones de los 5 parámetros de calidad del agua. Además, para encender la configuración del dispositivo solo debemos activar el botón que dice “Bluetooth” y si queremos desactivar la alarma, solo es presionar el botón que dice “Alarma”.





Al darle en “Ver estadísticas” nos mostrará una gráfica visual de cómo está el análisis del rango de los parámetros de calidad del agua.



Mas abajo, tendremos la opción de descargar las mediciones pasadas, solo pondremos la fecha de inicio y final, y al darle descargar, nos generará un archivo Excel para que observemos las mediciones en ese rango de fecha.

## Descarga los datos

Descarga los datos a partir de una fecha de inicio y una fecha de cierre. Ten en cuenta que incurrirán gastos de lectura y escritura al realizar esta operación. El archivo final estará en formato csv. Formato de fecha: día-mes-año (Ej. 01-01-2024)



Descargar

### 5.2.4. Botón “Configuración del dispositivo”

Si hemos creado un dispositivo, pero queremos modificar el tiempo de muestreo o los rangos de parámetros de calidad del agua, debemos irnos a la siguiente opción:

Rango de pH	6.0 - 12
Rango de temperatura	25.0 - 35
Rango de TDS	100 - 300
Rango de Cond. Eléc.	67.0 - 201.0
Rango de Turbidez	1.0 - 6



Configura este dispositivo



Elimina este dispositivo

Debemos agregar nuestras credenciales:

## Configuración de red

¿A cuál red WiFi se conectará?

¿Cuál es la contraseña del WiFi?

URL del servidor

→ Siguiente

Y nos saldrá la opción de configuración:

Tiempo de muestreo (minutos)

5

(Opcional) Selecciona uno de los siguientes peces:

Mojarra Tilapia Guapote

Valores mínimos y máximos para cada propiedad físico-química:

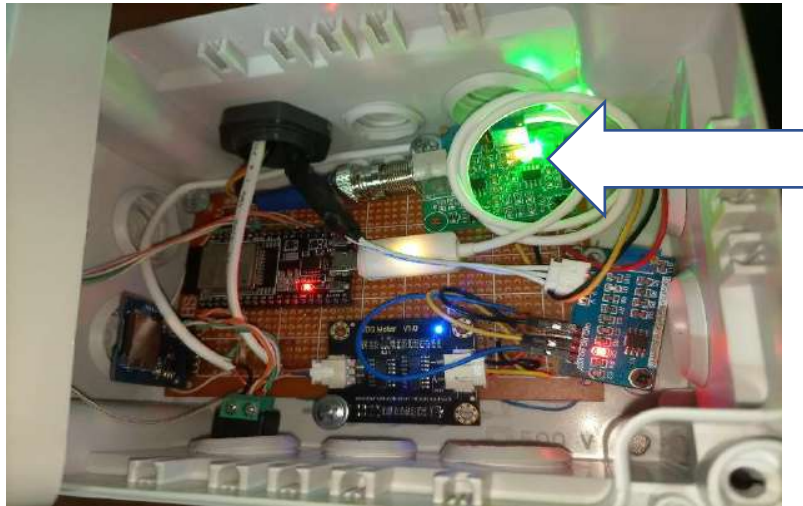
pH	pH
6.0	12
Valor mínimo	Valor máximo
Temperatura	Temperatura
25.0	35
Valor mínimo	Valor máximo

### 5.3. Calibración del sensor PH

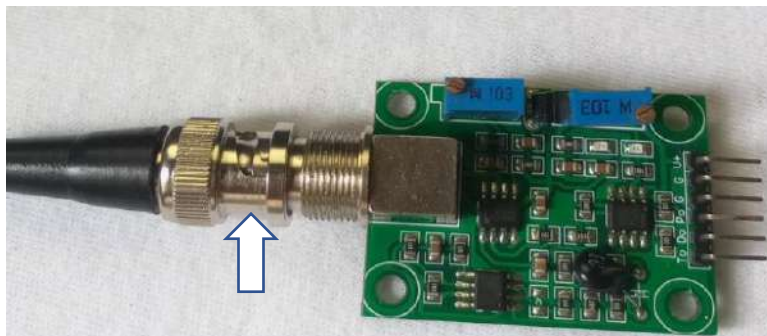
Se ha observado que, con el transcurso del tiempo, los sensores de pH requieren un período para su calibración con el fin de obtener mediciones precisas. Se recomienda realizar esta calibración al menos 1 vez por 7 días o en caso de detectar

alguna anomalía. Para llevar a cabo este proceso correctamente, por favor siga detenidamente las siguientes instrucciones paso a paso:

