

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**ESCUELA DE POSGRADO**

**TESIS**

**“CULTIVO EXPERIMENTAL DEL PAICHE (*ARAPAIMA GIGAS*) EN AMBIENTE  
CONTROLADO DEL LABORATORIO COSTERO  
IMARPE – HUACHO”**

**PRESENTADO POR:**

**Luis Anibal Gonzales Molina**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN  
AMBIENTAL**

**ASESOR:**

**MG. HECTOR, ROMERO CAMARENA**

**HUACHO - 2018**

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
**ESCUELA DE POSGRADO**



Nº 041-2019-I

# ACTA DE SUSTENTACIÓN

Siendo las *11:00 am* del día miércoles 13 de febrero de 2019 en el Auditorio de la Escuela de Posgrado, se reunió el Jurado Evaluador y el Asesor de la Tesis titulado: **CULTIVO EXPERIMENTAL DEL PAICHE (ARAPAIMA GIGAS) EN AMBIENTE CONTROLADO DEL LABORATORIO COSTERO DE IMARPE-HUACHO**, presentado por Don **LUIS ANIBAL GONZALES MOLINA**, para Optar el Grado Académico de **Maestro(a) en ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL**, constituido por:

- |                                     |   |            |
|-------------------------------------|---|------------|
| Dr. JOSE VICENTE NUNJA GARCIA       | - | PRESIDENTE |
| M(o). JUAN MANUEL IPANAQUE ROÑA     | - | SECRETARIO |
| Dra. JAQUELINE VICTORIA ARONI MEJIA | - | VOCAL      |
| M(o). HECTOR ROMERO CAMARENA        | - | ASESOR     |

Disponiendo del tiempo para la sustentación, se procedió al planteamiento de las interrogantes por parte del Jurado Evaluador y habiendo absuelto las preguntas y observaciones, se declaró: *aprobado* por *unanimidad* con el calificativo de *Excelente*.

Siendo las *12:30 pm* del día miércoles 13 de febrero de 2019 se dio por concluido dicho acto.



*[Signature]*  
Dr. JOSE VICENTE NUNJA GARCIA  
**PRESIDENTE**




*[Signature]*  
M(o). JUAN MANUEL IPANAQUE ROÑA  
**SECRETARIO**



*[Signature]*  
Dra. JAQUELINE VICTORIA ARONI MEJIA  
**VOCAL**

*[Signature]*  
M(o). HECTOR ROMERO CAMARENA  
**ASESOR**

## DEDICATORIA



Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres, porque son el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi familia en general por ser parte de esta tesis, el cual de una y otra manera aportaron. Al ingeniero Ganoza Chozo Francisco por el aporte de sus conocimientos y saber orientar para ir superándome en la carrera profesional.

**Luis Anibal Gonzales Molina**

## AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera profesional y por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, dificultades, pero resolviéndole El, experiencias y sobre todo la y la felicidad.

Al Instituto del Mar del Perú (IMARPE), por brindarme la oportunidad de llevar acabo la presente investigación.

A mis padres Alexander y Elizabeth, que con su demostración de unos padres ejemplares me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar ante sus sabios consejos, aliento y orientación me apoyaron en cada momento.

Al Ingeniero Ganoza Chozo Francisco, por la ayuda integra de profesionalismo, orientación para la realización de la tesis, por brindar su conocimiento amplio que me permitió aprender mucho en este ámbito de la carrera que es la Acuicultura.

Al Ingeniero Héctor Romero Camarena por aceptar ser el asesor y aportar en la realización de la tesis.

Al Ingeniero Rody Changana por su apoyo incondicional en la culminación de la investigación de tesis.

Son muchas las personas que ha formado parte de la realización de la tesis y agradezco su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en todo el momento que estuvieron presente.

**Luis Anibal Gonzales Molina**

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN .....	xii
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema .....	5
1.3. Objetivos de la investigación.....	5
1.4. Justificación de la investigación .....	7
1.5. Delimitaciones del estudio.....	12
1.6. Viabilidad del estudio.....	12
CAPÍTULO II .....	13
MARCO TEÓRICO .....	13
2.1. Antecedentes de la investigación .....	13
2.1.1. Investigaciones internacionales .....	13
2.1.2. Investigaciones nacionales.....	15

2.2.	Bases teóricas.....	19
2.2.1.	Origen de la investigación del paiche arapaima gigas .....	19
2.2.2.	Panorama actual del cultivo del paiche arapaima gigas .....	20
2.2.3.	Acuicultura del paiche en contexto mundial .....	25
2.2.4.	Acuicultura del paiche en contexto nacional .....	28
2.2.5.	Manejo reproductivo .....	39
2.2.6.	Comportamiento reproductivo .....	41
2.2.7.	Parámetros físico químicos de calidad de agua .....	42
2.2.8.	Alimentación.....	45
2.3.	Definición de términos básicos.....	47
2.4.	Hipótesis de investigación.....	49
2.4.1.	Hipótesis general.....	49
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	49
2.5.	Operacionalización de variables .....	49
METODOLOGÍA.....		51
3.1.	Diseño metodológico .....	51
3.2.	Población y muestra .....	52
3.2.1.	Población .....	52
3.2.2.	Muestra.....	53
3.3.	Técnicas de recolección de datos.....	53

Laboratorio: .....	53
3.4. Técnicas para el procedimiento de la información .....	54
3.4.1. Estadística descriptiva, programa Excel:.....	54
3.4.2. Estadística descriptiva, programa Spss 20:.....	54
CAPÍTULO IV .....	55
RESULTADOS .....	55
4.1. Análisis de resultados.....	55
Longitud promedio del Paiche (Arapaima gigas) por tratamiento alimenticio .....	55
.....	57
Peso promedio del Paiche (Arapaima gigas) por tratamiento alimenticio .....	57
.....	58
Variación del pH en el agua del ambiente controlado .....	59
Variación del amoníaco en el agua del ambiente controlado.....	60
Variación del oxígeno en el agua del ambiente controlado .....	60
Variación de la temperatura en el ambiente controlado invernadero.....	61
Relación promedio de Temperatura del Invernadero y Agua.....	62
Correlación entre el peso (g) y la talla (cm) del Paiche .....	63
4.2. Contrastación de hipótesis.....	64
Hipótesis general .....	64
Hipótesis específicas .....	65

Específica 1 .....	65
Correlación entre el crecimiento (cm) y la temperatura (°C).....	66
Correlación entre el crecimiento (cm) y el amoniaco (mg/l). ....	68
Correlación entre el crecimiento (cm) y el pH. ....	70
Correlación entre el crecimiento (cm) y el oxígeno (mg/l).....	71
Correlación entre la ganancia de peso (g) y la temperatura (°C).....	73
Correlación entre la ganancia de peso (g) y el amoniaco (mg/l).....	74
Correlación entre la ganancia de peso (g) y el pH.....	76
Correlación entre la ganancia de peso (g) y el oxígeno (mg/l).....	77
Específica 2 .....	79
Prueba de normalidad para la longitud (cm) .....	79
Prueba t para muestras independientes .....	80
CAPÍTULO V .....	83
DISCUSIÓN .....	83
5.1. Discusión de resultados .....	83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	86
6.1. Conclusiones.....	86
6.2. Recomendaciones.....	87
7.2. Fuentes bibliográficas .....	88



Alcantara Bocanegra, F. (2006). <i>El gigante del Amazonas</i> . Iquitos: Comité Editorial del IIAP.	88
7.4. Fuentes electrónicas	92
ANEXOS	93
Anexo N°01: Construcción del Invernadero, para cultivo de Paiche.	93
Anexo N°02: recepción, aclimatación de los alevines de Paiche <i>Arapaima Gigas</i> en el laboratorio – Imarpe.	93
Anexo N°03: echando a los diferentes estanques para iniciar su tratamiento.	95
Anexo N°04: materiales e insumos para preparación del tratamiento.	96
Anexo N°05: Preparación del tratamiento.	98
Anexo N°06: Alimento Balanceado	101
Anexo N°07: Toma de Parámetros	102
Anexo N°08: Biometría (Longitud – Peso) con tratamiento	104
Anexo N°09: Biometría (Longitud – Peso) con alimento balanceado	105
Anexo N°10: Diferencia de tamaño al mes con tratamiento (1) y alimento balanceado (2)	105
Anexo N°11: Diferencia de tamaño al final de la investigación con tratamiento (1) y alimento balanceado (2)	106

## RESUMEN

La investigación se realizó en las instalaciones del Laboratorio costero Imarpe Huacho.

El objetivo fue Determinar la influencia del ambiente controlado en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho.

Usando método indirecto de un invernadero, con el fin de obtener temperaturas mayores a  $21 \pm 0,8$  °C y asegurar el cultivo y crecimiento de los especímenes sin inconveniente.

Se utilizaron 40 juveniles de paiche (*Arapaima gigas*), para su tratamiento con alimento balanceado y homogenizado (pescado – balanceado) en el invernadero, con el fin de obtener información importante y asegurar que la temperatura sea alta para el cultivo y su buen crecimiento. Los paiches fueron recepcionados en un estanque dentro del invernadero, donde permanecieron por una hora hasta llegar a la misma temperatura del medio de cultivo. Posteriormente fueron distribuido en dos estanques por partes iguales aleatoriamente en número de 20 peces por estanque. La fase experimental duro 180 días, durante la cual se realizó las colecciones diarias de parámetros físico químicos. Se determinó que la temperatura del invernadero ha tenido como promedio  $29,86^{\circ}\text{C}$  a  $32,62^{\circ}\text{C}$  manteniendo temperatura del agua en promedios de  $28,85$  °C y al finalizar en  $25,32$  °C influyendo el cultivo experimental del Paiche en laboratorio costero Imarpe – Huacho, siendo óptimas para su cultivo y crecimiento, el desarrollo para los que consumieron alimento homogenizado (pescado – balanceado) fue de 54.5cm, los que consumieron sólo alimento balanceado su Longitud media fue de 40.5cm, pudiendo observar mejor crecimiento con el primer suministro de alimento preparado en Imarpe, el Oxígeno en el mes de enero se obtuvo la medición más baja siendo ésta de 4.42mg/l observando que no afecta de ninguna manera ya que estas especies respiran aire atmosférico.

Palabras claves: *Arapaima Gigas*, Cultivo, Laboratorio, Invernadero.

## ABSTRACT

The investigation was carried out in the facilities of the Imarpe Huacho Coastal Laboratory.

The objective was to determine the influence of the controlled environment in the culture of the paiche (*Arapaima gigas*) of the coastal laboratory Imarpe – Huacho.

Using indirect method of a greenhouse, in order to obtain temperatures higher than  $21 \pm 0.8$  ° C and ensure the cultivation and growth of the specimens without inconvenience.

We used 40 juvenile paiche (*Arapaima gigas*), for its treatment with balanced feed and homogenized (fish - balanced) in the greenhouse, in order to obtain important information and ensure that the temperature is high for the crop and its good growth. The paiches were received in a pond inside the greenhouse, where they stayed for an hour until reaching the same temperature of the culture medium. Subsequently they were distributed in two ponds in equal parts randomly in number of 20 fish per pond. The experimental phase lasted 180 days, during which the daily collections of physical-chemical parameters were carried out. It was determined that the temperature of the greenhouse had an average of  $29.86$  ° C at  $32.62$  ° C, keeping the water temperature at averages of  $28.85$  ° C and at the end at  $25.32$  ° C, influencing the Paiche experimental culture in coastal laboratory Imarpe - Huacho, being optimal for its cultivation and growth, the development for those who consumed homogenized food (fish - balanced) was 54.5cm, those who consumed only balanced feed their average length was 40.5cm, being able to observe better growth With the first food supply prepared in Imarpe, the Oxygen in the month of January was the lowest measurement being this one of 4.42mg / l, observing that it does not affect in any way since these species breathe atmospheric air.

Keywords: *Arapaima Gigas*, Cultivation, Laboratory, Greenhouse.

## INTRODUCCIÓN

Las ventajas que presenta la costa central del país se adecua para el cultivo y adaptación del espécimen durante la estación del verano y construyendo invernadero para los meses de frío, para la práctica de la acuicultura y los programas de producción de alevinos en el tiempo, es un sector productivo que viene creciendo en cultivo de otras especies y están propiciando el desarrollo de la economía de la región con el cultivo de peces en estanques, con el avance de la ciencia y tecnología.

El Paiche (*Arapaima gigas*) es considerado por los pobladores de la cuenca Amazónica como uno de los principales recursos promisorios de la región, debido a la excelente calidad y precio de su carne, tamaño, variedad de subproductos y facilidad de captura; siendo utilizado además como pez ornamental en sus estados juveniles. Actualmente el cultivo de esta especie se está desarrollando intensivamente y es por ello que se vio factible hacer su cultivo en la costa central para y se observó que los parámetros físico químicos no afectan con excepción de la Temperatura.

Sin embargo, para desarrollar una crianza económicamente viable, es indispensable construir invernadero para contar con tenores altos de temperatura y el crecimiento fue lo deseado del paiche y una dieta que cubra sus requerimientos en nutrientes y propicie un desarrollo óptimo, no se ha determinado hasta el momento el cultivo del paiche en esta zona, tampoco los requerimientos nutricionales de esta especie se han precisado aunque se ha preparado una dieta casera que se ha suministrado durante la investigación, también venden dietas comerciales que son utilizadas en su crianza solo a pequeña escala.

Se evaluó el cultivo del paiche bajo la implementación de invernadero para poder mantener la temperatura del ambiente y medio de cultivo bajando en el invierno, a fin de generar información válida que sirva de referencia para que otros profesionales e instituciones puedan continuar con las investigaciones que faltan realizar en la costa central, abriendo enormes posibilidades para el fortalecimiento y diversificación de la acuicultura del paiche en la costa.

El cultivo experimental del Paiche como objetivo principal tuvo: estudiar en qué medida influye el ambiente controlado en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho. El ambiente controlado incide en el cultivo y adaptación del Paiche ya que los parámetros fisicoquímicos se mantiene dentro los límites permisibles para su crecimiento

Siguiendo una metodología experimental se cumplió con el objetivo propuesto, de esta manera expreso mi satisfacción por haber realizado esta investigación habiendo adquirido conocimientos de mucha importancia, en IMARPE.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción de la realidad problemática

La acuicultura peruana está orientada principalmente al cultivo de camarones peneidos (*Litopenaneus vannamei*), concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y tilapia (*Oreochromis spp.*)

“La promoción de la cría de paiche necesariamente pasa por la producción de alevinos, el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), orientó esfuerzos para la sistematización de la información referida a la producción y manejo de alevinos de paiche buscando mejorar las tasas de sobrevivencia. Se realizaron investigaciones en las sedes del IIAP en Iquitos, Pucallpa y Tarapoto; así como de experiencias de los piscicultores particulares, se presentaron aspectos técnicos del manejo de alevinos, orientaciones del mercado, así como el análisis de rentabilidad, con la finalidad de proporcionar una visión completa de esta nueva forma de hacer negocios sobre la base del aprovechamiento de la diversidad biológica”. (Del Castillo & Guerra, 2002).

“A través de diversos experimentos ejecutados durante los últimos diez años, tanto en Brasil como en Perú, se demostró que el paiche puede ser cultivado con dietas artificiales con altos niveles de proteína. A partir de estas experiencias se viene conduciendo una serie de cultivos en diversas modalidades, tanto en estanques como en jaulas flotantes, con resultados alentadores. Desde principios del siglo XXI, el paiche ha sido objeto de estudio para su cultivo en ambientes controlados, principalmente para la producción de semillas con el único objetivo de ir repoblando esta especie, que en años anteriores sufrió de sobrepesca”. (Alcantara Bocanegra, 2006)

“En el año 2000 el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) inició, junto con socios estratégicos, un programa de apoyo al cultivo de paiche (*Arapaima gigas*) en la región Loreto, Perú. La finalidad era formar planteles de reproductores que pudieran abastecer a los futuros núcleos de criadores de dicha región. En el presente artículo, se hace un análisis de la producción de crías de paiche proveniente de la acuicultura en la región amazónica peruana, y el impacto de este programa. La base productiva del paiche en el ECIN está conformada hasta el momento por 18 piscicultores que produjeron un total de 59.505 alevinos en el periodo 2007-2009. El 48,2% de los alevinos producidos provino de beneficiarios del programa, lo que revela su impacto directo en el incremento de la producción de semilla de paiche. La producción de alevinos del 2009 marcó un récord histórico, superando ampliamente lo registrado en años anteriores y convierte a Loreto en la principal zona productora de semilla de paiche del Perú”. (Chu, Cultivo de paiche doméstico: perspectivas económicas. Revista Pesca Responsable, 2009).

“El paiche o Pirarucu como lo llaman en Brasil, es un pez de escamas, de agua dulce perteneciente a la familia de los Arapaimidae (*Osteoglossidae*) y al super orden *Osteoglossomorpha*, grupo de peces primitivos que con la excepción de la familia *Hiodontidae* son tropicales. Los *Osteoglossomorpha* comprenden seis familias existentes y 206 especies. Ellos han existido desde el periodo cretáceo (Hace 65 a 136 millones de años) y se cree que han descendido de los primitivos peces óseos. Es uno de los mayores peces de agua dulce, llegando a tener hasta 3 m de longitud total y un promedio de 200kg de peso total. Su cabeza es pequeña con relación al cuerpo. Su coloración es ceniza oscura (pardo y acero) con el borde de las escamas amarillas o color rojizo como el achiote. Sus aletas pequeñas están orientadas hacia atrás. Su lengua es una porción ósea de 25 cm de longitud total y 5 cm de ancho. Tiene dientes filiformes”. (Chu, Producción de semilla de paiche en Perú., 2009).

“El paiche (*Arapaima gigas*) es el pez de escama más grande de las cuencas del Amazonas, el Orinoco, en Venezuela y el Essequibo, en Guyana. En su medio natural puede alcanzar hasta tres metros de longitud y 250 kg de peso. A pesar de su gran tamaño se le puede cultivar con buenos resultados en diversos ambientes y con diferentes alimentos”. (Chu, Cultivo de paiche doméstico: perspectivas económicas. Revista Pesca Responsable, 2009).

“El paiche (*Arapaima gigas*) es una especie importante para el poblador amazónico, ya que constituye una fuente de alimentación y contribuye con la generación de ingresos a través de la comercialización de sus productos. Por esta razón la especie ha sido sometida a una intensa presión de pesca que ha disminuido sus poblaciones, al extremo que hoy es considerada como una especie amenazada y está mayormente confinada en las áreas naturales protegidas, como la Reserva Nacional Pacaya-Samiria”. (Chu, Cultivo de paiche doméstico: perspectivas económicas. Revista Pesca Responsable, 2009).

“Por ahora, la conservación del paiche depende, principalmente, de su reproducción en los ambientes naturales, pero, en general, el número de crías por evento reproductivo es relativamente pequeño y está sujeto a causas de mortalidad diversas en el complejo ecosistema amazónico. Al llegar el período reproductivo los ejemplares adultos forman parejas que se aíslan, fijan y defienden activamente su territorio, en donde construyen su nido, en las orillas poco profundas, de los cuerpos de agua. Cerca de 50.000 pequeños huevos de color verde esmeralda son depositados en el nido, mientras los padres montan guardia para evitar que sean consumidos por una verdadera legión de hambrientos peces merodeadores”. (Chu, Producción de semilla de paiche en Perú., 2009).

“Luego de la puesta, los huevos son incubados en el nido hasta que las pequeñas crías salen del huevo, las cuales empiezan a desplazarse por la superficie de los lagos. Su seguridad desde este



momento depende del cuidado de sus progenitores. En efecto, las crías se desplazan siempre rodeando la cabeza y el lomo del macho, formando una verdadera nube en torno a su voluminoso cuerpo. Esta singular dependencia, se mantiene hasta que los juveniles empiezan a alejarse y a incursionar en nuevos territorios, hasta separarse definitivamente de sus progenitores. De esta manera, el ciclo se cierra y los reproductores pueden iniciar la crianza de una nueva camada”. (Chu, Producción de semilla de paiche en Perú., 2009).

“Por lo antes expuesto, frente a la gran variedad y abundancia de recursos existentes, sobre todo en la amazonia peruana. Las investigaciones que se realizan en la costa solo se están permitiendo conocer mejor la región con investigaciones de otros recursos de la misma zona”. (Chu, Producción de semilla de paiche en Perú., 2009).

“Y es por ello que se ha tomado la iniciativa de poder hacer investigaciones con otros recursos con alto potencial como cultivo del paiche en laboratorio, ya que esta especie solo se está realizando el estudio en la amazonia peruana, es una especie con el que se puede lograr altos niveles de producción en condiciones de cultivo”. (Chu, Cultivo de paiche doméstico: perspectivas económicas. Revista Pesca Responsable, 2009).

“Las tasas de crecimiento del paiche y los niveles de producción pueden ser alcanzados a través del cultivo intensivo –que se utilizara una dieta a base de peces, alimento extruido, o una dieta mixta compuesta por ambos tipos que son realmente importantes y permitirán avizorar posibilidades de desarrollo económico a través de esta investigación que se realizara en laboratorio de Imarpe”. (Chu, Producción de semilla de paiche en Perú., 2009).

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema general

¿Cómo influye el ambiente controlado en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe - Huacho?

### 1.2.2. Problemas específicos

¿De qué manera el parámetro físico químico influye en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho?

¿De qué manera la alimentación influye en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho?

¿De qué manera el invernadero influye en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho?

## 1.3. Objetivos de la investigación

### 1.3.1. Objetivo general

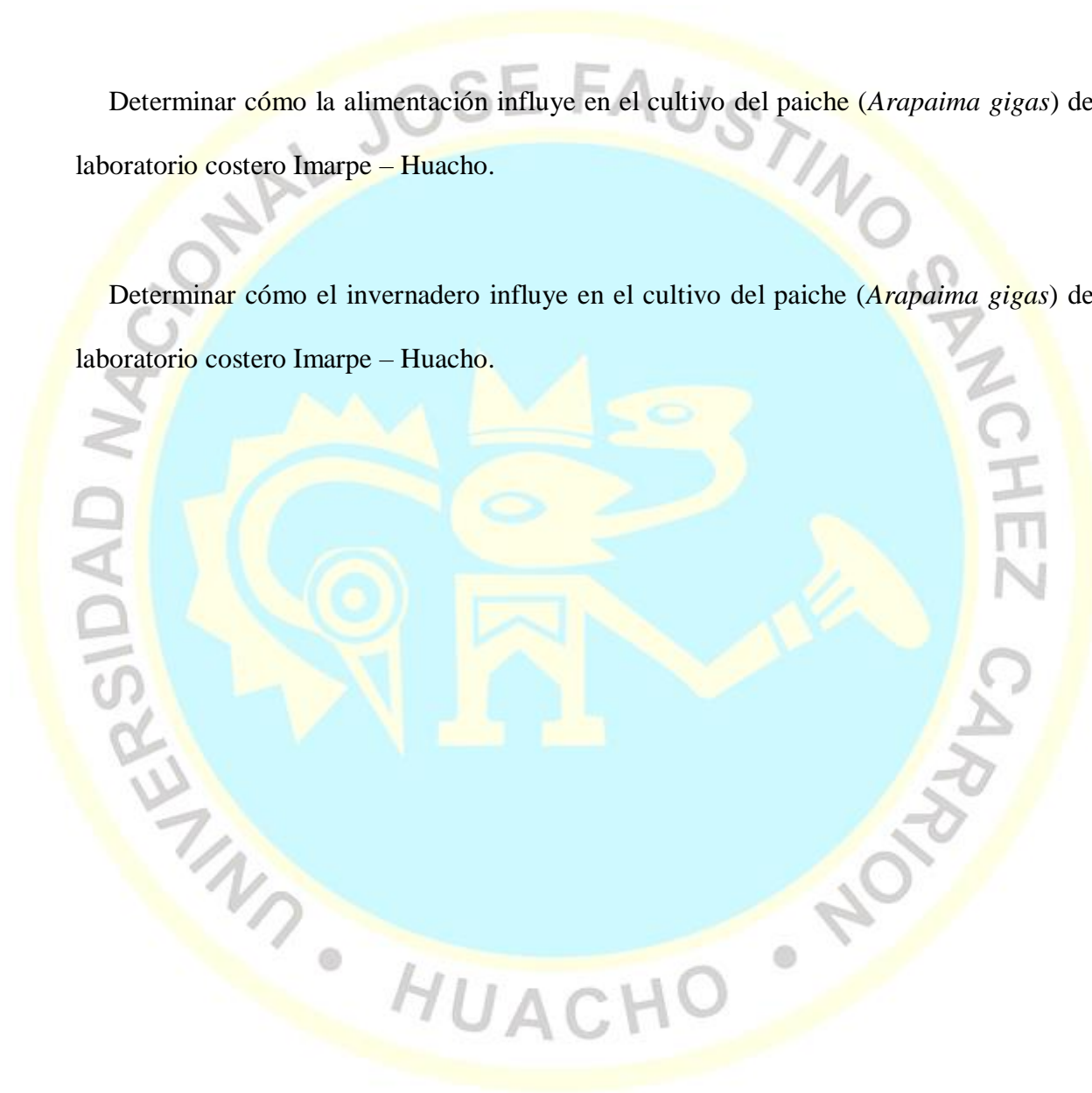
Determinar la influencia del ambiente controlado en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho.

### 1.3.2. Objetivos específicos

Determinar cómo los parámetros físicos químicos influyen en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho.

Determinar cómo la alimentación influye en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho.

Determinar cómo el invernadero influye en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho.



## 1.4. Justificación de la investigación

### Justificación teórica

“El paiche es una especie con gran potencialidad para la piscicultura debido a su rusticidad, alto valor en el mercado, excelente sabor de carne y extraordinario desempeño en ambientes controlados. A esto se suma que se reproduce naturalmente en condiciones de cultivo, llegando a producir cerca de 1.500 crías, en promedio, por desove. Puede alcanzar pesos de entre 8 y 12 Kg/año; tiene un rendimiento en filete de casi 57 %, buen sabor, color y textura, con condiciones óptimas para la preparación de productos con valor agregado, lo que además se evidencia por una demanda inicial en el mercado externo. Estados Unidos, Alemania y Suiza han mostrado interés en la importación de paiche para consumo humano directo”. (Chu, Cultivo de paiche doméstico: perspectivas económicas. Revista Pesca Responsable, 2009).

“El desarrollo de la acuicultura del paiche se convierte en una salida viable para contribuir a la conservación de la especie, atenuando la presión de pesca sobre los adultos y los alevinos de las cada vez más escasas y vulnerables poblaciones naturales”. (Chu, Análisis económico de la crianza del paiche o pirarucu (*Arapaima gigas*) en jaulas flotantes en un lago amazónico peruano. Infopesca Internacional, 2007). Sin embargo, la principal limitante para el desarrollo de su cultivo es la escasa disponibilidad de semilla.

“En la actualidad con una economía globalizada los nuevos mercados han orientado hacia nuevos productos provenientes de la biodiversidad amazónica, siendo el paiche *Arapaima gigas* uno de los más importantes”. (Del Castillo & Guerra, 2002).

Los indicadores más importantes favorables para el desarrollo de acuicultura de este recurso son:

- Alta demanda en el mercado nacional e internacional, por su excelente calidad de carne.
- Fácil cultivo a las condiciones de cautiverio.
- Es un pez rústico, resistente al manipuleo.
- Por respirar oxígeno del aire, es menos exigente de la calidad del agua.
- Rápido crecimiento, llegando a pesar hasta 10 kg en un año y crecimiento elevado los siguientes años

Los factores que postergan el desarrollo de la acuicultura de paiche y que se deben superar son:

- Tener un ciclo de vida largo, debido a que se reproduce a partir de los cinco años de edad.
- Ser de hábitos carnívoros, lo que ocasiona mayor costo de producción.
- Disponibilidad de alevinos para su crianza.

### **Justificación Metodológica**

El Laboratorio Costero de IMARPE Carquin - Huacho, desde julio del 2016, viene desarrollando un estudio piloto de Seguimiento y crianza de alevinos de paiche *Arapaima gigas* con el objetivo de demostrar que esta especie se pueda adaptar y cultivar en esta zona de la costa (Carquín), empleando una metodología de cultivo con el uso de termostatos y un ambiente (Invernadero) para mantener temperaturas adecuadas para su hábitat, los parámetros físico químico del agua estuvieron en promedio de: temperatura 26,2°C, Oxígeno 4,9 mg/L, pH 7.8, Amoniac 1,31 mg/L, Nitritos 1,29 mg/L, Nitratos 22,47 mg/L. La alimentación estuvo constituida al inicio

por pellets de 2 mm de 42% de proteína el cual se les suministraba 4 veces al día entre 20 a 25 gr/día durante el primer mes; el segundo mes se le suministró alimento de anchoveta en pequeños trozos de 1,5 a 2 cm y alimento balanceado de 4 mm; el tercer mes se les suministró alimento vivo con peces guppys, anchoveta, pejerrey en trocitos y alimento balanceado, consumiendo 80 gr/día, más de un 90% de su alimentación estaba constituida de anchoveta y así se fue incrementando la ración mes a mes hasta alcanzar los 650 gr/día. Se determinó que debido a la baja temperatura en las épocas de invierno el consumo de alimento se vio afectado, provocando algunos días inapetencia, a pesar de tener termostatos, en la noche y madrugada la temperatura desciende drásticamente ocasionando estrés.

Se contribuyó con estudio teórico-prácticos realizados por otros investigadores, con la finalidad de que sirviera de referencia a la investigación que se ha realizado y así permitió comparar o discutir sobre el efecto de los parámetros físico químico y sobre la dieta alimenticia apropiada que influyen en su comportamiento y crecimiento del Paiche (*Arapaima Gigas*).

### **Justificación Práctica**

La Universidad Nacional de Tumbes en el 2014, desarrolló un Proyecto sobre “Cultivo semi intensivo de paiche en la Región de Tumbes” financiado por el Canon Minero, se adquirió 500 alevines de paiche de 8 a 10 cm de longitud con un peso de 5 gramos de Iquitos Región de Loreto, mostraron una gran adaptabilidad a las condiciones climáticas de Tumbes, Universidad nacional de Tumbes logra producir más de media tonelada de este recurso hidrobiológico, apreciado por su gran valor comercial con un 70% de sobrevivencia con peso mayor a los 12 kilogramos por ejemplar. Uno de los retos que se debió afrontar fue adaptar al paiche al clima. "Si bien los climas

son similares entre Tumbes e Iquitos, el de la selva es constante; mientras que aquí en las noches la temperatura desciende" declaró Adán Alvarado. Dijo que por ello se construyó un efecto invernadero. El cuidado es constante y arduo tiene una alimentación balanceada, se les alimenta tres veces en el día y en la noche, la limpieza de los tanques es de todos los días, se tienen un chequeo de los parámetros físico y químico. Se ha priorizado evaluar el crecimiento de juveniles por ingesta de alimento fresco, así como de dietas húmedas y artificiales; proponiéndose en el mediano plazo la reproducción artificial (por puesta natural o inducida) para la producción de semilla en cautividad. (UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES, 2014)

El "cultivo del Paiche *Arapaima gigas* en ambientes controlados en las zonas costeras de la región Lima (Laboratorio Costero de IMARPE – Huacho) tendría un gran impacto debido a que contribuiría a la conservación de la biodiversidad de una población que está siendo depredada en la amazonia el cual serviría para demostrar que los especímenes de alevines paiche se logran adaptar en ambientes controlados con el uso de invernaderos y alimentación con dietas balanceadas apropiadas con porcentajes de mortandades mínimas. Esta experiencia científica permitirá a la Escuela Acuícola de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión y al Instituto del Mar del Perú – IMARPE-. Huacho, desarrollar programas de crianza de este recurso recomendando las técnicas del cultivo, para iniciar una acuicultura sostenida.

Se contribuirá con el estudio práctico en proporcionar resultados eficientes para demostrar que en ambiente controlado si influyen el comportamiento y desarrollo del Paiche (*Arapaima Gigas*) en proceso de cultivo en estas zonas clima frío.

## Justificación Legal

El crecimiento poblacional y la intensa presión de pesca, han llevado a una drástica reducción de las poblaciones naturales de paiche (*Arapaima gigas*) en los cuerpos de agua de la Región Loreto, el departamento de mayor extensión territorial del Perú, localizado en el extremo nororiental de dicho país andino-amazónico. (DIRECCION REGIONAL DE LA PRODUCCION DE LORETO, 2012)

En este preocupante contexto, es que el Estado peruano propulsó una serie de medidas de control del recurso, suscribiendo y aprobando mediante Decreto Ley N° 21080, la Convención Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, donde el paiche figura como especie vulnerable (Apéndice II). (CITES, 1983)

Por otra parte, entidades nacionales como el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR) y el Ministerio de la Producción (PRODUCE) han identificado y priorizado al paiche como un producto de exportación de alto potencial para la acuicultura nacional, habiendo realizado varios estudios de consultoría para resolver los cuellos de botella tecno-lógicos y de mercado existentes. Incluso el desarrollo de la paichicultura es parte importante.

(PRODUCE, 2009)

El cultivo del Paiche *Arapaima gigas* en la Región Lima permitirá a que los pescadores artesanales diversifiquen su pesca, dejando descansar la pesca marina y migren a la acuicultura y cultiven este recurso a través de un manejo sostenible decretado por PRODUCE con recomendaciones de IMARPE.



### **1.5. Delimitaciones del estudio**

El trabajo de investigación sobre “Cultivo experimental el Paiche (*Arapaima gigas*) en ambiente controlado del Laboratorio Costero IMARPE-Huacho” se realizará en las instalaciones de la Nave Acuícola del Laboratorio Costero del Instituto del Mar del Perú, el cual se encuentra ubicado en el distrito de Carquín, Provincia de Huaura, Región de Lima.

### **1.6. Viabilidad del estudio**

“Cultivo experimental el Paiche (*Arapaima gigas*) en ambiente controlado del Laboratorio Costero de IMARPE-Huacho” tendrá una duración de 8 meses efectivos desde setiembre del 2017 al mes de abril del 2018.

#### **Recursos Económicos**

La investigación será realizada con recursos económicos del mismo tesista y apoyo del Laboratorio Costero de IMARPE Huacho que aportará con las instalaciones como estanques, equipamiento, alimento para peces y oficina para procesamiento de datos.

#### **Recursos Humanos**

La investigación contará con el apoyo de dos profesionales del Laboratorio Costero de IMARPE Huacho para el seguimiento del recurso durante las 24 horas del día como: monitoreando el cultivo del paiche en ambiente controlado, recambio de agua, higiene y alimentación en tres horarios.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Investigaciones internacionales

**Título:** “Efecto de la frecuencia de alimentación con balanceado en el crecimiento y ganancia de peso en la etapa de levante de alevinos de paiche (*Arapaima gigas*).”

**Apellidos y nombres del autor:** Valeria Macarena Silva Espín.

**Institución que respalda el estudio:** Universidad Estatal Amazónica.

**Resumen:**

El paiche (*Arapaima gigas*), es una de las especies emblemáticas de la Amazonía es el centro de interés de estudiosos y productores, con el propósito de buscar su conservación debido a que la presión de pesca ha afectado seriamente sus poblaciones naturales. Se encuentra en el Apéndice II de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES).

En la amazonia ecuatoriana no existen estudios y datos sobre esta especie, el objetivo de este estudio es contribuir con el conocimiento por lo que se propuso manejar en espacios controlados en la Estación Piscícola “ACUATILSA” siendo una empresa visionaria a la hora de investigar especies como es el gigante del Amazonas *Arapaima gigas* por su majestuoso tamaño, exquisito e inigualable sabor.

**Título:** “Estudio para el establecimiento de estanques seminaturales para la ceba de Pirarucú (*arapaima gigas*), como estrategia de diversificación productiva en fincas del pie de monte amazónico.”

**Apellidos y nombres del autor:** Luis Miguel Silva Cabrera

**Institución que respalda el estudio:** Universidad de la Salle Facultad de Ciencias Agropecuarias Programa de Administración de Empresas Agropecuarias Bogotá D.C.

**Resumen:**

El programa consiste en el desarrollo de un proyecto de factibilidad basado en la piscicultura en el departamento del Caquetá. Es bien sabido que en la región hay una alta presencia de ganaderos bovinos, dedicados a la producción doble propósito y que utilizan grandes cantidades de tierra para cumplir dicha labor. En estas extensiones pastoriles encontramos gran presencia de aguas, ya sean caños, quebradas, ríos, etc. Muchos de estos pequeños riachuelos son estancados con el fin de tener estanques llenos de agua para que los animales puedan acercarse a beber incluso en la época más dura del año que son los veranos. Ya sabiendo esto (los estanques no se secan en verano), lo que se quiere lograr es maximizar la producción de la finca como tal, aprovechando estos espejos de agua para tener otro producto distinto al de los bovinos, en este caso el Pirarucú, que es un pez adaptado a los ecosistemas amazónicos y de gran producción cárnica y con una precocidad deseable para mayor calidad en el producto.

**Título:** “Contribución al conocimiento de la reproducción del *Pirarucú arapaima gigas* (cuvier, 1817) (Pisces: Arapaimidae) en cautiverio.”

**Apellidos y nombres del autor:** Hugo Hernan Franco Rojas.

**Institución que respalda el estudio:** Universidad de la Amazonia Facultad de Ciencias Básicas Programa de Biología con Énfasis en Biorrecursos Florencia, Caquetá.

**Resumen:**

La investigación se desarrolló con el objetivo de contribuir con información que permita optimizar la reproducción en cautiverio del Pirarucú (*Arapaima gigas*) con el fin de proveer crías para el repoblamiento en su hábitat natural, disminuyendo, de esta forma, la presión de pesca sobre la especie. Para tal fin fue llevada a cabo, en la Estación Piscícola de la Universidad de la Amazonia (Florencia-Caquetá), observaciones sobre el manejo de reproductores, comportamiento reproductivo, cuidado parental y análisis del crecimiento y supervivencia de larvas de Pirarucú. Estas observaciones se realizaron con 19 reproductores de *A. gigas*, con edades entre 7 y 9 años, mantenidos en un estanque de 4.650 m<sup>2</sup>. Adicionalmente y con el fin de conocer las condiciones ambientales presentes y que pueden afectar la reproducción del Pirarucú en cautiverio se midieron variables físico-químicas del agua del estanque.

### 2.1.2. Investigaciones nacionales

**Título:** “Efecto de tres densidades de cultivo en condiciones de Laboratorio de Alevinos de Paiche *Arapaima gigas* sobre sus parámetros hematológicos, bioquímicos sanguíneos y biométricos.”

**Apellidos y nombres del autor:** José Delgado Ramírez, Carmela Rebaza Alfaro, Daniel Paredes López, Rizal Robles Huaynate, Roger Bazán Albites.

**Institución que respalda el estudio:** Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

**Resumen:**

Se evaluó el efecto de tres densidades de cultivo de alevinos de *Arapaima gigas* en condiciones de laboratorio, sobre los valores hematológicos, perfil bioquímico sanguíneo y parámetros biométricos. Ciento sesenta y ocho alevinos de paiche con peso y talla inicial de  $75.06 \pm 10$  g y

22.69 ± 1.2 cm, respectivamente, fueron distribuidos al azar en 3 tratamientos (T1 = 7, T2 = 14, y T3 = 21 alevinos/56L-1) por cuadruplicado.

Los peces fueron alimentados con una dieta extruida (50% PB), empleando una tasa de alimentación equivalente al 3% de su biomasa corporal. Los parámetros biométricos se registraron cada 10 días, mientras que la toma de muestras para evaluar los parámetros sanguíneos en los días 0, 33 y 63 del experimento. Los valores de hematocrito, hemoglobina, glucosa, triglicéridos, aspartato aminotransferasa, así como el consumo diario de alimento, ganancia de peso e incremento de talla, no mostraron diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). Las concentraciones de proteína, albúmina, colesterol, alanina aminotransferasa y los parámetros biométricos de conversión alimenticia aparente y factor de condición, mostraron diferencia entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). Los valores de hematocrito y hemoglobina, así como las concentraciones de glucosa, proteína, colesterol, triglicéridos y alanina aminotransferasa, presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) con respecto a la edad. Se concluye que las densidades de cultivo evaluadas no causaron efecto en los parámetros biométricos y sobre los valores hematológicos, con excepción de la conversión alimenticia y el factor de condición, en tanto que las concentraciones del perfil bioquímico sanguíneo se ven afectadas parcialmente.

**Título:** “Historia Biológica del Paiche o Pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) y Bases para su Cultivo en la Amazonía Iquitos - Peru.”

**Apellidos y nombres del autor:** Luis Campos Baca, Blgo. M. Sc.

**Institución que respalda el estudio:** Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana Programa de Biodiversidad.

**Conclusiones:**

- 1- El Paiche es una especie heterosexuales, es decir hay machos y hembras y no hay hermafroditismo.
- 2- Es difícil diferenciar el macho de la hembra, salvo en épocas de reproducción, en que en los machos los bordes de las escamas se tornan de un color rojo anaranjado más intenso que en las hembras.
- 3- Sólo tienen desarrollado el testículo y el ovario izquierdo; el testículo y el ovario derecho lo tienen atrofiado.
- 4- Pueden tener en cada ovario más de medio millón de huevos, sin embargo, estos están en diferentes estados de maduración, por lo que se afirma que tienen desove fraccionado a través del año. Los huevos son más densos que el agua y se asientan en el fondo de uno de los hoyos del nido.
- 5- Puede vivir y reproducirse tanto en aguas negras como en aguas blancas. No se ha evaluado el efecto de las características físico químicas del agua en la fecundación.
- 6- Los jóvenes y adultos pueden vivir en aguas con poca concentración de oxígeno, pero para la reproducción y especialmente para las larvas se supone que requieren buena concentración de oxígeno 6 a 8 ppm.
- 7- La reproducción en estanques de esta especie se logró en Brasil hace 54 años (Fontenelle, 1948) Desde ahí muy poco se ha avanzado. Y además se observó la evolución de larvas y alevinos.
- 8- Generalmente se reproducen entre octubre a marzo. Sin embargo, son necesarios mayores estudios para determinar otras épocas de desove, porque hay referencias que puede tener hasta diez desoves fraccionados. No se ha observado hasta ahora en detalle el acto de desove.

**Título:** “Efecto de la tasa de alimentación en el crecimiento del paiche, *Arapaima gigas*.”

**Apellidos y nombres del autor:** Palmira Padilla Pérez<sup>1</sup>, Rosa Ismiño Orbe Fernando Alcántara Bocanegra & Salvador Tello Martín.

**Institución que respalda el estudio:** Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

**Resumen:**

En este experimento el objetivo principal fue evaluar el efecto de tres tasas de alimentación: 6, 8 y 10% de la biomasa, en el rendimiento de alevinos de paiche, *Arapaima gigas*, alimentados con una dieta artificial peletizada con 50% de proteína bruta. Fueron utilizados jaulas de 2.4 m<sup>3</sup> (2x1.2x1m), El experimento tuvo una duración de seis meses durante los cuales los peces fueron alimentados tres veces al día. Al final de experimento los peces alcanzaron longitudes y pesos promedios de: 61.32cm, 2,105.00 g; 62.46cm, 2,263.00g y 61.10cm, 2, 163,00 g respectivamente. Fue utilizado un diseño completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones para cada uno. Los resultados finales indican que no existe diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) en longitud ni en peso entre los tratamientos; siendo que el tratamiento T1 (6%) presentó mejores condiciones aparentes, demostrando un índice de conversión alimenticia de 3:1 y un factor de condición de 0.97. Los parámetros físicos/químicos del agua estuvieron dentro de los rangos satisfactorios para el cultivo de esta especie.