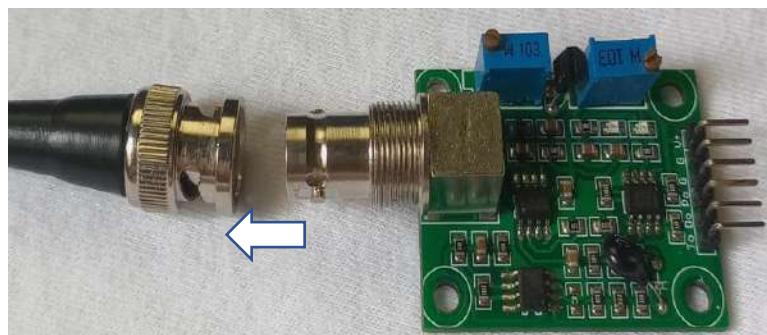
**Paso 1:** Vaya al dispositivo electrónico y encuentre el sensor de pH



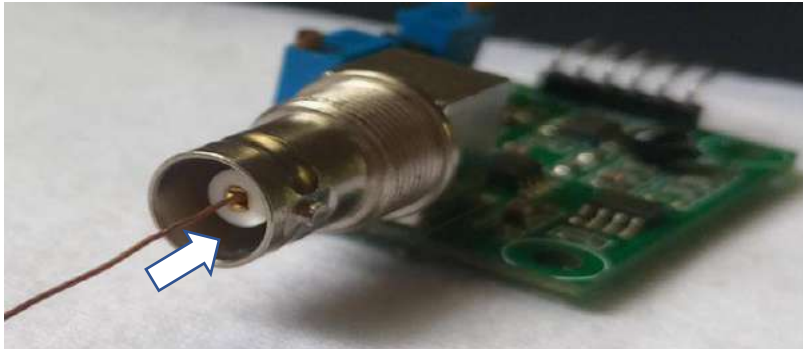
**Paso 2:** Debemos quitar la sonda del módulo PH, para realizarlo deberá girarlo hacia la izquierda



Y luego empujarlo hacia afuera



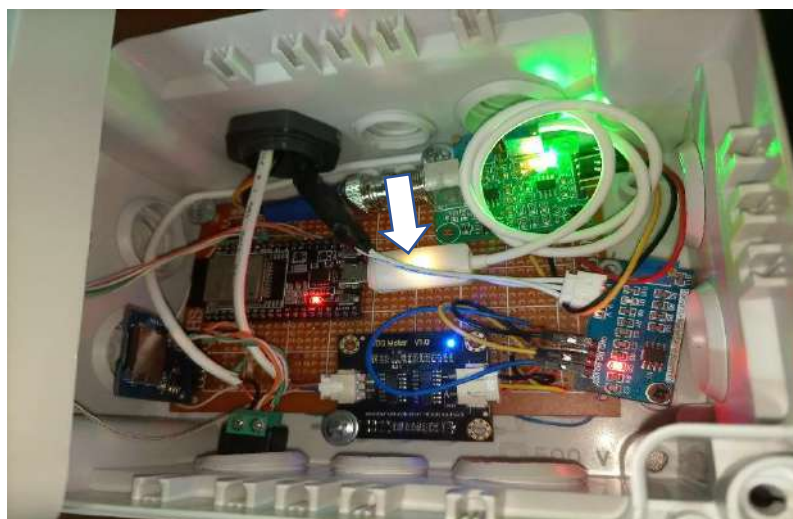
**Paso 3:** Tomamos un pedazo de alambre y lo ponemos en la abertura pequeña del módulo de PH