De acuerdo a nuestros resultados se concluye que los alevinos de paiche aceptan alimento artificial, previo cultivo experimental y es posible el cultivo de paiche en jaulas, demostrando una óptima utilización del espacio acuícola sin la contaminación ambiental.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Origen de la investigación del paiche arapaima gigas

Considera además que otras especies descritas en el siglo XIX por Achille Valenciennes y consideradas desde 1868, siguiendo el concepto de Albert Günther como sinónimos de *A. gigas*, son en realidad especies diferentes. En particular *Arapaima agassizii*, de la cual se poseen únicamente dibujos detallados que datan de 1829, Esta especie fue descrita originalmente en el año 1847 por el zoólogo francés Achille Valenciennes bajo el nombre científico de *Vastres agassizii*. El nombre específico *agassizii* rinde honor al ictiólogo suizo Louis Agassizii. (Stewart , 1968, págs. 38 - 51)

Clase	Actinopterygii
Orden	Osteoglossiformes
Suborden	Osteoglossoidei
Familia	Osteoglossidae
Nombre (Científico)	<i>Arapaima gigas</i>
Nombre (Inglés)	Arapaima



(Stewart, Donald J, 2013, págs. 470 - 476)

De acuerdo con (Stewart y Leandro, 2013) deben al menos reconocerse especies de este género:

*Arapaima arapaima* (Valenciennes, 1847)

*Arapaima gigas* (Schinz, 1822)

*Arapaima leptosoma* D. J. Stewart, 2013

*Arapaima mapae* (Valenciennes, 1847)

*Arapaima agassizii* (Valenciennes, 1847)

Según Cuvier, G. and A. Valenciennes (1847)



“La Cuenca Amazónica posee el mayor pez de escama de agua dulce del mundo, el *Arapaima gigas*, llamado Paiche en Perú y Pirarucú en Brasil y Colombia. Este pez puede alcanzar hasta 3 m de longitud total y un promedio de 200 kg de peso. Su ambiente natural son los ecosistemas lenticos de esta cuenca, los cuales, generalmente, poseen abundante vegetación acuática flotante. El *A. gigas* pertenece a la Superfamilia de los Osteoglosidos, grupo de peces primitivos que congrega un pequeño número de especies caracterizadas por la osificación de la lengua, la cual actúa como un órgano accesorio en la trituración del alimento. Esta especie existe desde el periodo cretáceo (65 a 136 millones de años) y se cree que han descendido de los primitivos peces óseos. El uso del *A. gigas* como pez ornamental o para consumo ha generado una sobre pesca de la especie colocándolo en peligro de extinción”. (Campos, 2011).

“Ha sido reportada la reproducción del Pirarucú, en condiciones controladas, desde 1948 en Brasil y en el 2002 para el Perú. En Colombia solo se tiene conocimiento de reproducción en cautiverio en Leticia con ejemplares adultos extraídos del medio natural y en el Caquetá con ejemplares criados en estanques desde etapas muy juveniles. Sin embargo no existe descripción detallada de aspectos relevantes como son el comportamiento reproductivo y cuidado parental de ejemplares de Pirarucú, ítems necesarios para estandarizar la reproducción en cautiverio del *A. gigas*”. (Campos, 2011).

## **2.2.2. Panorama actual del cultivo del paiche arapaima gigas**

### **2.2.2.1. Ecología:**

“Por estudios en cautiverio y ambientes naturales, se conoce que *Arapaima* tiene preferencias carnívoras” (Martinelli et al., 1999; Imbiriba, 2000; De Oliveira et al., 2006), “a pesar de que su

tracto digestivo pudo haber sido filtrador en origen” (Pinese, 1996). “Los juveniles de *Arapaima* se alimentan principalmente de peces pequeños, decápodos, moluscos e insectos, pero pueden ser oportunistas tomando sus presas del ambiente (e.g. partes vegetales)” ( Chu Koo , 2005)

“Los adultos son más selectivos con las presas y pueden consumir aproximadamente 6% de su masa corporal” (Rebaza et al., 1999). “Prefieren peces de tamaños medianos (*Characidae*, *Cichlidae*, *Prochilodontidae*, *Anostomidae* y *Loricariidae*), decápodos (*Macrobrachium spp.*) y algunas veces tortugas pequeñas (*Podocnemidae*)” (Rebaza M. , PRODUCCIÓN Y MANEJO DE ALEVINOS DE PAICHE, 2002)

“*Arapaima* utiliza los sentidos del olfato y el tacto más que el de la visión para encontrar a sus presas. Su actividad alimenticia es más intensa durante la noche y produce una agitación con la cabeza y/o la cola en la superficie del agua cuando una presa es succionada” (Rebaza et al., 1999; Saavedra et al., 2005a). “En la Amazonía Colombiana se ha encontrado una correlación inversa entre el estado de condición y los niveles de agua; durante la época seca pueden conseguir sus presas más fácilmente ya que se encuentran concentradas en los lagos y ríos pequeños” ( Hurtado; Saavedra , 2005)

“Generalmente habita ríos de corriente suave y lagunas poco profundas con abundante vegetación flotante influenciadas por ríos de aguas blancas, negras y claras “El bosque ribereño de la planicie de inundación es importante para las zonas de anidamiento” Y “Sus depredadores naturales son algunas aves (*Anhinga anhinga*, *Megaceryle torquata*, *Phalacrocorax brasilianus*) y algunos peces (*Serrasalmus spp.*, *Cichla monoculus*, *Erythrinus erythrinus* y *Astronotus ocellatus*)” (Rebaza M. , 2005)

“Las branquias están reducidas en tamaño y han perdido casi completamente afinidad por el oxígeno; sus funciones principales son la excreción de amoníaco, carbonatos y dióxido de carbono” (Val & De Almeida-Val, 1995), “así como la regulación de iones o ácido bases” (Brauner et al., 2004). “Por otro lado, su gran vejiga natatoria, altamente vascularizada, trabaja como un órgano respiratorio accesorio” (Rebaza et al., 1999; Fernandes, 2005). “Casi el 90% del oxígeno que requiere es obtenido por la vejiga natatoria, la cual ocupa todo el techo de la cavidad abdominal” (Rebaza et al., 1999; Marques, 2003).” El aire lo consiguen a través de tragos regulares tomados de la superficie del agua, con una frecuencia (10-20 min) que depende del tamaño del espécimen” (Fontenele, 1948). “El aire ingerido alcanza la vejiga natatoria por un orificio dorso-caudal en la faringe. Debido a estos cultivos, *Arapaima* puede sobrevivir a las condiciones adversas impuestas por los ambientes poco oxigenados existentes en las lagunas de la planicie de inundación” (De Almeida-Val et al., 1995).

“En las tierras bajas, *A. gigas* (a partir de aquí *Arapaima*) es uno de los casos más particulares y sorprendentes de introducción en el país. Considerando los impactos que ha producido a nivel socioeconómico, se lo podría categorizar como un verdadero invasor”. (De Almeida-Val et al., 1995).

“Se sabe muy poco sobre las alteraciones que esta especie podría estar causando en los ecosistemas locales, por la dificultad que encierra este tipo de estudios. Sin embargo, el impacto que ha tenido sobre la pesca y la cadena productiva de pescado del norte del país es más evidente. Hasta el año 1994, *Arapaima* no figuraba en los registros de las capturas comerciales de Bolivia”

(CDP, 1995). “Repentinamente, en los últimos años la especie ha tomado importancia en los desembarques y en la actualidad se estima que constituye más del 50% de los volúmenes de pesca totales del norte amazónico de Bolivia”. En un plazo de no más de 10 años, esta especie invasora ha podido ocupar un papel muy significativo en la pesca comercial de la región.

“Aproximadamente 2500 especies ícticas habitan la cuenca amazónica, y el Paiche (*Arapaima gigas*), es uno de los peces nativos de mayor importancia económica, ecológica y social, por presentar un amplio potencial para el desarrollo comercial. Debido a sus características fisiológicas y biológicas, está considerada como una especie promisoría para su cultivo en ambientes controlados, ya sea en estanques y jaulas en sus diferentes fases de crecimiento”. (Carvajal F. et al, 1991).

“La acuicultura es una posibilidad de producción y aprovechamiento del Paiche y de proteína animal, así como para reducir la presión de la pesca sobre las poblaciones naturales. No obstante, por regla general, los peces carnívoros como el “paiche” exigen dietas con alto contenido proteico, aspecto que incrementa significativamente los costos de producción, comparada con la crianza de especies omnívoras. Su eficiente conversión alimenticia y altos precios de la carne en el mercado hacen que esta actividad sea una alternativa rentable”. (Carvajal F. et al, 1991).

“La determinación de la densidad óptima para cada fase de crianza del paiche, es un factor importante para su producción, necesaria para la obtención de buenas ganancias de peso, tamaño y por ende, optimizar el crecimiento de los peces, disminuir la mortalidad, al igual que el tiempo de cría y obtener lotes homogéneos, que garanticen una mayor generación económica”. (Carvajal F. et al, 1991).

“En nuestra región la piscicultura con paiche es reciente, y es muy precaria la investigación en este pez amazónico, en tal sentido se están realizando estudios para mejorar su cultivo en ambientes controlados. Contribuyendo con este pensamiento, se realizó el presente trabajo con la finalidad de aportar al conocimiento de la tecnología del cultivo, evaluando la influencia de la densidad de siembra en el crecimiento del paiche en ambientes controlados”. (Carvajal F. et al, 1991).

“La biodiversidad amazónica peruana es exuberante en su flora y fauna. Una de las especies de la fauna amazónica, el paiche (*Arapaima gigas*), es un pez nativo que forma parte importante de la cultura y la existencia del poblador de la selva peruana, por su reconocido valor alimenticio y su económica en la economía de algunas comunidades. En los últimos 20 años, la supervivencia de esta especie en ambientes naturales se ha visto comprometida seriamente por la sobre pesca, que ha ocasionado también erosión genética de sus poblaciones”. (Carvajal F. et al, 1991).

“Debido a la fragilidad de los ecosistemas naturales donde vive el paiche, es imposible garantizar un abastecimiento sostenible de carne de paiche para el consumo humano, por lo que es indispensable generar sistemas de producción comercial en estanques artificiales (en cautiverio). Es así que varios países de la cuenca amazónica están trabajando en la implementación de sistemas de producción similares a los que ya se tiene para otras especies de peces de aguas cálidas, como la tilapia (*Oreochromis spp.*), bagres (catfish), paco (*Piaractus brachipomus*) y gamitana (*Colossoma macropomum*)”. (Carvajal F. et al, 1991).

### 2.2.3. Acuicultura del paiche en contexto mundial

“En el ámbito mundial el paiche viene siendo reproducido en Taiwán, Tailandia e Indonesia, en estanques seminaturales, con propósitos ornamentales o de pesca deportiva” (Mueller, 2005).

“El paiche tiene un rendimiento en carne de 57% y de 10% en cuero, carece de huesos intermusculares, tiene buena textura, color blanco, sabor neutro, por lo cual su filete es de excelente calidad, y es la razón por la cual su carne tiene gran demanda en el mundo, y por la que se denomina “bacalao de la amazonia”. Este pez tiene respiración aérea obligatoria por cada 10 a 15 minutos, lo que facilita su crianza en ambientes de baja disponibilidad de oxígeno; y vive en ambientes acuáticos con una temperatura del agua de 24 a 31°C”. (Alcántara et al., 2005).

#### 2.2.3.1. Historia de su introducción y distribución actual en Bolivia

“Desde el siglo XVIII, *Arapaima* fue blanco de las pesquerías a lo largo del eje principal del Amazonas y sostuvo una fuerte actividad extractiva para cubrir la demanda de proteína en las ciudades ribereñas más grandes” (Goulding, 1980). “La buena consistencia de la carne y la ausencia de huesos intermusculares, permitió a la gente almacenar y transportar filetes salados y secos, similar al bacalao (pez marino del género *Gadus*)” (Hrbek et al., 2005). “Con la aparición de las redes agalleras de nylon en las prácticas de la pesca Amazónica, una caída dramática de las poblaciones naturales se hizo evidente a final de los años 80 y la especie fue indexada en el Apéndice II del Tratado Internacional de Conservación de Especies Comerciales Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre” (CITES 2005).

“Debido a que *Arapaima* representaba una fuente habitual de ingresos económicos y proteína para las comunidades ribereñas en la Amazonía Central” (Queiroz, 1999; Murrieta 2001; Viana et al., 2004), “se asumieron algunas alternativas para mitigar las repercusiones negativas de la pesca. Se comenzaron a desarrollar y promover actividades de cultivo artesanal de la especie con el objeto de reducir su extracción del medio natural sin afectar el sustento pesquero” (Alcantara Bocanegra et al., 2006). “Por los años cuarenta, en la laguna Zapote de la zona Reservada del río Pacaya (actualmente Reserva Nacional Pacaya Samiria, Perú), experimentos sencillos revelaron la facilidad que la especie tenía para reproducirse en cautiverio. A partir de aquellas experiencias, el cultivo y multiplicación de *Arapaima* en ambientes controlados comenzó a ser practicado en varias comunidades a lo largo del eje Ucayalí Amazonas en Perú. Los cultivos artesanales de *Arapaima* fueron exitosos gracias a varios rasgos fisiológicos favorables que la especie presentaba: rusticidad a la manipulación” (Imbiriba, 2000), “buena tolerancia a concentraciones bajas de oxígeno” (Queiroz, 1999), “resistencia a concentraciones altas de amonio” (Cavero et al., 2004), “crecimiento rápido (tasa promedio de 10 kg año<sup>-1</sup>)” (Queiroz, 1999; Rebaza et al., 1999), “alto rendimiento (8 000 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) comparado al de otros animales domésticos (por ejemplo, ganado 400 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)” (Rebaza et al., 1999), “reproducción sin inducción hormonal” (Imbiriba, 2000; Fernandes, 2005), “y cuidado de las crías” (Fontanele, 1959).

“Entre 1965 y finales de la misma década, la Estación de Pesquería de Loreto de la Dirección General de Pesca y Caza, Ministerio de Agricultura del Perú, inició un repoblamiento e introducción de *Arapaima* en ambientes naturales y cuerpos de agua que ofrecían condiciones favorables para su establecimiento y expansión. Dentro de esta iniciativa, se realizó la transposición de especímenes de *A. gigas* (se estima que fueron algunas centenas), y posiblemente

otras especies (*Prochilodus nigricans*, *Astronotus ocellatus* entre otros), desde la Reserva Pacaya Samiria a dos cuerpos de agua en el departamento de Madre de Dios, al lago Sauce en el departamento de San Martín y al reservorio de San Lorenzo en el departamento de Piura. En la cuenca del río Madre de Dios, los ejemplares de *Arapaima* fueron liberados en las lagunas Valencia y Sandoval, próximas a la comunidad de Puerto Maldonado. A partir de estos dos puntos, *Arapaima* comenzó un proceso de expansión exitoso hacia los cuerpos de agua en territorio boliviano donde la disponibilidad de hábitats era mayor. Datos genéticos de *Arapaima* obtenidos en diferentes puntos de la Amazonía, incluyendo Bolivia, son coincidentes con la afirmación de que la población fundadora introducida en el río Madre de Dios tuvo un origen en las aguas peruanas del eje Ucayalí-Amazonas” (Hrbek et al., 2005).

“Relatos de los pescadores más antiguos de la ciudad de Riberalta indican que la llegada de *Arapaima* a Bolivia fue después del año 1980. Según el pescador Wilfredo Chipunavi, su embarcación (El Pingüino) llevó el primer ejemplar de *Arapaima* a la ciudad de Riberalta estimativamente el año 1983. El ejemplar, que medía alrededor de 1.5 m y pesaba 22 kg, fue capturado por el Lago Murillo, a la altura de la Barraca Venecia, a unos 100 km de la ciudad de Riberalta. Dos meses después, el mismo pescador capturó un ejemplar de dimensiones similares al primero a la altura de la comunidad San Miguel, sobre el río Madre de Dios, aproximadamente a 70 km de Riberalta. Debido a que *Arapaima* era una especie desconocida en la región, los pobladores locales no consumían la carne; el sabor les parecía desagradable comparado al de las especies nativas. Los pescadores que lograban accidentalmente su captura desechaban la carne o la guardaban en forma de charque (secada con sal y a la luz del sol)”. (Hrbek et al., 2005).



“El poco interés que existía sobre *Arapaima* a finales de los años 80 y la gran cantidad de ambientes lenticos favorecieron su multiplicación y dispersión. Desde aquellos años, las capturas de este pez en distintos puntos de la Amazonía boliviana occidental fueron cada vez más frecuentes y en la actualidad se encuentra en casi todo el sistema de las tierras”. (Hrbek et al., 2005).

“Al parecer, esta especie tiene capacidad de remontar ríos de corriente relativamente fuerte ya que pudo atravesar dos cachuelas medianas que se encuentran entre la boca del río Yata y el origen del río Madera, posiblemente por las zonas menos correntosas. Es probable que la velocidad de las aguas a la altura de Cachuela Yata y otras próximas a la ciudad de Guayaramerín representen una barrera física al movimiento de esta especie hacia aguas arriba. Sin embargo, la planicie de inundación de la Amazonía Boliviana es una de las más extensas de América del Sur. La dispersión hacia los ríos Mamoré e Iténez podría tomar lugar por la planicie de inundación, durante los períodos de aguas altas e inundaciones excepcionales, si es que no logra salvar las cachuelas más fuertes entre la boca del río Yata y Guayaramerín en primera instancia”. (Hamilton et al., 2004; Crespo & Van Damme, 2011).

#### **2.2.4. Acuicultura del paiche en contexto nacional**

“El paiche (*Arapaima gigas*), es el pez escamado más grande de la cuenca amazónica. En el Perú se encuentra en las cuencas bajas de los ríos Napo, Putumayo, Marañón, Pastaza y Ucayali, con mayor abundancia en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria” (Alcántara et al. 2006).

Históricamente, el paiche no era explotado en gran escala por los nativos amazónicos. Si bien ellos eran capaces de pescar grandes ejemplares, su utilización era limitada (Alcántara et al. 2006).

Con la llegada de los europeos, llegaron también los arpones con punta de metal, y también el uso de la sal.

“Estas dos herramientas, unidas al enorme cambio que experimentó el modo de vida de los pueblos, iniciaron lo que con el tiempo se convertiría en la mayor actividad comercial pesquera de la Amazonía durante los siglos XIX e inicios del XX. Para mediados del siglo XIX, el paiche salado se convirtió en la principal fuente de proteína de la Amazonía. A inicios del siglo XX la explotación se caracterizó por una brusca reducción de recursos hidrobiológicos como el manatí (*Trichechus inunguis*), y las tortugas acuáticas, lo que trajo como consecuencia que la pesca del paiche se convirtiera en una importante actividad pesquera que duró hasta finales de la década de 1960” (Alcántara et al. 2006).

“Entre los años 1971-1976, con el crecimiento demográfico y con una mayor demanda de alimento, los pescadores introdujeron el uso de redes agalleras o mallas de 12 pulgadas de tamaño de malla para la captura del paiche. Hacia mediados de la década de 1980 el paiche pasó de ser, de la más importante y barata fuente de alimento del hombre amazónico, a una rara exquisitez, reservada para aquellos que lograban pagar los altos precios en el mercado, situación que se ha agravado en la actualidad, al ser considerada la especie en el Apéndice II de la Convención internacional para el Tráfico de Especies Amenazadas – CITES” (Alcántara et al. 2006).

“Por fortuna, el paiche es una especie con gran potencialidad para la piscicultura debido a su rusticidad, alto valor en el mercado, excelente sabor de carne y extraordinario desempeño en

ambientes controlados. A esto se suma que se reproduce naturalmente en condiciones de cultivo, llegando a producir cerca de 1.500 crías, en promedio, por desove. Puede alcanzar pesos de entre 8 y 12 Kg/año; tiene un rendimiento en filete de casi 57 %, buen sabor, color y textura, con condiciones óptimas para la preparación de productos con valor agregado, lo que además se evidencia por una demanda inicial en el mercado externo. Estados Unidos, Alemania y Suiza han mostrado interés en la importación de paiche para consumo humano directo” (Chu-Koo & Alcántara, 2009).

“Por lo tanto, el desarrollo de la acuicultura del paiche se convierte en una salida viable para contribuir a la conservación de la especie, atenuando la presión de pesca sobre los adultos y los alevinos de las cada vez más escasas y vulnerables poblaciones naturales” (Chu-Koo et al. 2007; Chu-Koo & Alcántara, 2009).

“Sin embargo, la principal limitante para el desarrollo de su cultivo es la escasa disponibilidad de semilla. En ese sentido, el IIAP puso en marcha un programa de apoyo al cultivo de paiche en estanques de productores del Eje Carretero Iquitos – Nauta (ECIN), transfiriendo ejemplares juveniles entre los años 2000 y 2007 y brindando asistencia técnica a fin de ampliar la base productiva de esta especie”. (Chu-Koo et al. 2007; Chu-Koo & Alcántara, 2009).

Es importante indicar que en la última década se ha intensificado el desarrollo tecnológico de la paichicultura en Loreto, gracias a la acción de entidades como el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) que junto al apoyo de Terra Nuova, Southern Illinois University

Carbondale y la Dirección Regional de la Producción de Loreto (DIREPRO Loreto), ejecutaron entre los años 2000 y 2007, el “Programa de Cultivo de Paiche en Estanques de Productores”, con el objetivo de desarrollar una base productiva para incrementar la oferta de semilla y de carne de paiche en la región Loreto. En el 2005 el IIAP y el GOREU probaron con bastante éxito el cultivo intensivo de paiche en jaulas flotantes motivando el interés de inversores privados. A la fecha, la proyección de la paichicultura como actividad productiva se presenta como bastante alentadora en el Perú. En el 2005 el IIAP y el GOREU.

#### **2.2.4.1. Tiempo en que se reproduce el *Arapaima gigas***

“La reproducción de *Arapaima* puede ocurrir a lo largo de todo el año, pero se intensifica cuando las aguas comienzan a subir de nivel y las áreas para la construcción de nidos están disponibles en el bosque” (Fernandes, 2005; Saavedra et al., 2005). “Se ha sugerido que los cambios en la conductividad y pH de las aguas al comienzo de la época lluviosa son los factores que desencadenan la época de reproducción en estos peces” (Imbiriba et al., 1993). “En la Amazonía Brasileira la época de reproducción comienza en octubre y se extiende hasta el mes de mayo” (Menezes, 1951; Fontenele & Vasconcelos, 1982), “siguiendo la crecida de las aguas” (Lüling, 1964). “En el Perú, se ha observado un desove constante en la reserva Pacaya-Samiria con un pico entre septiembre y diciembre” (Guerra, 1980), “y un período reproductivo de 7 meses (noviembre-julio) en la porción baja del río Ucayalí” (Lüling, 1964). “En la Amazonía colombiana, se ha reportado un incremento en el índice gonadosomático (IGS) entre los meses de septiembre a noviembre cuando las aguas comienzan a levantarse, y una caída drástica durante los meses con los niveles máximos de agua” (Hurtado, 1998). “En el río Rupununi, la época de reproducción

comienza cuando los peses se encuentran dispersos en la sabana inundada entre los meses de mayo y agosto” (Lowe-McConnel, 1964).

“Únicamente la gónada izquierda es funcional, la cual es relativamente pequeña” (Fontenele, 1959; Neves, 1995; Godinho et al., 2005). “En las hembras el ovario no tiene conexión con la papila genital, la ovulación ocurre dentro la cavidad celómica y los desoves son fraccionados con baja fecundidad” (Fontenele, 1948; Godinho et al., 2005). “La fecundidad es variable y sólo el 25% de los huevos totales (47 000-68 300 por hembra madura) son liberados” (Imbiriba 1994; Rebaza et al., 1999). “El peso del ovario en una hembra de 2 m de longitud es 495-1 300 g” (Rebaza et al., 1999). “La edad de primera madurez sexual ocurre entre los 4-5 años cuando los especímenes alcanzan una longitud total promedio de 150-185 cm” (Lüling, 1964; Guerra, 1980; Godinho et al., 2005) “y un peso de 40-45 kg” (Imbiriba, 1994; Saavedra et al., 2005d). “Sin embargo, longitudes inferiores (menos de 120 cm) han sido registradas” (Crossa & Petrere, 1999), probablemente como una respuesta a la presión de pesca que existe sobre los ejemplares más grandes.

“La reproducción involucra la formación de parejas” (Fontenele, 1948; Fontenele 1959). “El macho delimita y defiende un área de aproximadamente 200-400 m<sup>2</sup> de cualquier pez invasor (Saavedra et al., 2005d), cada 300-500 m a la orilla de los lagos, lagunas laterales conectadas al río y arroyos” (Queiroz, 2000; Castello, 2008). “Una vez delimitada el área, la pareja realiza un cortejo ruidoso con sonidos similares a los humanos en un lugar donde la profundidad es aproximadamente 1.5 m” (Rebaza et al. 1999; Saavedra et al., 2005d). “Tanto el macho como la hembra participan en la construcción del nido (una depresión circular) durante 3-5 días, que generalmente se ubica en un punto somero (alrededor de 1-1.5 m de altura) con el fondo arenoso o arcilloso y libre de vegetación” (Fontenele, 1948; Imbiriba, 1994; Queiroz, 1999; Castello,

2008). “Los huevos son depositados y fertilizados en un nido que normalmente tiene un diámetro de 0.3-0.75 m y una profundidad de 0.12-0.2 m” (Imbiriba, 1994; Queiroz, 1999; Castello, 2008). “El tamaño de los nidos puede variar de un año a otro; posiblemente en relación a la variación hidrológica anual” (Castello, 2008). “Después de la eclosión, los pececillos permanecen en el nido alrededor de 5 días hasta que el saco vitelino se consuma por completo” (Saavedra et al., 2005d). “Posteriormente, comienzan a nadar cerca de la cabeza del padre y a tomar aire atmosférico de la superficie del agua” (Fontenele, 1948; Fontenele, 1959). “Muchas veces las madres no participan del cuidado de las crías” (Castello, 2008).

“Los padres cuidan agresivamente a su descendencia y exudan una sustancia blanca por la cabeza, que contiene una feromona que los atrae y mantiene cerca” (Fernandes, 2005). “Esta sustancia lechosa posee valores elevados de proteína y pH, y podría constituirse un alimento para los pececillos, así como lo sugieren los habitantes de las riberas” (Rebaza et al., 1999). “Cuando un peligro amenaza, los padres abren los opérculos y los pequeños ingresan dentro para protegerse” (Rebaza et al., 1999). “Las crías permanecen con los padres hasta que alcanzan un tamaño cercano a los 25 cm (3-4 meses), antes de la próxima época reproductiva” (Rebaza et al., 1999; Saavedra et al., 2005a).

“Algunos esfuerzos han sido llevados a cabo para distinguir los sexos en especímenes maduros e inmaduros a nivel morfológico” (Imbiriba, 1991; Saavedra et al., 2005d) “y genético” (Marques, 2003; Marques et al., 2006), “pero no se han encontrado diferencias claras. Recientemente, se ha mostrado que es posible determinar el sexo a través de la cantidad de vitelogenina en el plasma de

ejemplares adultos, y de las proporciones de 17  $\beta$ -estradiol y 11-ketotestosterona en ejemplares inmaduros” (Dugue et al., 2008; Chu-Koo et al., 2009).

“Morfológicamente, los sexos pueden ser reconocidos cuando los adultos conforman una pareja. El macho es más largo que la hembra, tiene el dorso oscuro, la porción ventral de la cabeza con una coloración rojo-naranja, la pigmentación roja intensificada a los lados del cuerpo y una papila genital recta. La hembra mantiene su color castaño, es más gruesa y tiene una papila genital en forma de roseta” (Copaira & Montalvo, 1972; Rebaza et al., 1999; Saavedra et al., 2005d). “Se ha observado que la proporción de hembras y machos en condiciones naturales es de 1.2/1, respectivamente” (Saavedra et al., 2005d).

#### **2.2.4.2. Genética de la conservación**

“*Arapaima* posee un cariotipo compuesto de 28 cromosomas submeta metacéntricos y 28 subtelocrocéntricos, y no es posible reconocer los sexos a este nivel. Posee regiones organizadoras nucleolares (NORs en inglés) simples con un polimorfismo estructural a nivel del tamaño” (Marques, 2003). “Según estudios poblacionales con microsatélites (DNA<sub>n</sub>)” (Farias et al., 2003; Hrbek et al. 2007) “y secuencias de fragmentos del genoma mitocondrial (DNA<sub>mt</sub>)” (Hrbek et al., 2005; Hrbek et al., 2007), “se ha encontrado un flujo genético elevado entre varias poblaciones geográficas a lo largo del eje principal del río Amazonas. Resultados similares fueron encontrados a través de RAPDs en el Araguaia Medio” (Marques, 2003).

“Los microsatélites revelaron una elevada variabilidad genética inter-poblacional y las distancias genéticas y geográficas estuvieron asociadas (aislamiento por la distancia); las

poblaciones llegaron a ser significativamente diferentes entre 2 500-3 000 km de distancia. Los fragmentos de DNAm<sub>t</sub> mostraron una variabilidad haplotípica importante y una divergencia histórica mínima entre localidades sin asociación entre distancias genéticas y geográficas. La mayor diversidad se encontró aguas arriba de Manaus (Brasil) y en lugares alejados de los mayores centros poblados. Los patrones de diferenciación observados con este marcador podrían ser resultado de la sobre explotación y presión pesquera que la especie ha sufrido desde varias décadas atrás. Se ha sugerido que la variabilidad elevada podría garantizar la continuidad de la especie en su ambiente natural” (Farias et al., 2003; Hrbek et al., 2007). “Sin embargo, la creación y posicionamiento estratégico de reservas a lo largo del eje Amazónico podría ser una alternativa para mejorar el repoblamiento y el manejo de la especie en áreas donde las poblaciones fueron fuertemente disminuidas” (Hrbek et al., 2005; Hrbek et al., 2007).

#### **2.2.4.3. La producción de semilla de Paiche**

Según registros de la Dirección Regional de la Producción de Loreto, son 185 las personas o empresas que cuentan con la autorización del Estado para dedicarse al cultivo de paiche, contando para ello con 307 estanques piscícolas que conforman un área total de 115 hectáreas. De estas 185 autorizaciones, el número total de personas naturales y/o empresas que han reportado la producción de alevinos de paiche en Loreto no sobrepasan las 30 y en Ucayali llegan apenas a siete. La producción total de alevinos de paiche en el Perú, en el periodo 2007 a octubre del 2012 fue de 337.082.

“En Loreto, la producción total de semilla de paiche creció desde los 14.752 alevinos (año 2007), hasta llegar a un pico de 94.564 ejemplares (año 2010)”. (DIREPRO Loreto, 2012).



“El incremento de la producción de alevinos en Loreto y Ucayali y el creciente interés de empresarios nacionales y extranjeros en invertir en el engorde de paiche, ha generado una verdadera controversia acerca del destino prioritario de la comercialización de los alevinos provenientes de acuicultura. Considerando que tradicionalmente los alevinos de paiche son un producto de exportación con fines ornamentales, la aparición de los paichicultores nacionales como competidores de los acuaristas exportadores ha generado una revisión exhaustiva de la situación legal de este recurso en las instancias normativas regionales y nacionales, lo que posiblemente lleve a una futura prohibición de la exportación de alevinos de esta especie con fines eminentemente ornamentales para de ese modo ser destinados íntegramente al abastecimiento de la creciente actividad paichícola nacional de engorde. Los autores de este trabajo consideran que, con la tendencia actual de producción de semilla observada en Loreto y Ucayali, el mercado de alevinos de paiche se irá autorregulando siendo lo más probable que no sea necesario establecer normas de prohibición a la exportación”. (DIREPRO Loreto, 2012).

“La comercialización total de alevinos de paiche hacia el exterior, en el periodo 2007 – 2011 fue de 99.135 ejemplares, y los envíos anuales se muestran en detalle en la Figura 2. Según los registros de DIREPRO Loreto, el principal destino de las exportaciones de alevinos de esta especie es la provincia china de Hong Kong con 24.888 alevinos (90,1%) en el 2011 y 19.025 (81,2%) crías hasta junio del 2012, respectivamente. El segundo destino en importancia es Indonesia con el 4,1 y el 8,3% de alevinos exportados en los años 2011 y 2012”. (DIREPRO Loreto, 2012).

“A junio del 2012, la región Loreto contaba con 1.046 hectáreas de infra-estructura piscícola formalmente registrada” (DIREPRO Loreto, 2012). “Si en el mediano plazo se destinara el 20% de esta capacidad instalada al cultivo intensivo de paiche, Loreto podría producir unas 2.092 toneladas de carne de paiche anualmente (10 t/ha), convirtiéndose en un producto bandera de la acuicultura amazónica y nacional. Para llegar a esos niveles, se necesitaría contar con una provisión anual de al menos 210.000 alevinos en dicha región, una cifra que al ritmo actual de crecimiento de producción de semilla parece alcanzable en el mediano plazo (año 2020)”. (DIREPRO Loreto, 2012).

“Por otro lado, es obvio que se requerirá de una mayor preocupación del sector público (PRODUCE, ITP, SANIPES, FONDEPES, IIAP, MINCETUR, MINAM, y gobierno regional) en incrementar significativamente la inversión de capitales públicos en áreas como investigación, fomento de la actividad, capacitación de productores, construcción de infraestructura productiva y cadenas de frío, así como en la implementación de políticas que incentiven y faciliten el fortalecimiento y crecimiento de esta actividad productiva y la búsqueda de nuevos mercados para su comercialización. Entre los años 2008 - 2009, el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR), realizó varios estudios sobre estos temas, que merecen ser ampliamente divulgados por ser de interés público”. (DIREPRO Loreto, 2012).

“Un punto que resulta clave para consolidar el despegue de la paichicultura en el país, es el aporte de los inversionistas privados y la formación de “clústeres” empresarial es que involucren toda la cadena productiva de la paichicultura, desde la producción de semilla, pasando por la producción de alimentos, servicios de pre engorde, engorde, cosecha, transformación post cosecha,

transporte, comercialización, exportación, etc. La presencia de poderosos consorcios eco-nómicos nacionales como el Grupo Hochschild (propietario de Acuícola Los Paiches S.A), del Grupo Favre (propietario de Acuicultura Huaura S.A.) y Camposol SAC (dueño de MarinazulS.A.), es un indicador positivo del futuro de la paichicultura en el país”. (DIREPRO Loreto, 2012).

“Las empresas Marin azul y Acuicultura de Huaura son ampliamente reconocidas por sus inversiones en langostinos y tilapia en el norte del país, contando con infraestructura moderna, capitales frescos y ágiles y el aporte de personal técnico y profesional altamente capacitado, por lo que la seriedad de sus emprendimientos permite visualizar un gran futuro a la paichicultura. Si a esto le sumamos la importante inversión de capitales chilenos en Pucallpa (Amazon Fish Products S.A.), la aparición de American Quality S.A. (Sullana, Piura),y la reciente asociación de los principales productores de semilla del eje carretero Iquitos – Nauta en Loreto como son el Fundo San Luis), Amazon Harvest S.A.C., Selva Amazon Breeder S.A.C., Fundo Tony, Peces & Pesca-dos y The Tiger Ranch E.I.R.L) para convertirse en un consorcio de productores de carne, podemos predecir que el futuro de la paichicultura se presenta promisorio no solo en la región amazónica, sino en todo el Perú. Sin embargo, un aspecto fundamental y que merece atención inmediata de las autoridades sanitarias nacionales (SANIPES) es la capacitación del sector productivo para cumplir a cabalidad con las normas sanitarias y legales tan to europeas como estadounidenses de exportación y no tener problemas para la comercialización de los productos de esta especie”. (DIREPRO Loreto, 2012).

“Lo que más sorprende en este corto análisis de la paichicultura peruana, es la ausencia de empresas interesadas en invertir en esta actividad, en áreas con mejor clima y mayor disponibilidad

de agua que Lima, Piura y Tumbes, y con mayor conectividad que Loreto y Ucayali, como por ejemplo San Martín, Amazonas, Junín y Huánuco” (ChuKoo & Alcántara, 2009). “Se conoce que en las mencionadas regiones existen lotes de paiches adultos introducidos de Loreto y Ucayali, pero no se tienen estadísticas de producción de carne y semilla hasta la fecha. No se descarta que con el crecimiento de la demanda externa por los productos cárnicos del paiche, la atención empresarial también se vuelque hacia dichas zonas, en la búsqueda de reducir los costos de producción debido a su cercanía y conectividad con los aeropuertos y puertos costeros (Callao y Paita)”. (ChuKoo & Alcántara, 2009).

### **2.2.5. Manejo reproductivo**

“Aunque la reproducción del Pirarucú en cautiverio se ha reportado a lo largo de toda la “PANAMAZONIA” en estanques de tierra, naturales o seminaturales no es claro el área y la cantidad de alimento requerida por la especie para un manejo reproductivo en estas condiciones de cautiverio. Los pocos reportes que existen sobre el tema sugieren que la densidad de siembra de los padrotes se basa en el tamaño de los ejemplares, el tipo de alimento que consumen (peces vivos de mediano porte de 200 gramos a 1200 gramos para los reproductores y micro invertebrados acuáticos, larvas y pequeños peces en etapas juveniles) y que la especie es territorial, estableciéndose en un espacio determinado dentro del estanque donde fabrican su nido y realizan el desove, espacio el cual defienden de los predadores y otros peces para el cuidado de su prole”. (Rebaza et al. 1999, Guerra et al. 2002, Rebaza et al. 2003, Sanabria et al. 2005 y Franco & Peláez 2007) Por ello requiere una cantidad de espacio considerable si se compara con reproductores de otras especies de peces.

“La fase entre alevino y juvenil constituía una de las etapas críticas en la producción de alevinos de Pirarucú. La supervivencia en esta etapa solía ser igual o inferior al 10%, debido primordialmente a deficiencias en la disponibilidad y/o calidad de alimento natural y a la depredación por aves y otros peces. Actualmente se han superado satisfactoriamente los problemas nutricionales y las pérdidas por depredación durante esta fase, alcanzándose niveles de sobrevivencia entre el 80 y 90% en sistema de levante en piletas de concreto provistas de recambio de agua continuo, sistemas de filtración mecánicos y suministro de alimento vivo, sin embargo, persisten algunos problemas sanitarios que ocasionalmente interfieren drásticamente en los niveles de sobrevivencia y crecimiento de los alevinos. Se pudo establecer que alevinos de *A. gigas* producidos en cautiverio se deben retirar de los padres cuando alcanzan tallas entre 5-8 cm, aceptando con mayor facilidad el alimento concentrado”. (Rebaza et al. 1999, Guerra et al. 2002, Rebaza et al. 2003, Sanabria et al. 2005 y Franco & Peláez 2007).

“En Colombia los trabajos orientados a la reproducción de Pirarucú han sido liderados desde 1.997 por la alianza de la piscícola Pirarucú, Uniamazonia, la Asociación de Acuicultores del Caquetá (ACUICA) y la estación piscícola las Andreas que se unió a este proceso en el 2.001. Se cuenta con un plantel de 30 reproductores, de los cuales están identificados con microchips, que permiten un seguimiento más preciso a cada uno de los ejemplares. En el departamento de Caquetá, la primera reproducción de *A. gigas* en cautiverio fue registrada en el año 2001, en la estación piscícola Pirarucú en convenio con la Universidad de la Amazonia; hasta la fecha solo en el 2005 no se presentó reproducción en esta granja, debido posiblemente, a una deficiencia nutricional de los reproductores”. (Rebaza et al. 1999, Guerra et al. 2002, Rebaza et al. 2003, Sanabria et al. 2005 y Franco & Peláez 2007).

A través de los registros de esta investigación y otras que las antecedieron desde el 2001, la época reproductiva del Pirarucú en el Piedemonte Caqueteño se inicia en febrero y se extiende hasta junio, época de aguas ascendentes.

“En términos generales, la reproducción del Pirarucú en cautiverio no presenta grandes inconvenientes, sin embargo, es un proceso que toma como mínimo entre cinco y seis años, en los cuales se requieren inversiones considerables en la adquisición del pío de cría, construcción y adecuación infraestructura de levante y en los insumos necesarios para lograr la conformación del lote de reproductores. Una vez alcanzan la etapa de madures sexual, la estimulación reproductiva en la zona de piedemonte caqueteño se ha logrado mediante el correcto manejo de densidades de siembra, nutrición y calidad de agua; siendo innecesaria la inducción hormonal para lograr el desove”. (Rebaza et al. 1999, Guerra et al. 2002, Rebaza et al. 2003, Sanabria et al. 2005 y Franco & Peláez 2007).

#### **2.2.6. Comportamiento reproductivo**

“Las observaciones de cortejo fueron similares a las reportadas por GUERRA 2002 quien describe el comportamiento reproductivo del Pirarucú cuando se aproxima el periodo de desove. Los signos más evidentes son: agresividad y constantes peleas entre los machos para formar parejas y demarcar su territorio. Se notan saltos y investidas entre ellos, produciendo fuertes ruidos. Luego de esto llega un periodo de calma, en que se nota que los Pirarucú toman una posición oblicua con la cabeza hacia abajo, exponiendo, en muchos casos, la cola, que sobresale a

la superficie. Durante este periodo la pareja se mantiene en un determinado sector del estanque”. (Franco, 2003).

“El comportamiento de los alevinos, al igual que las post-larvas es de agregación o formación de cardumen compacto al nadar, con agilidad en el desplazamiento, esto sugiere un comportamiento de autoprotección ya que desde que emergen nadan alrededor de la cabeza del progenitor. Estos presentan una coloración oscura (negro brillante) que va cambiando a medida que crecen a un café claro” (Franco, 2003).

“La investigación en desarrollo que evalúa el desempeño reproductivo del Pirarucú ha obtenido preliminarmente 3 reproducciones en los tratamientos con 400 m<sup>2</sup> por padrote, sin importar aparentemente la alimentación del 2-4% de la biomasa al día. No se han registrado reproducciones en los demás tratamientos a menor densidad”. (Franco et al 2003).

### **2.2.7. Parámetros físico químicos de calidad de agua**

“Para conocer y tener un control de las condiciones físicas y químicas del estanque y del laboratorio donde se mantienen los reproductores y alevinos de Pirarucú se deben registrar datos diarios de: pH (unidades), conductividad (US/cm<sup>1</sup>), temperatura del agua (°C), transparencia (cm) y oxígeno disuelto (mg/L-1 y porcentaje de saturación)”. (Franco, 2003).