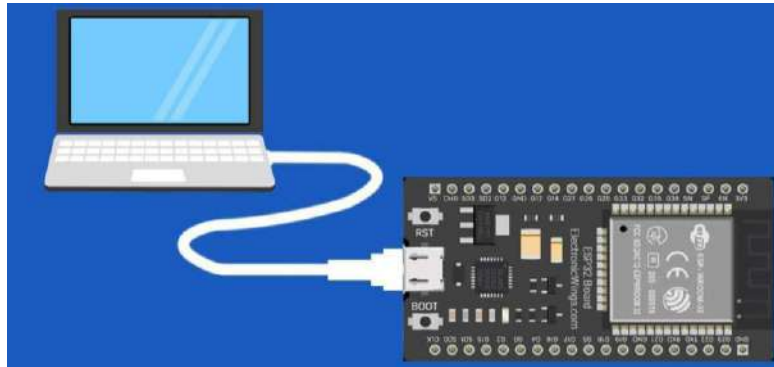
Luego, con el resto del alambre, lo enrollamos alrededor de la placa metálica del módulo de PH



**Paso 4:** Identificamos la esp32 y desconectamos su alimentación, que es empujando hacia afuera.



**Paso 5:** Después de hacer el paso anterior, busque un cable de programación. Conéctelo en el mismo lugar donde estaba la ESP32 y luego conéctelo a la computadora.



**Paso 6:** Diríjase al escritorio de su computadora y haga doble clic en el archivo llamado "CALIBRACION\_PH"



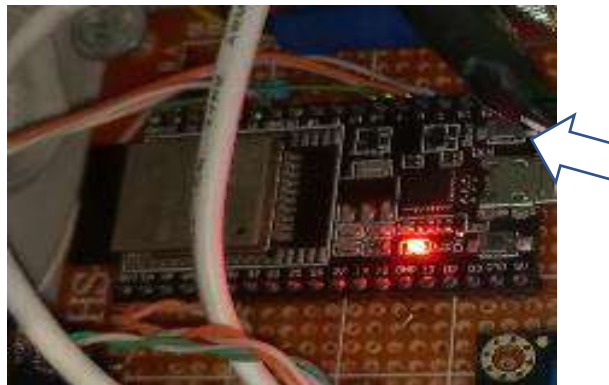
**Paso 7:** Cuando se abra el archivo, haga clic en el botón que dice "Subir"

Una captura de pantalla del IDE de Arduino. La barra superior muestra "CALIBRACION\_PH Arduino 1.8.19" y un menú con "Archivo", "Editar", "Programa", "Herramientas" y "Ayuda". Debajo del menú hay una barra de herramientas con varios iconos. Un cursor blanco apunta al icono de "Subir" (un flecha hacia arriba). El área principal muestra el código de un programa de calibración de pH.

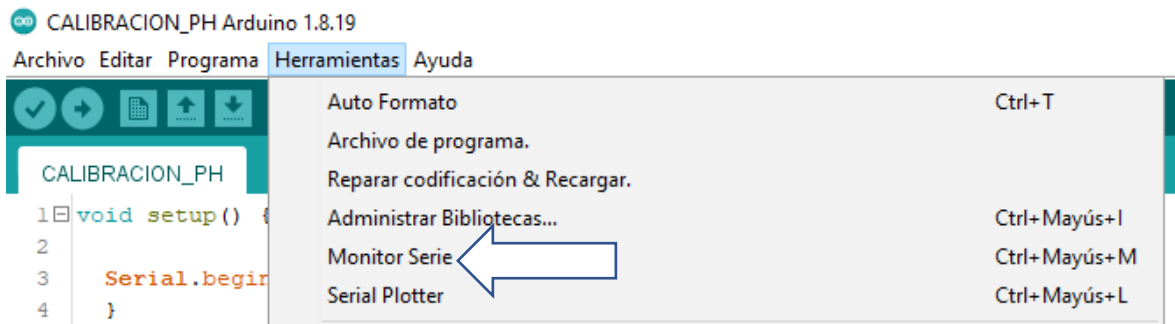
```
1 void setup() {  
2  
3   Serial.begin(115200);  
4 }  
5  
6 void loop() {  
7  
8   int sensorValue = analogRead(34);  
9   float voltage = sensorValue * (3.3 / 4095.0);  
10  
11   Serial.println(voltage);  
12  
13   delay(2000);  
14 }
```