#### **2.2.7.1. Potencial de hidrógeno (pH)**

El pH indica el grado de acidez o basicidad del agua. La medición del pH se hace colorimétricamente, mediante un potenciómetro (pH metro). Se mide en una escala de 1 a 14.



“El pH del agua de los estanques es fuertemente influenciado por la concentración del dióxido de carbono, el cual actúa como sustancia acida. El fitoplancton y las plantas acuáticas fijan el dióxido de carbono durante el proceso de la fotosíntesis (día) disminuyendo su concentración en el agua y lo liberan durante el proceso de respiración (noche), por esta razón se producen variaciones de pH a través del curso diario, observándose mayores valores durante el día y menores durante la noche. Por lo anterior es recomendable hacer mediciones en las primeras horas de la mañana y al final de la tarde a fin de conocer el comportamiento de este parámetro en el estanque. El pH recomendado para el manejo del Pirarucú debe estar entre 6,5 y 8,0 unidades”. (Franco, 2003).

#### **2.2.7.2. Temperatura del agua (°C)**

La temperatura del agua juega un papel muy importante en la biología de los organismos acuáticos, principalmente en los peces, influyendo en su desarrollo por ser organismos poiquilotermos.

“La temperatura condiciona la maduración gonadal, el tiempo de incubación de las ovas, el desarrollo larval, la actividad metabólica y el ritmo de crecimiento de larvas, alevinos y adultos de



los peces. Además la temperatura del agua es un factor muy importante a analizar en los estanques de piscicultura ya que influye indirectamente en la respiración, al condicionar la concentración de oxígeno disuelto en el agua y el ritmo respiratorio de los peces (Argumedo, 2005). La temperatura recomendada para el manejo del Pirarucú debe estar entre 26 y 28°C". (Franco, 2003).

#### **2.2.7.3. Nitrito**

“La presencia del nitrito en los estanques se debe a la nitrificación, en la que el amonio derivado de la excreción y de la descomposición de la materia orgánica es oxidado a nitrito. Sin embargo, el nitrito también puede derivarse de la reducción del nitrato por acción de las bacterias anaeróbicas del fango del fondo del estanque. Cuando el nitrito es absorbido por los peces, reacciona con la hemoglobina formando metahemoglobina, y hace que la sangre pierda su capacidad de transportar oxígeno para los procesos biológicos. Por eso en exposición prolongada a nitrito se puede llegar a la hipoxia y a la cianosis. La sangre con apreciable cantidad de nitrito es de color marrón, dando lugar a la “enfermedad de la sangre marrón”. La concentración letal de nitrito varía con las especies y con la temperatura. La adición de calcio y cloruro al agua de cultivo reduce la toxicidad del nitrito en los peces”. (Franco, 2003).

#### **2.2.7.4. Amonio**

El amonio se encuentra presente en los estanques como un producto del metabolismo de los organismos y como resultado de la descomposición de la materia orgánica por medio de las bacterias.

“El nitrógeno amoniacal en el agua se encuentra en forma no ionizada como amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), o en forma ionizada como amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). En la forma no ionizada es tóxico y los peces sólo pueden soportar pequeñas cantidades, que varían con el tiempo de exposición (0,6 a 2,0 mg/l). Sin embargo, en la forma ionizada no es tóxico, salvo que se encuentre presente en grandes concentraciones. El pH y la temperatura interactúan con el nitrógeno amoniacal y, en cierta forma, regulan la presencia de uno u otro ion”. (Franco, 2003).

#### **2.2.7.5. Oxígeno**

“El oxígeno es uno de los factores más importante que regula la calidad del agua en los estanques de cultivo de peces. Su solubilidad varía con la temperatura del agua. Con el rango de temperatura de 25 a 35 °C la solubilidad del oxígeno varía entre 8 y 7 miligramos por litro (mg/l). Sin embargo, la concentración normal del oxígeno en el agua es menor que su solubilidad. Cuando se da el caso de que la concentración sea igual a la solubilidad se dice que el agua está saturada de oxígeno”. (Joseph Priestley, 1974).

#### **2.2.8. Alimentación**

“A pesar del gran potencial que tiene esta especie para la piscicultura, el conocimiento sobre su hábito alimenticio, aun es limitado y por tanto se requiere determinar sus exigencias nutritivas” (Imbiriba, 2001).

“Está especie ofrece buenas perspectivas para piscicultura. Aunque es carnívora, no requiere presas vivas y acepta como alimento trozos de carne o de peces. Por su tamaño, se presta más a la

piscicultura intensiva, pero puede ser utilizado en grandes embalses en asociación con otros peces” (Fontenele, 1948).

“Es un pez carnívoro, que se alimenta básicamente de pequeños peces en proporción de 8 a 10% de su peso vivo, cuando es joven, y 6% cuando es adulto. Puede alcanzar hasta 10 kg. Durante el primer año de vida. Suele comer peces de los géneros Prochilodus, Tetragonopterus, Leporinus, prefiriendo claramente las carachamas (Loricaríidos)”. (Rebaza et al., 1999; Sánchez, 1961; Imbiriba, 2001).

“Dentro de su dieta tiene la participación variable de otros ítems, como moluscos, crustáceos e insectos” (Quiroz, 2000).

“Como predador, el paiche se encuentra en el nivel trófico más alto de la cadena alimenticia” (Imbiriba, 2001). “Captura su presa mayormente al atardecer o amanecer, mediante una fuerte succión con la boca, produciendo un chasquido y brusco movimiento de la cabeza, acompañado muchas veces de un coletazo” (Sánchez, 1961; Rebaza, et al ,1999).

En cautiverio el “paiche” acepta peces vivos o muertos, enteros o en trozos, vísceras de pescado, embriones de pollo, ensilados biológicos de peces, así como también víscera de pollo. Se reportan resultados sobre los pesos promedios, alimentando al “paiche” con diferentes dietas durante cinco meses: con pescado picado, alcanza un peso medio de 3146 g.

### 2.3. Definición de términos básicos

**Alimento extruido.** - son aquellos que han sido elaborados mediante un proceso de extrusión.

**Ambiente controlado.** - Entorno cerrado donde parámetros físico químicos tales como temperatura, oxígeno, amonio, nitratos y algunas veces presión parcial de los gases (e incluso su composición), están completamente controlados.

**Blower.** - es un dispositivo eléctrico que produce un torrente continuo de aire para crear el efecto óptimo burbujeo dentro del agua.

**Clima.** - Conjunto de condiciones atmosféricas propias de un lugar, constituido por la cantidad y frecuencia de lluvias, la humedad, la temperatura, los vientos, etc., y cuya acción compleja influye en la existencia de los seres sometidos a ella.

**Cultivo experimental.** - Es cultivo entonces, una serie de técnicas que se aplican para lograr los mayores frutos de la tierra o de la capacidad humana, aunque también se usa ese término para referirse a la crianza de ciertos animales con fines de comercialización como cuando se dice “se dedica al cultivo de ostras”.

**Dieta alimenticia.** - Una dieta es la cantidad de alimento que se le proporciona a un organismo en un periodo de 24 horas, sin importar si cubre o no sus necesidades de mantenimiento, en resumen, es el conjunto de nutrientes que se absorben luego del consumo habitual de alimentos.

**Ictiómetro.** - es un aparato de uso en Ictiología que permite cuantificar la longitud de los peces. Puede emplearse en el campo, con peces vivos o anestesiados, o en el laboratorio, sobre ejemplares fijados. Consiste en dos placas lisas dispuestas perpendicularmente, a modo de escuadra.

**Invernadero.** - Un invernadero (o invernáculo) es un lugar cerrado, estático y accesible a pie que se destina a la horticultura, dotado habitualmente de una cubierta exterior translúcida de vidrio o de plástico, que permite el control de la temperatura, de la humedad y de otros factores ambientales, que se utiliza para favorecer el desarrollo de las plantas.

**Índice de conversión alimenticia.** - es la cantidad de kilos de alimento que necesita un animal para convertir un kilo de carne y varía dependiendo la especie.

**Piedras difusoras.** - Se conecta a una bomba de aire. A través de ella salen cientos de burbujas encargadas de oxigenar el agua.

**Shock Térmico.** - se refiere a un cambio drástico de temperatura.

**Teleósteos.** - Infraclasse de peces actinopterigios con escamas y opérculo branquial osificados, vejiga natatoria más o menos reducida y cola homocerca.

**Termostato.** - Aparato o dispositivo que, conectado a una fuente de calor, sirve para regular la temperatura de manera automática, impidiendo que suba o baje del grado adecuado.

**Estanque.** - es una pequeña cavidad de agua, natural o artificial, utilizado cotidianamente para proveer al riego, criar peces, nadar, etcétera, o con fines meramente ornamentales.

## 2.4. Hipótesis de investigación

### 2.4.1. Hipótesis general

El ambiente controlado influye en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho

### 2.4.2. Hipótesis específicas

Los parámetros físicos químicos influyen en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho.

La alimentación influye en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho

El invernadero influye en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho

## 2.5. Operacionalización de variables

Variabes	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
V <sub>1</sub> : Ambiente controlado	Es necesario controlar permanentemente los parámetros físico químico, para tratar de lograr	Parámetros físicos y químicos	Temperatura °C Amoniaco mg/l Oxígeno mg/l

	un buen comportamiento y desarrollo de los ejemplares del Paiche.		pH
V <sub>2</sub> : Cultivo experimental del Paiche	El cultivo es donde se debe de mantener temperaturas cálidas entre 24 a 28°C y alimentación en el cultivo del Paiche mediante invernaderos, termostatos y para que no afecte en el desarrollo de dichas especies.	Alimentación	Pescado
			Alimento balanceado
		Invernadero	Plástico de invernadero
			Estanque fibra de vidrio




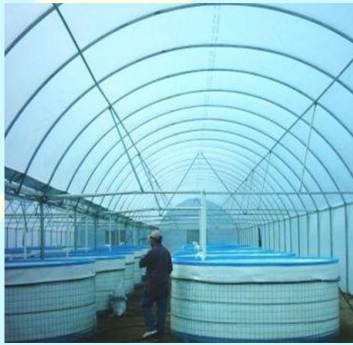

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Diseño metodológico

##### Tipo

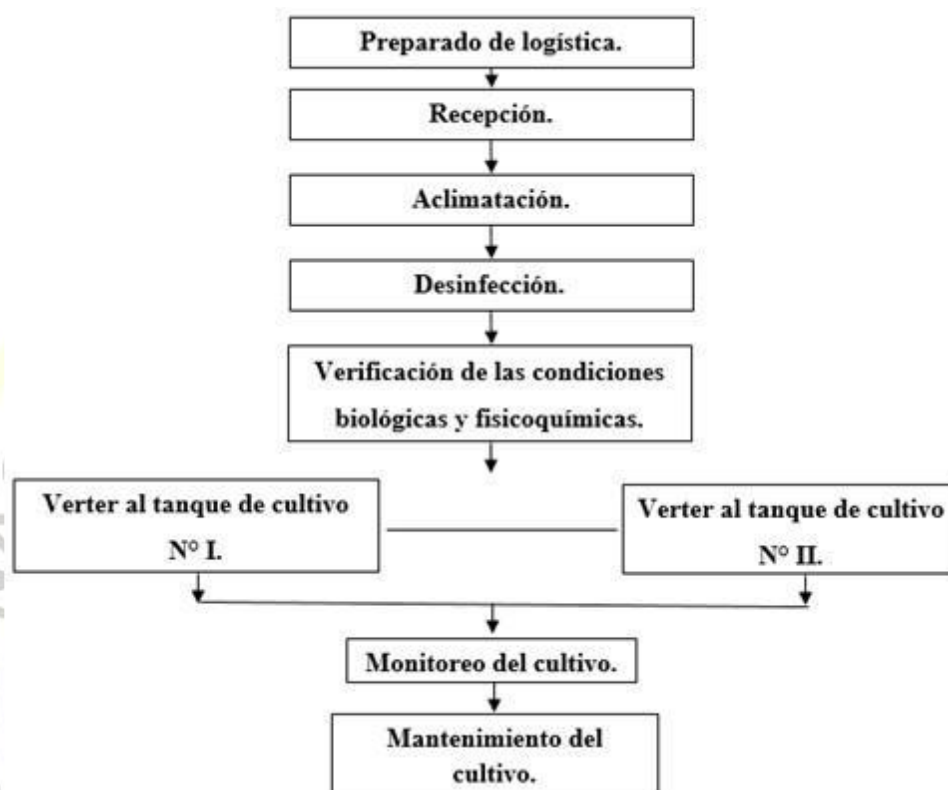
El tipo de investigación fue aplicativo y el método de investigación utilizado fue el Experimental debido a que, se trabajó con dos grupos, manipulando de forma intencional la variable independiente a través de Cultivo experimental del paiche que influyeron en el crecimiento.

Grupo	Alevines	Variable dependiente	Variable dependiente
1 y 2	<p>Alevines de Paiche (40 unidades con una talla min: 8cm y Max: 12cm.</p> 	<p>Invernadero de plástico o ambiente controlado.</p> 	<p>Cultivo de Paiche (Arapaima Gigas).</p> 

El tipo de estrategia empleado en el trabajo o investigación, consistió en la recolección de datos directamente de la realidad observada, orientada por las hipótesis, en este caso, se trató de analizar las características primordiales del ecosistema de su hábitat del paiche, para adaptarlo y cultivar a través de componentes de parámetros ambientales y alimentación adecuada en estas zonas de climas fríos.



Los procedimientos realizados, se efectuaron siguiendo un orden lógico tal como se muestran en la siguiente gráfica:



### 3.2. Población y muestra

#### 3.2.1. Población

Teniendo en cuenta que la población se refiere al conjunto de todos los individuos que tienen una o más propiedades en común, se encuentran en un espacio o territorio y varían en el transcurso del tiempo, en este caso para el siguiente estudio se utilizó una población de 40 ejemplares de alevines de paiche y se ha establecido los criterios de inclusión y exclusión siguientes:

- conocer las condiciones ambientales de las zonas costeras en la que se debe de cultivar el paiche.
- Se conoció los parámetros físicos - químicos que se van a controlar en el cultivo del paiche.

- Se conoció las tallas y pesos de los alevines de paiche que fueron trasladados de la Amazonía y que consuman alimentos balanceados.
- Se preparó alimento trozos de anchoveta homogenizado con balanceados ricos en proteínas para adaptarlos en estos ambientes.

Finalmente, la población quedó definida por el conjunto de ejemplares de alevines de paiches, de un mes de edad que son trasladados al Laboratorio Costero de IMARPE de Huacho para su cultivo en relación a un ambiente controlado.

### 3.2.2. Muestra

Teniendo en cuenta que la población de estudio es relativamente (40 ejemplares), para efectos de muestreos, se tomarán en cuenta la totalidad de los ejemplares.

### 3.3. Técnicas de recolección de datos

#### **Laboratorio:**

Es un lugar que se encuentra equipado con los medios necesarios para llevar a cabo experimentos, investigaciones o trabajos de carácter científico o técnico. En estos espacios, las condiciones ambientales se controlan para evitar que se produzcan influencias extrañas, para el trabajo de investigación realizando: limpieza y desinfección del mismo y de los materiales utilizados para la tesis.

Las técnicas de recopilación de datos son, los distintos procedimientos para obtener información. En la investigación que desarrollamos, la principal técnica a utilizado fue la observación científica directa de las condiciones ambientales, alimentación, tallas, pesos del

paiche en forma mensual y control de temperatura ambiente del invernadero para su cultivo, su análisis y procesamiento fueron diarios.

Cobertura suficiente del área de distribución de las especies objeto de estudio son:

- Frecuencia tal que permito, en el tiempo y espacio, poder observar cambios en los parámetros de crecimiento.
- Amplia observación de los diferentes parámetros que se obtuvo de una muestra; es decir, se obtuvo de la muestra la mayor información.
- Intensidad sostenida y sistemática, que aseguro una observación permanente de los posibles cambios a darse en el proceso de cultivo.

### **3.4. Técnicas para el procedimiento de la información**

#### **3.4.1. Estadística descriptiva, programa Excel:**

Es un software que permitió crear tablas, calcular y analizar datos para realizar cuadros estadísticos y gráficos.

#### **3.4.2. Estadística descriptiva, programa Spss 20:**

Es un software que permitió crear tablas, calcular, hacer comparaciones de desarrollo de la especie en estudio gráficos estadísticos y analizar datos de distintas comparaciones.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Análisis de resultados

Durante la fase experimental, se presentó temperaturas con promedio 25.32°C en los meses de enero y febrero debido a que se ha trasladado a un estanque de mayor tamaño 12 m<sup>3</sup> el cual no se vio afectado en el crecimiento del cultivo del Paiche (*Arapaima gigas*) ya que estaban los tenores dentro del límite permisible, aceptando el alimento proporcionado, como lo hacían cuando estaban dentro del invernadero.

#### **Longitud promedio del Paiche (*Arapaima gigas*) por tratamiento alimenticio**

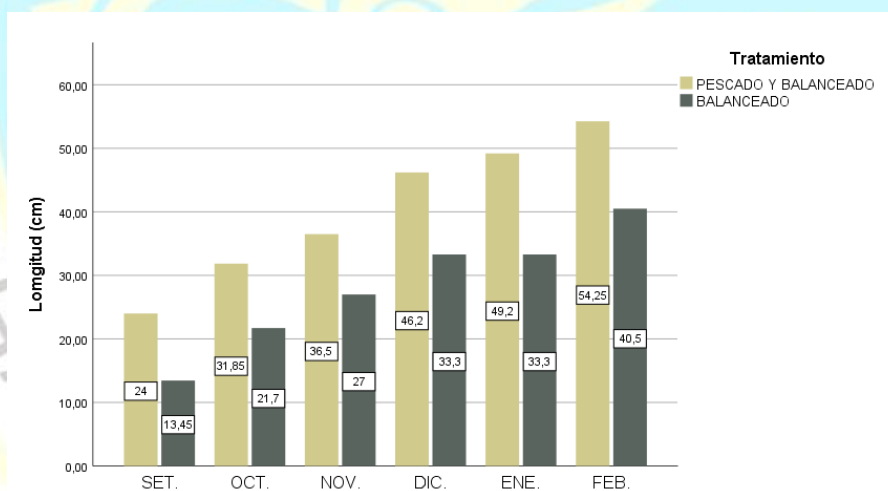
El gráfico N°1 nos muestra que el cultivo del Paiche (*Arapaima gigas*) presenta una tendencia creciente constante y una diferencia marcada en los tipos de tratamientos alimenticios. Para la recolección de datos se precisó tomar 20 ejemplares por cada tratamiento alimenticio.

En el mes de setiembre la Longitud promedio de los Paiches que consumieron pescado y alimento balanceado fue de 24cm, mientras tanto los que consumieron sólo alimento balanceado tuvieron una Longitud promedio de 13.45cm. Posteriormente en el mes de octubre la Longitud promedio en los Paiches que consumieron pescado y alimento balanceado fue de 31.85cm, y los que consumieron sólo alimento balanceado su Longitud promedio fue de 21.7cm.

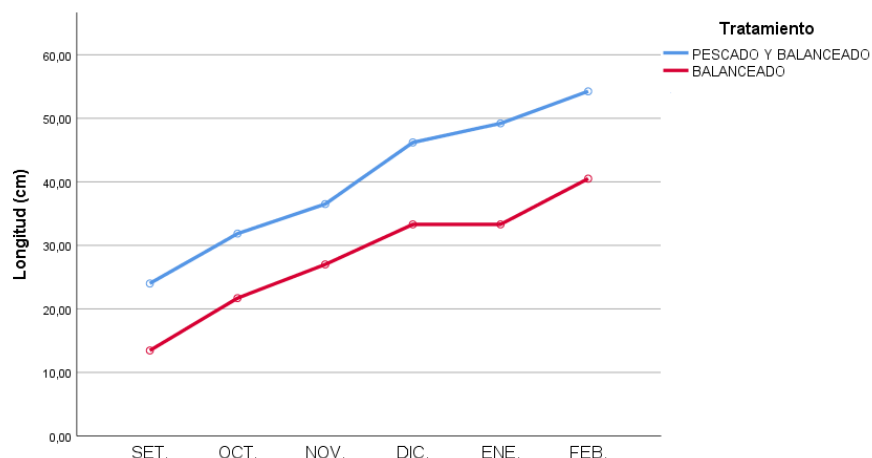
En el mes de noviembre la Longitud promedio de los Paiches que consumieron pescado y alimento balanceado fue de 36.5cm, mientras tanto los que consumieron sólo alimento balanceado tuvieron una Longitud promedio de 27cm. Posteriormente en el mes de diciembre la Longitud

promedio de los Paiches que consumieron pescado y alimento balanceado fue de 46.2cm, y los que consumieron sólo alimento balanceado su Longitud promedio fue de 33.3cm.

En el mes de enero la Longitud promedio de los Paiches que consumieron pescado y alimento balanceado fue de 49.2cm, mientras tanto los que consumieron sólo alimento balanceado tuvieron una Longitud promedio de 33.3cm. Posteriormente en el mes de febrero la Longitud promedio de los Paiches que consumieron pescado y alimento balanceado fue de 54.5cm, y los que consumieron sólo alimento balanceado su Longitud promedio fue de 40.5cm. con grandes posibilidades de poder realizar alimentos balanceados para los paiches.



**Gráfica N°1.** Longitud promedio del cultivo del Paiche (*Arapaima gigas*) por Tratamiento alimenticio.



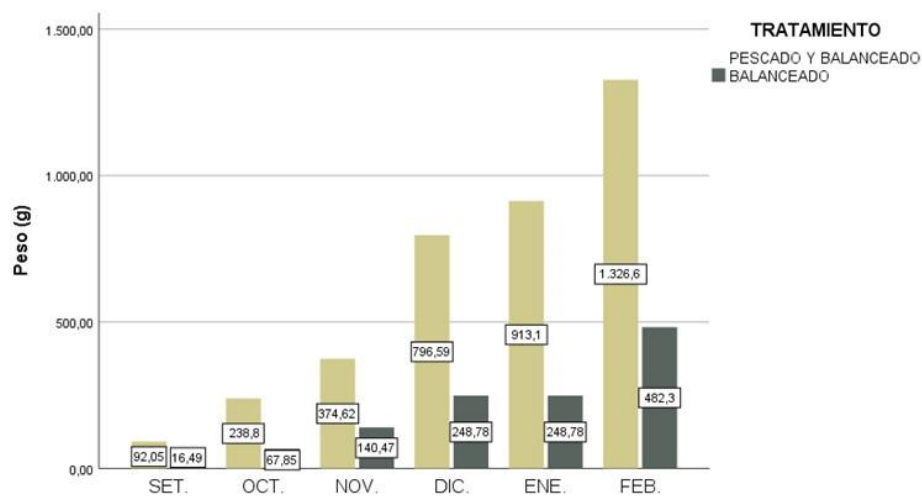
**Gráfica N°2.** Longitud promedio del cultivo del Paiche (Arapaima gigas) por Tratamiento alimenticio – Gráfico de líneas.

### **Peso promedio del Paiche (Arapaima gigas) por tratamiento alimenticio**

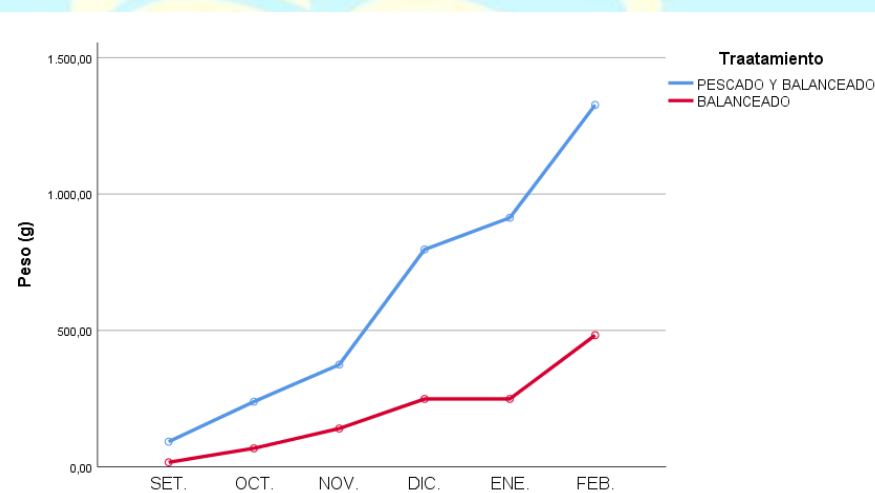
La gráfica N°3 muestra que el cultivo del Paiche (Arapaima gigas) presenta una tendencia creciente constante observando una diferencia marcada en los dos tipos de tratamientos alimenticios. Para la recolección de datos se precisó tomar 20 ejemplares por cada tratamiento alimenticio.

En el mes de setiembre el peso promedio de los Paiches que consumieron pescado y alimento balanceado fue de 92.05g, mientras tanto los que consumieron sólo alimento balanceado tuvieron un peso promedio de 16.49g.

Posteriormente al finalizar la investigación el peso promedio de los Paiches que consumieron pescado y alimento balanceado fue de 1326.6g, y los que consumieron sólo alimento balanceado su peso promedio fue de 482.3g.



**Gráfica N°3.** Peso promedio del cultivo del Paiche (*Arapaima gigas*) por Tratamiento alimenticio.



**Gráfica N°4.** Peso promedio del cultivo del Paiche (*Arapaima gigas*) por Tratamiento alimenticio – Grafico de líneas.

Para el primer grupo de estudio se Suministró alimento homogenizado pescado de  $22\% \pm 2,1$  y balanceado con proteína  $54\% \pm 2,2$  a una tasa diaria de 10% de la biomasa o peso total de los alevinos iniciando con un peso promedio 34,73 g y longitud promedio 17,21 cm.

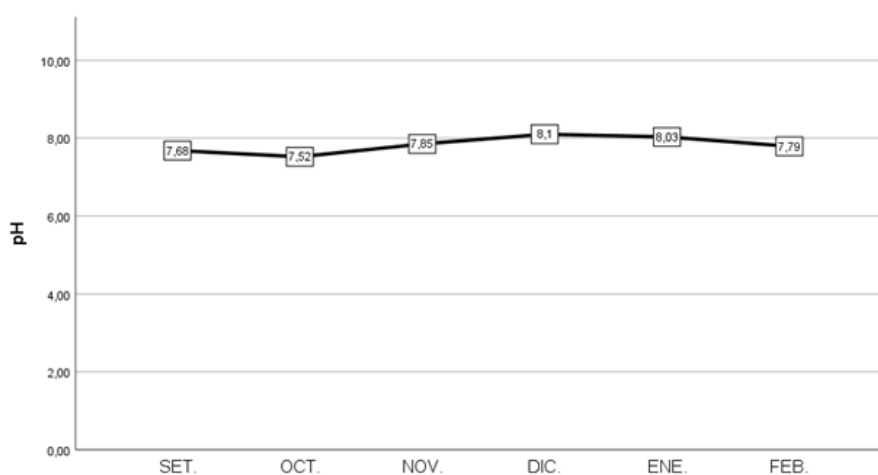
Para el segundo grupo de estudio de los alevines se inició suministrando solo alimento balanceado con proteína  $54 \% \pm 2,2$  a una tasa diaria de  $10 \%$  de la biomasa o peso total y estos iniciando con un peso promedio de  $35,32 \text{ g}$  y longitud promedio  $17,26 \text{ cm}$

La frecuencia de alimentación se dio cada 3 horas durante las 24 horas del día para ambos estudios.

### Variación del pH en el agua del ambiente controlado

El gráfico N°5 nos refiere que en la fase experimental del cultivo del Paiche (*Arapaima gigas*) el valor promedio del pH en el agua del ambiente controlado inicio con  $7,68\text{pH}$  y finalmente en el mes de febrero el valor promedio bajó a  $7,79\text{pH}$ .

Dentro de la fase experimental, tomando como referencia los tenores promedios del pH; en el mes de octubre se obtuvo la medición más baja siendo ésta de  $7,52\text{pH}$  y de manera similar tomando los valores promedios del pH en el mes de diciembre se obtuvo la medición más alta siendo ésta de  $8,1\text{pH}$ . observando que no afecto en su cultivo y adaptación porque tuvieron un desarrollo óptimo, pudiendo decir que este parámetro no afecta a esta especie en la costa central.



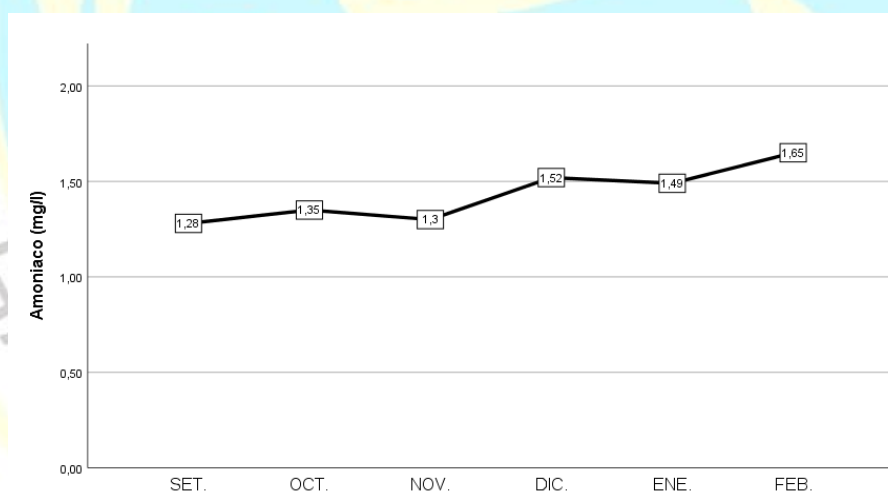
**Grafico N°5.** Variación del pH en el agua del ambiente controlado



### Variación del amoniaco en el agua del ambiente controlado

El gráfico N°6 muestra que en la fase experimental del cultivo del Paiche (*Arapaima gigas*) el valor promedio del Amoniaco en el agua del ambiente controlado inicio con 1.28mg/l en el mes de setiembre, al final de la investigación el valor promedio del Amoniaco subió a 1.65mg/l.

Dentro de la fase experimental, tomando como referencia los valores promedios del Amoniaco; en el mes de octubre se obtuvo la medición más baja siendo ésta de 1.28mg/l y de manera similar tomando los valores promedios del Amoniaco en el mes de febrero se obtuvo la medición más alta siendo ésta de 1.65mg/l. el pronunciamiento del amonio en el agua no fue determinante para su cultivo y adaptación de los estudiados, el cual nos dice que se puede hacer cultivo intensivo en esta zona de Carquin.



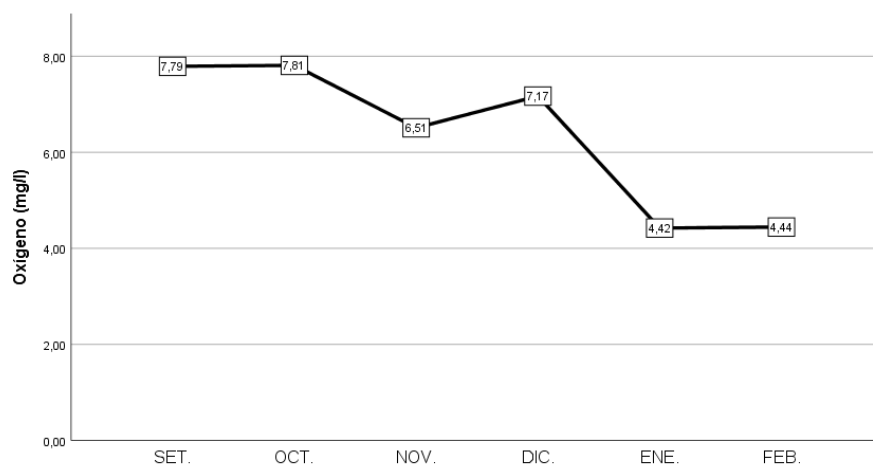
**Gráfica N°6.** Variación del Amoniaco en el agua del ambiente

### Variación del oxígeno en el agua del ambiente controlado

El gráfico N°7 nos indica que en la fase experimental del cultivo del Paiche (*Arapaima gigas*) en el mes de setiembre el valor promedio del Oxígeno se encontró en el agua del ambiente

controlado 7.79mg/l, finalmente en el mes de febrero el valor promedio del Oxígeno fue de 4.44mg/l.

Dentro de la fase experimental, tomando como referencia los valores promedios del Oxígeno; en el mes de enero se obtuvo la medición más baja siendo ésta de 4.42mg/l y de manera similar tomando los valores promedios del Oxígeno en el mes de octubre se obtuvo la medición más alta siendo ésta de 7.81mg/l. observando que estas especies pueden respirar aire atmosférico, no afectando teneros inferiores para su cultivo y adaptación.



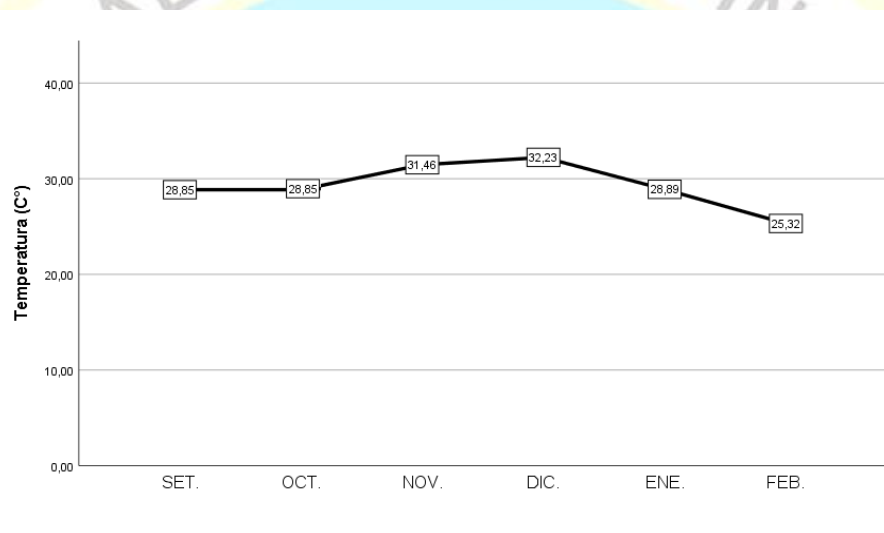
**Gráfico N°7.** Variación del Oxígeno en el agua del ambiente controlado.

### **Variación de la temperatura en el ambiente controlado invernadero.**

El gráfico N°8 nos indica que en la fase experimental del cultivo del Paiche (*Arapaima gigas*) en el mes de setiembre la temperatura promedio del medio de cultivo en el ambiente controlado fue de 28.85°C,

finalmente, en el mes de febrero el valor promedio de la Temperatura se encontró a 25.32°C.

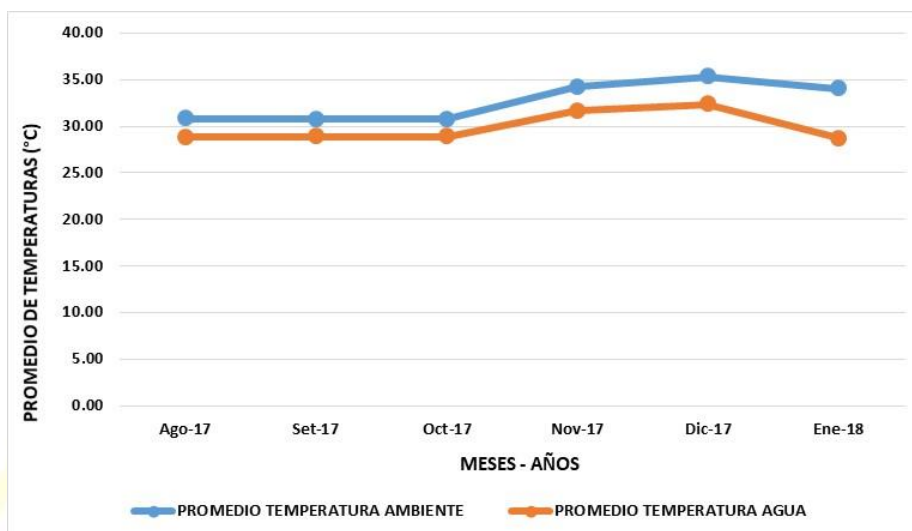
Dentro de la fase experimental, tomando como referencia los valores promedios de la Temperatura; en el mes de febrero se obtuvo promedios de  $25.32^{\circ}\text{C}$  y de manera similar tomando los valores promedios de la Temperatura en el mes de diciembre se obtuvo la medición más alta siendo ésta de  $32.23^{\circ}\text{C}$ . donde el invernadero dio resultado manteniendo la temperatura o incrementando, el cual podemos decir que si se puede cultivar *Arapaima Gigas* en la costa central Carquin, construyendo un invernadero para su retención o incremento de temperatura.



Gráfica N°8. Variación de la temperatura del ambiente controlado invernadero durante los meses.

### **Relación promedio de Temperatura del Invernadero y Agua.**

El gráfico N°9 nos indica que en la fase experimental del cultivo del Paiche (*Arapaima gigas*) el promedio de la temperatura en el ambiente del invernadero fue de  $32,62^{\circ}\text{C}$ , incrementando la temperatura del medio del cultivo a  $29,86^{\circ}\text{C}$ , indicándonos que el invernadero es de suma importancia para la crianza del Paiche ya que mantiene o aumenta la temperatura del agua para la adaptación y cultivo del Paiche, teniendo una relación directa el agua con el invernadero.



Gráfica N°9. Temperatura Promedio del Invernadero 2017 - 2018.

### Correlación entre el peso (g) y la talla (cm) del Paiche

$H_0: r = 0$

$H_1: r \neq 0$

Valor de correlación de Pearson  $r = .926$  (relación positiva muy fuerte) nivel de significancia  $p = .000 < .05$ .

Decisión: No hay evidencia suficiente para aceptar la Hipótesis nula.

La "Tabla N°1" muestra la correlación que existe entre el Peso del Paiche y la talla.

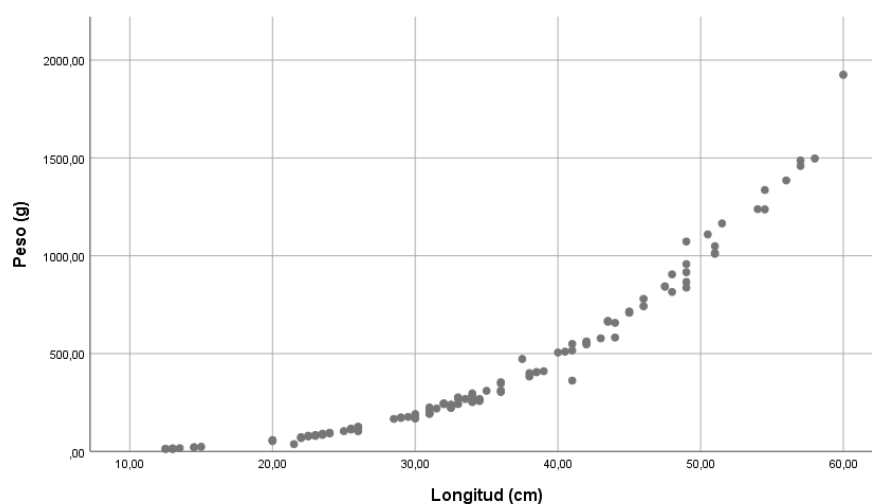
El coeficiente de correlación de Pearson entre el peso del Paiche y la talla, posee un puntaje de .926, el cual nos indica que posee una relación positiva muy fuerte.

Conclusión: Al 95% de confianza podemos asegurar que a medida que aumenta la talla aumenta también el peso en el cultivo del paiche (*Arapaima Gigas*).

**Tabla N°1.** Coeficiente de correlación de Pearson entre el peso (g) del Paiche y la talla (cm).

		Longitud	Peso
Longitud	Correlación de Pearson	1	,926**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	120	120
Peso	Correlación de Pearson	,926**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	120	120

Como se observa en el diagrama de dispersión ambas variables presentan una correlación positiva muy fuerte; es decir, a medida que el Paiche adquiere más talla también aumenta peso.

**Grafica N°10.** Diagrama de dispersión entre la talla (cm) y el peso (g) del Paiche.

#### 4.2. Contratación de hipótesis

##### Hipótesis general

Hipótesis Nula ( $H_0$ ): El ambiente controlado no influye en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho.

Hipótesis Alterna ( $H_1$ ): El ambiente controlado si influye en el cultivo del paiche (Arapaima gigas) del laboratorio costero Imarpe – Huacho.

Decisión: No hay evidencia suficiente para aceptar la hipótesis nula.

Conclusión: Al 95% de confianza podemos asegurar que en el ambiente controlado la Temperatura sí influye en el cultivo del Paiche (Arapaima gigas) del laboratorio costero Imarpe – Huacho. Estando relacionado la temperatura directamente con el ambiente ya que el invernadero concentra temperatura manteniendo dentro de los teneros aceptables para el cultivo y adaptación de los especímenes.

### **Hipótesis específicas**

#### **Específica 1**

Hipótesis Nula ( $H_0$ ): Los parámetros fisicoquímicos no influyen en el cultivo del Paiche (Arapaima gigas) del laboratorio costero Imarpe – Huacho.

Hipótesis Alterna ( $H_1$ ): Los parámetros fisicoquímicos si influyen en el cultivo del Paiche (Arapaima gigas) del laboratorio costero Imarpe – Huacho.

Decisión: No hay evidencia suficiente para aceptar la hipótesis nula.

En la Tabla N°2, Tabla N°4, Tabla N°5 y Tabla N°6 observamos una correlación en el crecimiento (cm) del Paiche con amoníaco (mg/l), con correlación de Pearson de .410, pH, con correlación de Pearson de .248 el oxígeno (mg/l) con correlación de Pearson de .411 no podemos

decir que los parámetros de amoníaco, Ph ayudaron a su desarrollo del *Arapaima Gigas*, sino que estos parámetros no son determinantes en su desarrollo del Paiche por ello que vemos un crecimiento notable dentro de la investigación.

Resaltando el parámetro Temperatura influye y depende su crecimiento del *Arapaima Gigas*, al verse tenores inferiores de temperatura esta especie deja de consumir alimento y viceversa cuando los tenores están dentro lo permisible y superiores.

Conclusión: Al 95% de confianza podemos asegurar que la temperatura si influyen en el cultivo del Paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho y los otros no afectan en su desarrollo del espécimen estudiado.

#### **Correlación entre el crecimiento (cm) y la temperatura (°C).**

$H_0: r = 0$

$H_1: r \neq 0$

Valor de correlación de Pearson  $r = .175$  (muy baja correlación) nivel de significancia  $p = .102 > .05$ .

Decisión: No hay evidencia suficiente para rechazar la Hipótesis nula.

En la “Tabla N°2” se muestra la correlación que existe entre el crecimiento (cm) del Paiche y la temperatura (°C). El coeficiente de correlación de Pearson entre el crecimiento (cm) del Paiche y la temperatura (°C), posee un puntaje de ,175.

Conclusión: Al 95% de confianza podemos asegurar que en el distrito de caleta Carquin a medida que aumenta la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) de manera paulatina aumentara el crecimiento del cultivo del paiche (*Arapaima Gigas*).