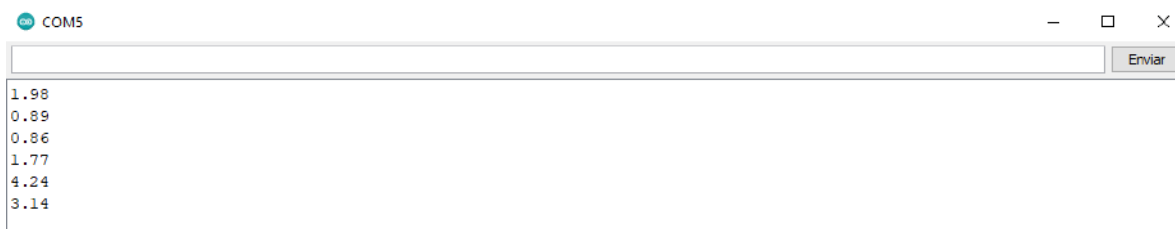
**Paso 8:** En la parte inferior, verá una barra de progreso. Cuando se complete, vaya a la ESP32 y mantenga presionado el botón de "Boot" durante 5 segundos



**Paso 9:** Cuando el programa haya terminado de cargarse, haga clic en el botón "Herramientas" y luego seleccione "Monitor Serie"

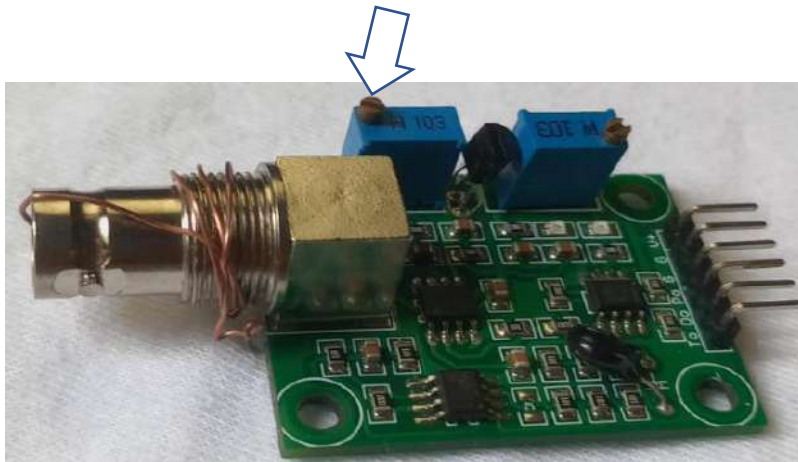


**Paso 10:** Observaremos valores numéricos, esto es la calibración del sensor PH



Debemos observar que constantemente aparezca el número "2.87". Si siempre aparece ese número, el módulo de PH está calibrado. Si aparece un número mayor o menor, el módulo no está equilibrado. El objetivo es que en la pantalla siempre

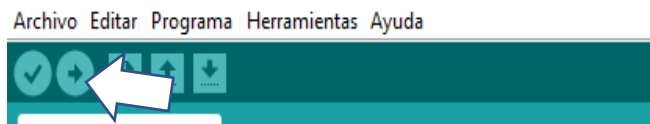
aparezca el número "2.87". Para calibrarlo, tome un destornillador fino y gire el tornillo hasta que vea el número correcto en la pantalla. Recuerde: si gira el tornillo a la derecha, los valores aumentarán; si lo gira a la izquierda, los valores disminuirán.



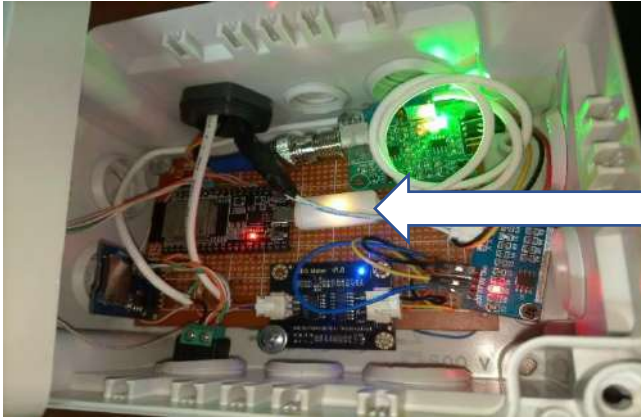
**Paso 11:** Una vez que tenga el valor "2.87" en la pantalla, cierre todo y abra el siguiente programa:



Al abrirlo, cargamos el programa y realizamos el procedimiento del paso 8.