**Tabla N°2.** Coeficiente de correlación de Pearson entre el crecimiento (cm) del Paiche y la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ).

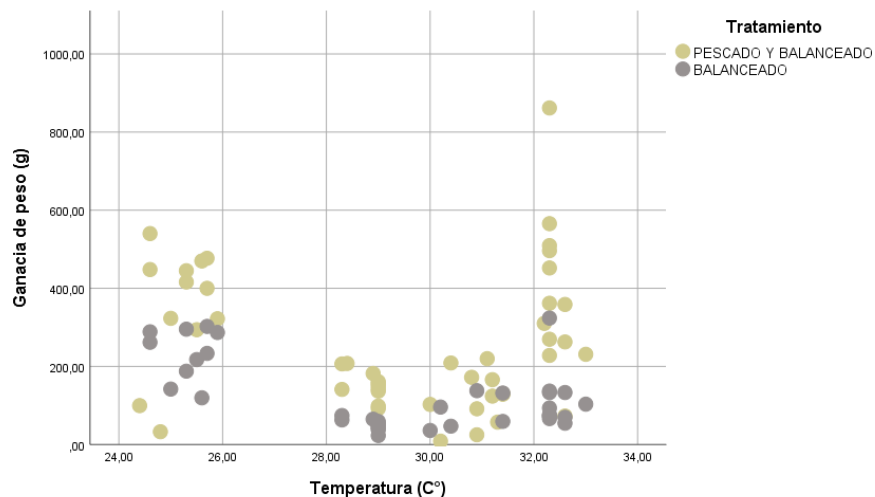
		Crecimiento	Temperatura
Crecimiento	Correlación de Pearson	1	,175
	Sig. (bilateral)		,102
	N	88	88
Temperatura	Correlación de Pearson	,175	1
	Sig. (bilateral)	,102	
	N	88	88

Se observa en el diagrama de dispersión el Paiche (*Arapaima Gigas*) adquiere un mayor crecimiento (cm) cuando la temperatura se encuentra en el intervalo de  $30^{\circ}\text{C}$  y  $33^{\circ}\text{C}$ , y además en la Tabla N°3 observamos que el crecimiento promedio es de 6,55cm, el crecimiento mínimo es de 0,5cm y el crecimiento máximo es de 15,5cm en dicho intervalo.

**Tabla N°3.** Estadísticos del crecimiento (cm) del Paiche con una temperatura entre  $30^{\circ}\text{C}$  y  $33^{\circ}\text{C}$ .

Crecimiento (cm)		
N	Válido	44
	Perdidos	0
Media		6.55
Mínimo		0.50
Máximo		15.50





**Grafica N°11.** Diagrama de dispersión entre el crecimiento (cm) del Paiche y la temperatura.

### Correlación entre el crecimiento (cm) y el amoniaco (mg/l).

$H_0: r = 0$

$H_1: r \neq 0$

Valor de correlación de Pearson  $r = -.046$  (muy baja correlación negativa) nivel de significancia  $p = .670 > .05$ .

Decisión: No hay evidencia suficiente para rechazar la Hipótesis nula.

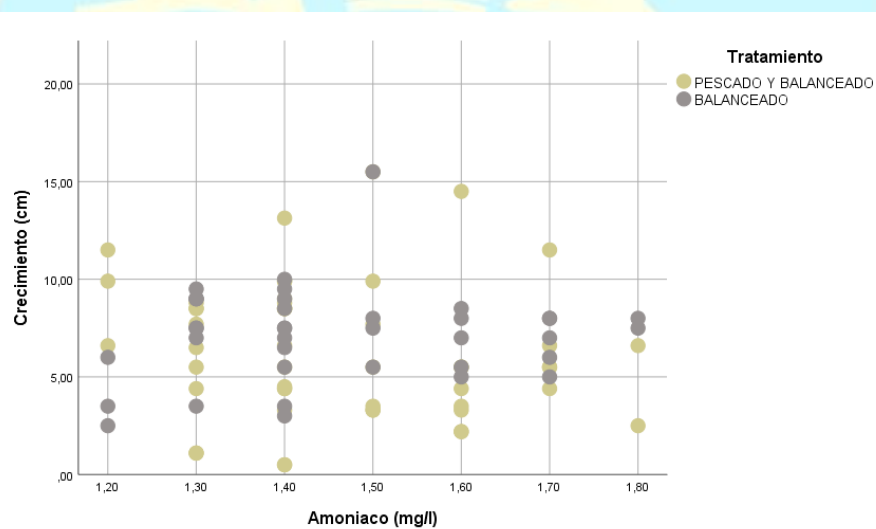
La "Tabla N°4" muestra que el amoniaco no afecta en el crecimiento del Arapaima Gigas, porque son inflexibles a dicho parámetro.

Conclusión: Al 95% de confianza podemos asegurar que el amoniaco (mg/l) no es determinante en el crecimiento (cm) del cultivo del Paiche (Arapaima Gigas).

**Tabla N°4.** Coeficiente de correlación de Pearson entre el crecimiento (cm) del Paiche y el amoniac (mg/l).

		Crecimiento	Amoniac
Crecimiento	Correlación de Pearson	1	,046
	Sig. (bilateral)		,670
	N	88	88
Amoniac	Correlación de Pearson	,046	1
	Sig. (bilateral)	,670	
	N	88	88

Como se observa en el diagrama de dispersión el amoniac (mg/l) no tiene una correlación marcada con el crecimiento (cm) del Paiche debido a que no afecta en su crecimiento pudiendo cultivarse y adaptarse en Carquin.



**Grafica N°11.** Diagrama de dispersión entre el crecimiento (cm) del Paiche y el amoniac (mg/l).

### Correlación entre el crecimiento (cm) y el pH.

$$H_0: r = 0$$

$$H_1: r \neq 0$$

Valor de correlación de Pearson  $r = -.063$  (muy baja correlación negativa) nivel de significancia  $p = .560 > .05$ .

Decisión: No hay evidencia suficiente para rechazar la Hipótesis nula.

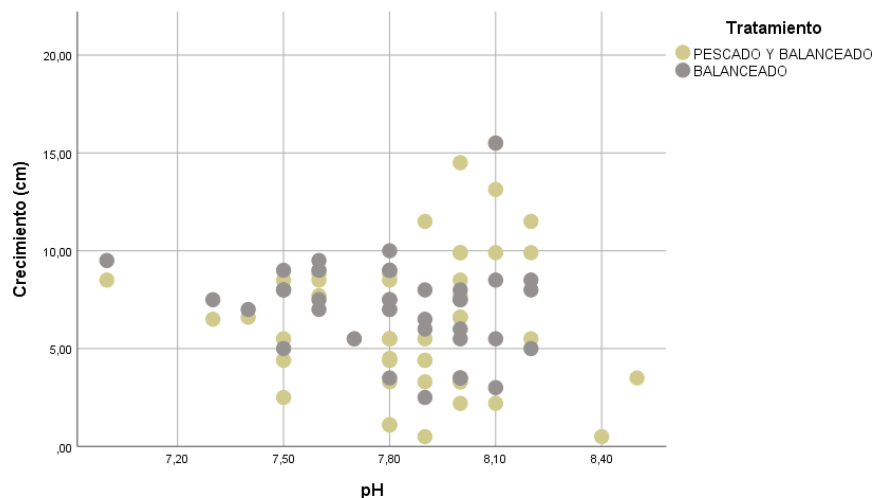
En la "Tabla N°5" El coeficiente de correlación de Pearson entre el crecimiento (cm) del Paiche y el pH, posee un puntaje de  $-.063$ , lo cual nos indica que existe una muy baja correlación negativa, siendo el Paiche inflexible a este parámetro.

Conclusión: Al 95% de confianza podemos asegurar que el pH no es determinante en el crecimiento (cm) del cultivo del Paiche (Arapaima Gigas).

**Tabla N°5.** Coeficiente de correlación de Pearson entre el crecimiento (cm) del Paiche y el pH.

		Crecimiento	pH
Crecimiento	Correlación de Pearson	1	-,063
	Sig. (bilateral)		,560
	N	88	88
pH	Correlación de Pearson	-,063	1
	Sig. (bilateral)	,560	
	N	88	88

Como se observa en el diagrama de dispersión el pH no tiene una correlación marcada con el crecimiento (cm) del Paiche.



**Grafica N°12.** Diagrama de dispersión entre el crecimiento (cm) del Paiche y pH.

**Correlación entre el crecimiento (cm) y el oxígeno (mg/l).**

$$H_0: r = 0$$

$$H_1: r \neq 0$$

Valor de correlación de Pearson  $r = .411$  (buena correlación) nivel de significancia  $p = .000 < .05$ .

Decisión: No hay evidencia suficiente para aceptar la Hipótesis nula.

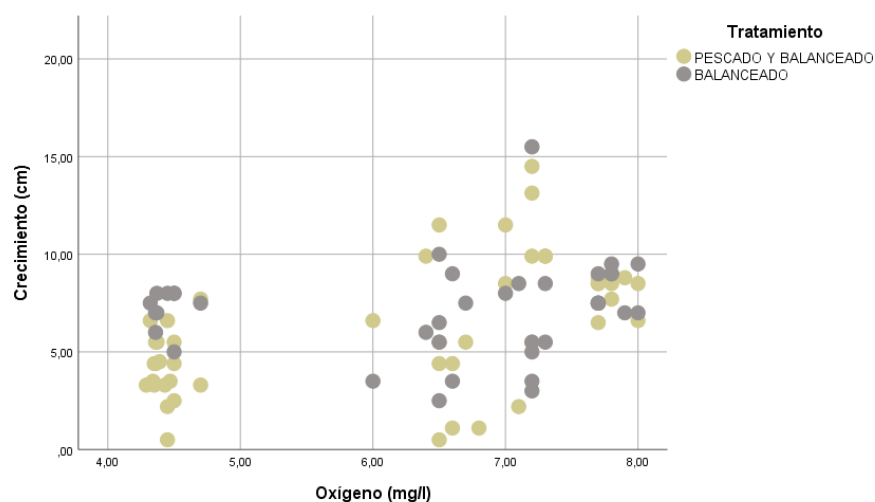
La "Tabla N°6" El coeficiente de correlación de Pearson entre el crecimiento (cm) del Paiche y el oxígeno (mg/l), posee un puntaje de .411, lo cual nos indica que posee una buena correlación.

Conclusión: Al 95% de confianza podemos asegurar que a medida que aumenta el oxígeno (mg/l) aumenta el crecimiento (cm) en el cultivo del paiche (Arapaima Gigas).

**Tabla N°6.** Coeficiente de correlación de Pearson entre el crecimiento (cm) del Paiche y el oxígeno (mg/l).

		Crecimiento	Oxígeno
Crecimiento	Correlación de Pearson	1	,411
	Sig. (bilateral)		,000
	N	88	88
Oxígeno	Correlación de Pearson	,411	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	88	88

se observa en el diagrama de dispersión un alto porcentaje del oxígeno (mg/l) de la misma manera se observa un buen crecimiento (cm) del Paiche, al tener las condiciones adecuadas para su desarrollo como el oxígeno disuelto estos especímenes se desarrollan uniformemente al contar en su medio de cultivo los parámetros con teneros óptimos.



**Grafica N°13.** Diagrama de dispersión entre el crecimiento (cm) del Paiche y Oxígeno (mg/l)

### Correlación entre la ganancia de peso (g) y la temperatura (°C).

$$H_0: r = 0$$

$$H_1: r \neq 0$$

Valor de correlación de Pearson  $r = ,826$  nivel de significancia  $p = ,826 > ,05$ .

Decisión: No hay evidencia suficiente para rechazar la Hipótesis nula.

En la "Tabla N° 7" se observa el coeficiente de correlación de Pearson entre la ganancia de peso (g) y la temperatura (°C), poseyendo un puntaje de .826, lo cual nos indica que posee una correlación positiva.

Conclusión: Al 95% de confianza podemos asegurar que en el distrito caleta de Carquin la temperatura (°C) tiene una correlación positiva con la ganancia de peso (g) del cultivo del paiche (Arapaima Gigas).

**Tabla N°7.** Coeficiente de correlación de Pearson entre la ganancia de peso (g) del Paiche y la temperatura (°C).

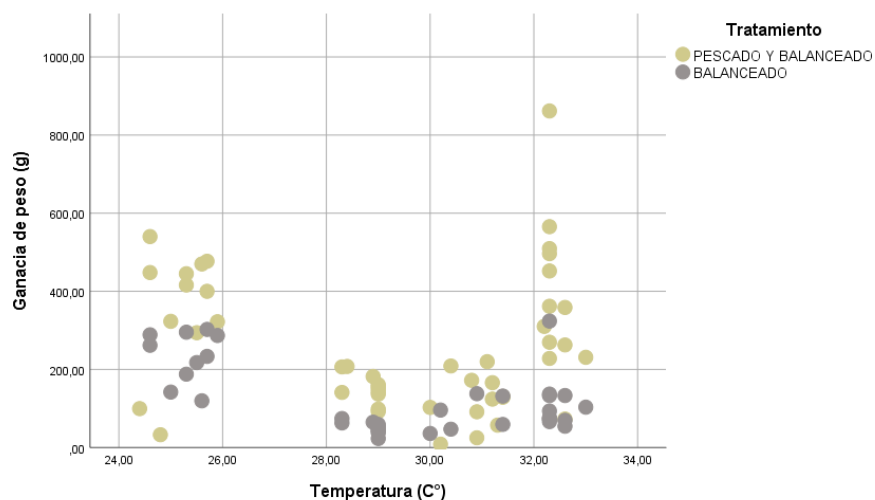
		Ganancia peso	Temperatura
Ganancia peso	Correlación de Pearson	1	,826**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	115	115
Temperatura	Correlación de Pearson	,826**	1
	Sig. (bilateral)	,115	
	N	115	115

Como se observa en el diagrama de dispersión el Paiche (Arapaima Gigas) adquiere una mayor ganancia de peso (g) cuando la temperatura se encuentra en el intervalo de 24°C a 26°C, y además

en la Tabla N°8 observamos que la ganancia de peso promedio es de 300,12g y mínimo es de 32,8g y el máximo es de 540g en dicho intervalo

**Tabla N°8.** Estadísticos de la ganancia de peso (g) del Paiche con una temperatura entre 24C° y 26C°.

Ganancia de peso (g)		
N	Válido	22
	Perdidos	0
Media		300.12
Mínimo		32.80
Máximo		540.00



**Gráfica N°14.** Diagrama de dispersión entre la ganancia de peso (g) del Paiche y la temperatura (°C).

**Correlación entre la ganancia de peso (g) y el amoníaco (mg/l).**

$$H_0: r = 0$$

$$H_1: r \neq 0$$

Valor de correlación de Pearson  $r = .410$  (buena correlación) nivel de significancia  $p = .000 < .05$ .

Decisión: No hay evidencia suficiente para aceptar la Hipótesis nula.

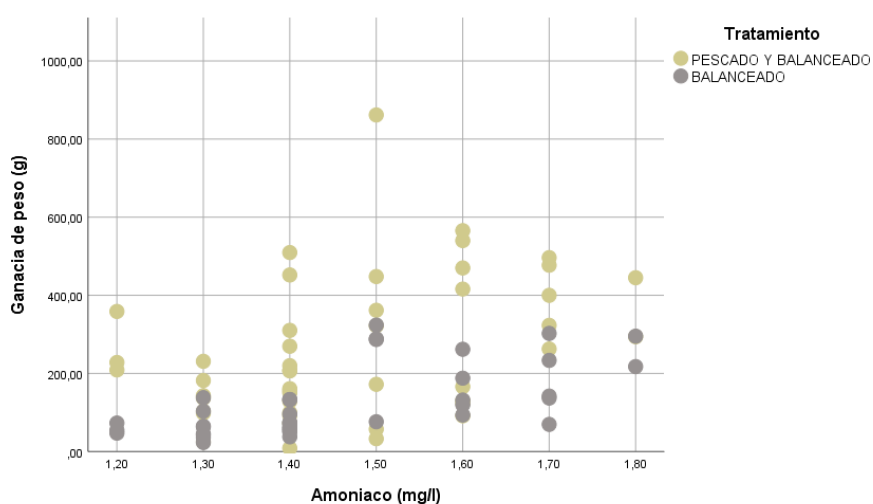
La “Tabla N° 9” muestra el coeficiente de correlación de Pearson entre la ganancia de peso (g) y el amoníaco (mg/l), el cual posee un puntaje de .410, donde indica que existe una buena correlación sin interferencia para su cultivo y adaptación en la zona Carquin.

Conclusión: Al 95% de confianza podemos decir que al aumentar el amoníaco no afecta en el crecimiento del paiche ya que estas especies son tolerantes al parámetro.

**Tabla N°9.** Coeficiente correlación de Pearson entre la ganancia de peso (g) del Paiche y el amoníaco (mg/l).

		Ganancia peso	Amoniaco
Ganancia peso	Correlación de Pearson	1	,410
	Sig. (bilateral)		,000
	N	86	86
Amoniaco	Correlación de Pearson	,410	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	86	86

Como se observa en el diagrama de dispersión el amoníaco (mg/l) no afecta en su cultivo y adaptación de los paiches y se desarrollan con normalidad.



**Grafica N°15.** Diagrama de dispersión entre la ganancia de peso (g) del Paiche y el amoníaco (mg/l).



### Correlación entre la ganancia de peso (g) y el pH.

$$H_0: r = 0$$

$$H_1: r \neq 0$$

Valor de correlación de Pearson  $r = .248$  (moderada correlación) nivel de significancia  $p = .021 < .05$ .

Decisión: No hay evidencia suficiente para aceptar la Hipótesis nula.

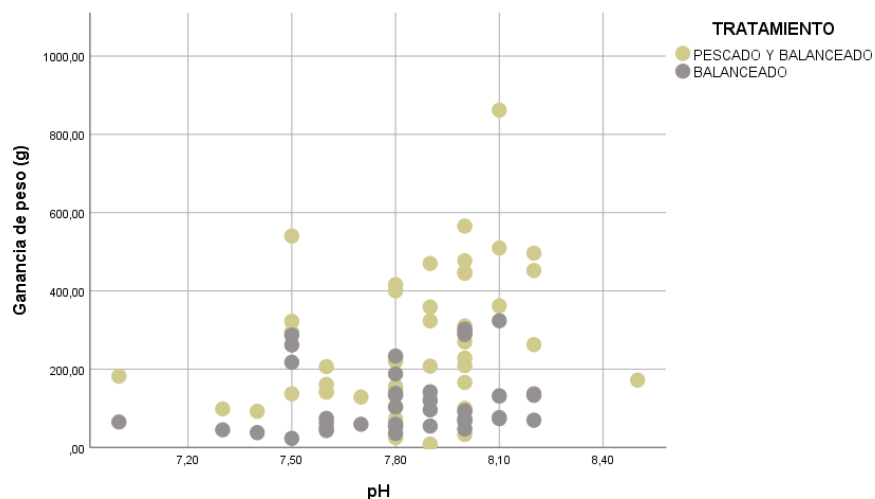
En la “Tabla N°10” se muestra la correlación que existe entre la ganancia de peso (g) y el pH. El coeficiente de correlación de Pearson entre la ganancia de peso (g) y el pH, posee un puntaje de .248, lo cual nos indica que existe una moderada correlación.

Conclusión: Al 95% de confianza podemos asegurar a medida que aumenta el pH asciende también la ganancia de peso (g) del (*Arapaima Gigas*). No es que el pH influye en su crecimiento del *Arapaima Gigas*, sino que esta especie no es afectada por el pH., por ello se ve un desarrollo óptimo.

**Tabla N°10.** Coeficiente de correlación de Pearson entre la ganancia de peso (g) del Paiche y el pH.

		Ganancia peso	pH
Ganancia peso	Correlación de Pearson	1	,248
	Sig. (bilateral)		,021
	N	86	86
pH	Correlación de Pearson	,248	1
	Sig. (bilateral)	,021	
	N	86	86

Como se observa en el diagrama de dispersión a medida que aumenta el pH asciende también la ganancia de peso (g) del (Arapaima Gigas).



**Grafica N°16.** Diagrama de dispersión entre la ganancia de peso (g) del Paiche y el pH.

**Correlación entre la ganancia de peso (g) y el oxígeno (mg/l).**

$$H_0: r = 0$$

$$H_1: r \neq 0$$

Valor de correlación de Pearson  $r = -.290$  (moderada correlación negativa) nivel de significancia  $p = .007 < .05$ .

Decisión: No hay evidencia suficiente para aceptar la Hipótesis nula.

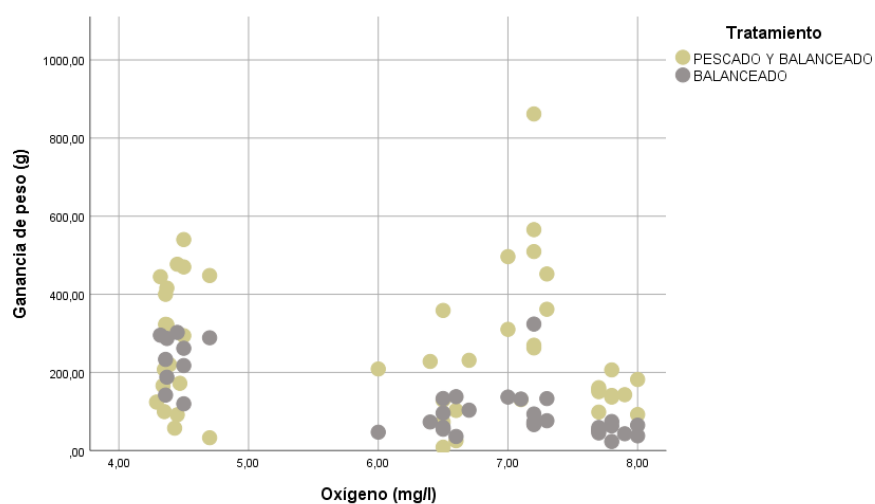
La "Tabla N°11" muestra la relación que existe entre la ganancia de peso (g) y el oxígeno (mg/l). El coeficiente de correlación de Pearson entre la ganancia de peso (g) y el oxígeno (mg/l), posee un puntaje de  $-.290$ , lo cual nos indica que posee una moderada correlación negativa.