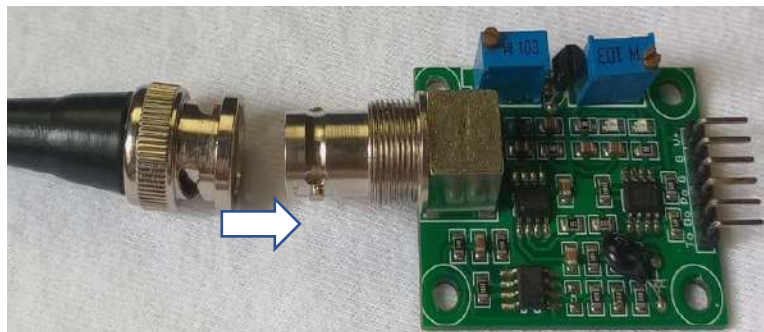


**Paso 12:** El paso 11 consiste en cargar el programa completo en el dispositivo electrónico. Una vez que la carga esté completa, desconecte el cable de programación de la ESP32 y de la computadora, y luego conecte la alimentación al dispositivo.

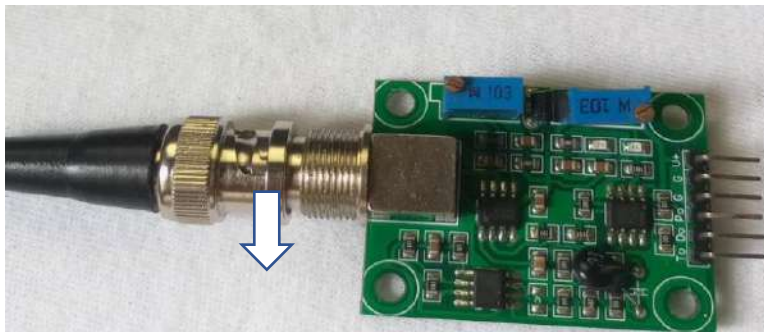


Vuelva a conectar este cable en la ESP32.

**Paso 13:** En el módulo PH, quite el alambre y vuelva a colocar la sonda.



Luego, debemos girarlo hacia la derecha



Y hemos finalizado el procedimiento de como calibrar el sensor PH, verifique que el dispositivo funcione correctamente.

# CAPITULO V

Importancia de  
Comprender los  
Anteriores Capítulos



## **VI. CAPÍTULO 5: IMPORTANCIA DE COMPRENDER LOS ANTERIOES CAPÍTULOS**

La piscicultura de agua dulce es una práctica fundamental en la producción sostenible de peces como la tilapia, guapote y mojarra. Este libro ha explorado en detalle los aspectos clave de esta disciplina, comenzando por su definición como la crianza controlada y responsable de especies acuáticas. La importancia de la piscicultura radica en su contribución a la seguridad alimentaria global, proporcionando una fuente confiable de proteínas nutritivas, especialmente en regiones donde la pesca tradicional es insuficiente para satisfacer la demanda creciente de alimentos. El sistema de cultivo intensivo ha sido destacado como una técnica eficiente para maximizar la producción en espacios limitados, optimizando recursos y reduciendo el impacto ambiental.

En el contexto del monitoreo en tiempo real, la implementación de dispositivos electrónicos juega un papel crucial. Estos dispositivos permiten una supervisión continua de los parámetros ambientales, alertando sobre cualquier cambio que pueda afectar la salud de los peces y la eficiencia del sistema. Esta capacidad de respuesta rápida no solo mejora la gestión del cultivo, sino que también minimiza los riesgos de pérdidas económicas y ambientales. Para aquellos que consideran dedicarse a la piscicultura intensiva, es fundamental comprender la complejidad de este campo y estar comprometido con prácticas de manejo sustentables. Además del conocimiento técnico, se requiere pasión, paciencia y perseverancia para superar los desafíos inherentes y alcanzar el éxito a largo plazo. Por lo tanto, invito a todos los interesados a explorar y contribuir activamente a esta industria vital, aprovechando las oportunidades que ofrece para el desarrollo económico y la seguridad alimentaria global.

En última instancia, el futuro de la piscicultura de agua dulce reside en manos de aquellos dispuestos a innovar y mantener altos estándares de calidad. ¡Adelante, y que sus aguas sigan llenas de vida y prosperidad!