Conclusión: Al 95% de confianza podemos asegurar que la disminución del oxígeno (mg/l) tampoco afecta en el incremento de peso (g) en cultivo del paiche (Arapaima Gigas). Debido a que la especie desarrolla su vejiga natatoria muy grande y vascularizada, por lo que tiene una función similar a un pulmón humano por ello respira aire atmosférico.

**Tabla N°11.** Coeficiente de correlación de Pearson entre la ganancia de peso (g) del Paiche y el oxígeno (mg/l).

		Ganancia peso	Oxígeno
Ganancia peso	Correlación de Pearson	1	-,290
	Sig. (bilateral)		,07
	N	86	86
Oxígeno	Correlación de Pearson	-,290	1
	Sig. (bilateral)	,07	
	N	86	86

Observamos en el diagrama de dispersión que la disminución del oxígeno (mg/l) no afecta en la ganancia de peso (g) del cultivo del Paiche (Arapaima Gigas). Teniendo incremento de peso sin inconveniente, porque los especímenes al no contar con oxígeno disuelto respiran aire atmosférico y no interfiriendo en la ganancia de peso.



**Grafica N°17.** Diagrama de dispersión entre la ganancia de peso (g) del Paiche y el oxígeno (mg/l).

## Específica 2

Hipótesis Nula ( $H_0$ ): La alimentación no influye en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho.

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): La alimentación sí influye en el cultivo del paiche (*Arapaima gigas*) del laboratorio costero Imarpe – Huacho.

Decisión: No hay evidencia suficiente para aceptar la hipótesis nula.

Conclusión: Al 95% de confianza podemos asegurar que si existe diferencia significativa entre los dos tratamientos de alimentación en el cultivo del paiche (*Arapaima Gigas*). La mezcla del pescado con alimento balanceado nos da un mejor resultado en el cultivo.

### Prueba de normalidad para la longitud (cm)

$H_0$ : distribución normal

$H_1$ : no es una distribución normal

**Tabla N°12.** Prueba de normalidad kolmogorov – smirnov para la Longitud (cm).

		LONGITUD
N		120
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	342,708
	Desv. Desviación	1,173,318
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,076
	Positivo	,076
	Negativo	-,054
Estadístico de prueba		,076
Sig. asintótica(bilateral)		,089 <sup>c</sup>

Nivel de significancia  $p=.089 >.05$ .

Decisión: No hay evidencia suficiente para rechazar la Hipótesis nula.

La “Tabla N°12” muestra prueba de normalidad de longitud (cm), cuyo nivel de significancia  $p=.089 > .05$ , lo cual nos indica que posee una distribución normal.

Conclusión: Al 95% de confianza podemos asegurar que la longitud (cm) del cultivo del paiche (Arapaima Gigas) posee una distribución normal.

### Prueba t para muestras independientes

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

En la Tabla N°13 observamos que la longitud (cm) tiene un promedio de 40,33cm con el tratamiento de pescado y balanceado, y con el tratamiento de balanceado posee un promedio de 28,21 (cm), dando como resultado que el tratamiento 1 es más eficaz para el cultivo y adaptación del Paiche.

**Tabla N°13. Estadísticas**

Tratamiento	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
Longitud	Pescado y balanceado	60	40.3333	10.95935	1.41485
	Balanceado	60	28.2083	9.09987	1.17479

**Tabla N°14.** Prueba t de muestras independientes.

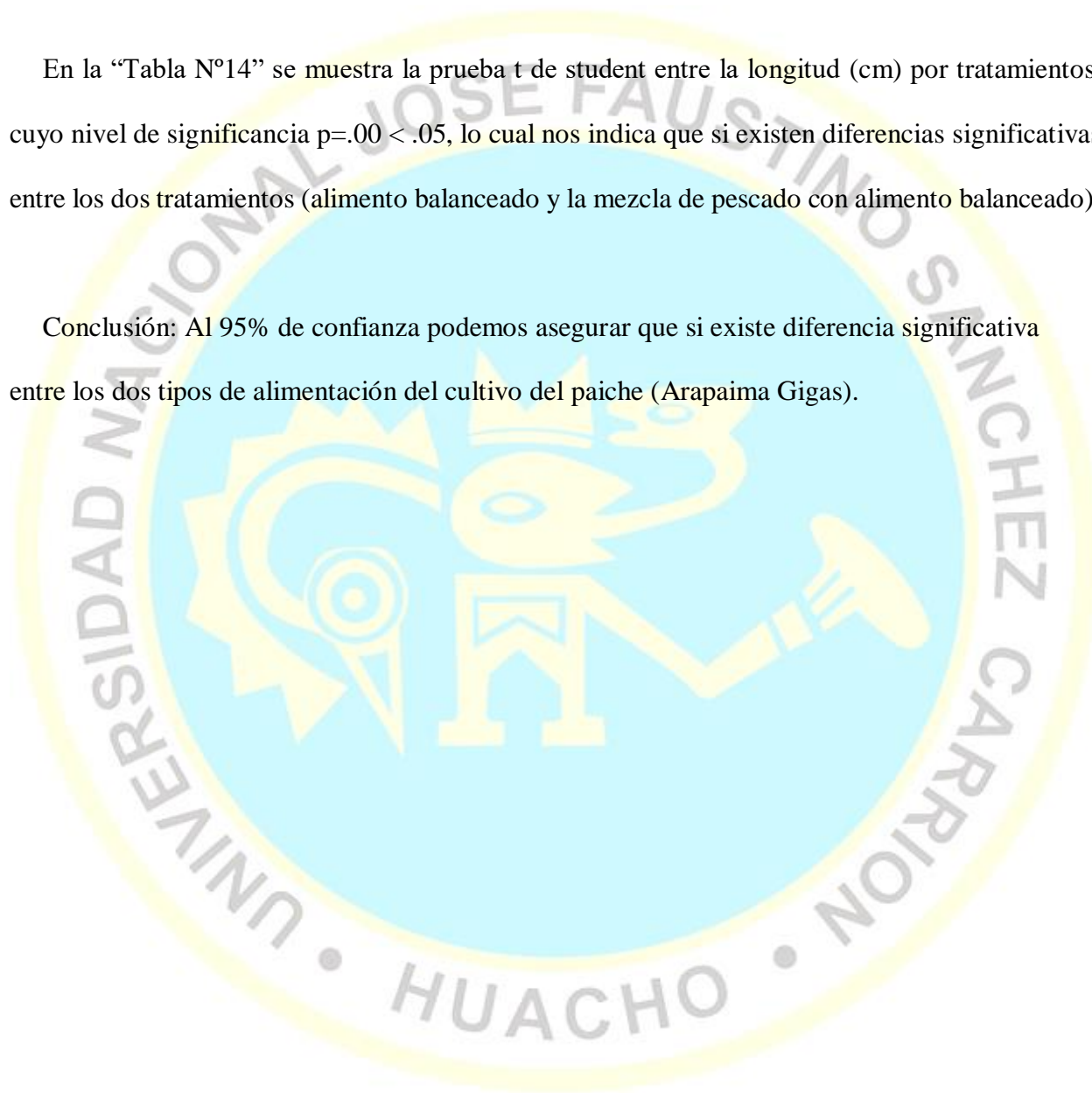
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior	
Longitud	Se asumen varianzas iguales	4.64	0.033	6.593	118	0	12.125	1.839	8.48328	15.76672
	No se asumen varianzas iguales			6.593	114.143	0	12.125	1.839	8.48201	15.76799

Nivel de significancia  $p = .00 < .05$ .

Decisión: No hay evidencia suficiente para aceptar la Hipótesis nula.

En la “Tabla N°14” se muestra la prueba t de student entre la longitud (cm) por tratamientos, cuyo nivel de significancia  $p = .00 < .05$ , lo cual nos indica que si existen diferencias significativas entre los dos tratamientos (alimento balanceado y la mezcla de pescado con alimento balanceado).

Conclusión: Al 95% de confianza podemos asegurar que si existe diferencia significativa entre los dos tipos de alimentación del cultivo del paiche (*Arapaima Gigas*).



## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1. Discusión de resultados

**Palmira Padilla Pérez<sup>1</sup>, et al. (2005).** ‘En este experimento el objetivo principal fue evaluar el efecto de tasas de alimentación en la biomasa, en el rendimiento de alevinos de paiche, *Arapaima gigas*, alimentados con una dieta artificial peletizada con 50% de proteína bruta. Iniciando con una longitud promedio de 25.80cm respectivamente. El experimento tuvo una duración de seis meses durante los cuales los peces fueron alimentados tres veces al día. Llegando al final del experimento alcanzando longitudes promedio de: 61.10cm, respectivamente. Ganando 35.3 Cm durante todo el experimento.

En la fase experimental del cultivo del Paiche (*Arapaima gigas*) al evaluar el efecto de tasas de alimentación en los alevinos, alimentados con una dieta artificial de 50 % de proteína iniciando con una talla promedio de 17,4Cm, llegando al final del experimento con promedio de 40,5 Cm. Ganando 23,1 Cm durante todo el experimento. En este caso el resultado se aproxima a lo que dice el autor.

En la fase experimental del cultivo del Paiche (*Arapaima gigas*) al evaluar el efecto de tasas de alimentación en los alevinos, alimentados con una dieta preparada alimento balanceado con anchoveta molida de 50% de proteína iniciando con una talla promedio de 17,4Cm, llegando al final del experimento con promedio de 54,5 Cm. Ganando 37,1 Cm durante todo el experimento. De ello podemos decir que el alimento preparado en Imarpe dio mejor resultado a pesar de haber iniciado con tallas inferiores al del autor.



(Pontes, 1977) y Henderson (1999) El paiche no tiene requerimientos especiales respecto a la calidad del agua, en condiciones naturales vive en lagos eutróficos. Reportan en estudios realizados en la Reserva Mamirauá (Brasil), valores de oxígeno disuelto entre 0.1- 0.15 y 3mg/l; valores diferentes a los registrados en este estudio que variaron en promedios del mes de setiembre 7,79 mg/l. y al final del experimento 4,44 mg/l. coincidiendo con lo mencionado del autor que los Paiches no necesitan altos mg/l. de oxígeno para sobrevivir, no presentando problema crítico para sobrevivir ya que el 80% de oxígeno que capta para respirar proviene del aire atmosférico si no se induce oxígeno.

**HUGO HERNAN FRANCO ROJAS (2005)** La temperatura del agua es un factor muy importante a analizar en los invernaderos de piscicultura ya que influye indirectamente en la respiración, al condicionar la concentración de oxígeno disuelto en el agua y el ritmo respiratorio de los peces. La temperatura del agua se tomó con un termómetro.

En caso del experimento realizado en el laboratorio costero Imarpe – Huacho la temperatura es muy importante para toda especie en especial para el *Arapaima Gigas* debido que a menor temperatura de  $21 \pm 0.8$  °C se estresan por consecuencia tienen inapetencia dejando por completo de consumir el alimento, a mayor temperatura tienen mayor apetito.

(Alcántara et al., 2005) vive en ambientes acuáticos con una temperatura del agua de 24 a 31°C. Así mismo podemos decir que el cultivo del Paiche *Arapaima Gigas* realizado en el laboratorio costero Imarpe – Huacho la temperatura mínima para vivir no es de 24 °C porque se ha podido observar en el invernadero una temperatura de 24 °C, manteniendo la temperatura del

agua a  $22 \pm 0.5$  °C, refutando al autor que el mínimo para vivir el Paiche no es 24 sino mayor de  $21 \pm 0.8$  °C.

**Pérez, (2002)** menciona que es posible el aprovechamiento de las excretas como fertilizante para el aumento de las poblaciones de peces forrajeros, *Oreochromis nilotica* “tilapia”, *Cichlassoma bimaculatum* “bujurqui”, que luego servirán de alimento al paiche, siendo más ventajoso criar en el mismo estanque al pez forrajero y al paiche, algunos autores afirman que esta especie se alimenta también de presas muertas.

Por otro lado, se ha podido comprobar en el laboratorio Imarpe – Huacho que la alimentación en el cultivo de paiche no solamente se basa en el alimento natural y/o peces de forraje sino también con alimento extruido, el cual con las nuevas investigaciones y avance de la ciencia y tecnología los usos de los probióticos ayudan en su metabolismo de los peces para mejorar la nutrición y sistema inmunitario.

**Navarrete (2009)** Los niveles óptimos de pH para la crianza de paiche están comprendidos entre 6.5 y 9, niveles mayores o menores son inadecuados para la crianza. Los datos de la investigación estuvieron dentro del rango establecido obteniendo entre el más bajo 7,52 y el más alto 8,1, así mismo como los presentados por Zavaleta (2012) que tuvo un rango entre 6,4 y 8,3; además la gran concentración de amonio y nitratos lo que convierte a esta especie en una mejor opción de crianza en altas densidades en agua dulce Sanguino et al. (2007).

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

Se determinó que la temperatura del invernadero ha tenido como promedio 29,86°C a 32,62°C manteniendo temperatura del agua en promedios de 28,85 °C y al finalizar en 25,32 °C influyendo el cultivo experimental del Paiche en laboratorio costero Imarpe – Huacho, siendo óptimos para su crecimiento e inferiores a  $21 \pm 0,8$  °C estos individuos se estresan y dejan de consumir alimento y por consecuencia muere.

El invernadero que se ha construido a influenciado en su retención o incremento de la temperatura del ambiente teniendo como promedio 29,86°C a 32,62°C siendo temperaturas óptimas para su crecimiento y adaptación del Paiche, aun en el invierno.

A los valores de pH con promedio de 7,68 a 7,79, son bastante tolerable para su crecimiento del paiche ya que por ello la ganancia de talla y peso no se vieron afectados.

Al inicio de la investigación se pudo observar promedios de oxígeno disuelto de 7.79mg/l y al final 4.44mg/l, al disminuir o aumentar no afecta en su ganancia o pérdida de peso y longitud del Paiche, porque respiran aire atmosférico.

Se observó que el amoníaco (mg/l), estuvo en promedios de 1.28mg/l a 1.65mg/l y al 95% de confianza se asegura que no es determinante para su crecimiento (cm) del Arapaima Gigas siendo estas especies resistentes al parámetro.

## 6.2. Recomendaciones

Desarrollar los requerimientos nutricionales de esta especie. No se han determinado cuantos quilos de pez forraje se necesita para producir un Kg de paiche.

El parámetro físico químico con excepción de la temperatura no afecta en su crecimiento, por lo tanto, se recomienda la construcción de un invernadero para el tiempo de invierno como también para su inicio de cultivo y adaptación del Paiche.

Seguir desarrollando la tesis ampliando otros temas para poder observar como factor importante la producción de alimento, la determinación de la densidad óptima en la Fase de crianza de paiche, esto con lleva a la obtención de ganancias de peso y talla, por ende, optimizar el crecimiento de los peces.

Ampliar la investigación de adaptación y cultivo del Paiche en la costa central, donde aún no hay registros de toma de datos, para su cultivo extensivo e intensivo.

Realizar charlas y capacitaciones hacia las asociaciones de pescaderos, empresas privadas y públicas sobre la adaptación y cultivo del Paiche (*Arapaima Gigas*) en invernadero, teniendo ésta especie buena resistencia a diferentes parámetros químicos – biológicos, exquisitez carne y buena ganancia.

## REFERENCIAS

**7.2. Fuentes bibliográficas**

- Alcantara Bocanegra, F. (2006). *El gigante del Amazonas*. Iquitos: Comité Editorial del IIAP.
- Alcántara, F. (2006). *Paiche el gigante del amazonas*. Amazonas: Editorial IIAP.
- Alcántara, F., Padilla, P., Ismiña, R., & Rodríguez, L. (2005). *Cultivo de paiche, Arapaima gigas en*. Loreto: Editorial IIAP.
- Arévalo, J. (2014). *Efecto de tres tasas de alimentación en el crecimiento de juveniles de paiche arapaima gigas cultivados en corrales*. Iquitos: Editorial UNAP.
- Campos, L. (2011). *Historia biológica del paiche o pirarucu Arapaima gigas (Cuvier) y Bases para su Cultivo en la Amazonía Iquitos - Peru*. Iquitos: Editorial IIAP.
- Carazo, V. (1999). *Manual de piscicultura del paiche*. Caracas: Editorial IIAP.
- Castillo, L., & Stewart, D. (2010). *Assesing CITES non-detriment finding procedures for Arapaima in Brazil*. Amazonas: Editorial Berlin.
- Cavero, B. (2003). *Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de Pirarucú em ambiente confinado*. Amazonia: Editorial INPA.
- Chu Koo, F. (2005). *ASPECTOS DE SU BIOLOGIA DEL PAICHE*. Pucallpa: IIAP. Chu, F. (2006). *Domesticación y crianza en cautiverio del arapaima gigas: manejo, aspectos reproductivos y nutricionales*. Amazonas: Editorial IIAP.
- Chu, F. (2007). *Análisis económico de la crianza del paiche o pirarucu (Arapaima gigas) en jaulas flotantes en un lago amazónico peruano*. Infopesca Internacional. Amazonas: Editorial IIAP.
- Chu, F. (2009). *Cultivo de paiche doméstico: perspectivas económicas*. *Revista Pesca Responsable*. Amazonas: Editorial IIAP.

Chu, F. (2009). *Producción de semilla de paiche en Perú*. Loreto: Editorial IIAP.

CITES. (1983). *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres*. Lima.

DeConceptos.com. (s.f.). *Concepto de cultivo*. Obtenido de DeConceptos.com:

<https://deconceptos.com/ciencias-sociales/cultivo>

Del Castillo, D., & Guerra, H. (2002). *Manual para la producción y manejo de alevinos de paiche*. Instituto de Investigaciones de la amazonía peruana. Amazonas: Editorial IIAP.

DIRECCION REGIONAL DE LA PRODUCCION DE LORETO. (2012). *Avances en el cultivo de Paiche en la region Loreto*. Loreto: DIRECCION REGIONAL DE LA PRODUCCION LORETO.

Fontenele. (1948). *Contribución para el acondicionamiento de la biología de paracurú Arapaima gigas (Cuvier), en cautiverio: (Actinopterygii, Osteoglossidae)*. Rio de Janeiro.

Franco, H. (2005). *Contribución al conocimiento de la reproducción del Pirarucú (Arapaima gigas) en cautiverio*. Amazonas: Editorial UAFC.

Guerra, H. (2002). *Manual de producción y manejo de alevino de Paiche; INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA*. Lima: Editorial IIAP.

Hurtado; Saavedra . (2005). *correlación inversa entre el estado de condición y los niveles de agua*. Colombia.

INNATIA. (s.f.). *Que es un invernadero*. Obtenido de INNATIA: <http://www.innatia.com/s/c-huerta-organica/a-que-es-un-invernadero.html>

Kaor, H. (s.f.). *Diccionario de química analítica*. Obtenido de scribd:

<https://es.scribd.com/doc/179747624/Diccionario-de-Quimica-Analitica>

KO, C., & Chiuo, T. (2006). *Molecular cloning of myostatin gene and characterization of tissue-specific and developmental stage-specific expression of the gene in orange spotted grouper, Epinephelus coioides*. *Marine Biotechnology*.

monografias.com. (s.f.). *Crianza y producción del paiche*. Obtenido de monografias.com:

<https://www.monografias.com/trabajos93/crianza-y-produccion-del-paiche/crianza-y-produccion-del-paiche.shtml>

PRODUCE. (2009). *PLAN NACIONAL DE DESARROLLO ACUICOLA 2009-2018*. LIMA:

PRODUCE.

Rebaza, M. (2002). *PRODUCCIÓN Y MANEJO DE ALEVINOS DE PAICHE*. Iquitos: IIAP.

Rebaza, M. (2005). *Análisis económico del cultivo de Paiche (Arapaima Gigas) a partir de los resultados obtenidos en el lago Impiria Ucayali-perú*. Ucayali .

Rebaza, M., & Alcántara, F. (1999). *Manual de Piscicultura del Paiche*. Instituto de Investigaciones Peruanas. Amazonas: Editorial IIAP.

Sánchez, J. (1973). *El paiche, gigante de la Amazonía*. Ministerio de Pesquería. Informe Técnico N° 8. Lima: Editorial IIAP.

Stewart, D. (1968). *Re-description of Arapaima agassizii (Valenciennes), a rare fish from Brazil (Osteoglossomorpha: Osteoglossidae)*. Amazonía brasileña.

Stewart y Leandro. (2013). *A New Species of Arapaima (Osteoglossomorpha: Osteoglossidae)*. AMAZONIA BRASILEÑA.

Stewart, Donald J. (2013). *A New Species of Arapaima (Osteoglossomorpha: Osteoglossidae) from the Solimões River, Amazonas State, Brazil*. AMAZONIA BRASILEÑA.

Tello, S., & Alcántara, F. (2007). *Análisis económico de la crianza del paiche o pirarucu*. Amazonas: Editorial PEA.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES. (2014). Cultivo de Paiche en la Universidad Nacional de Tumbes. *publicacion By Imagen*.

Universidad nacional de tumbes. (2015). *UNT impulsa grandes Proyectos para Tumbes: Cultivo de paiche es una realidad*. Tumbes: Editorial UNT.





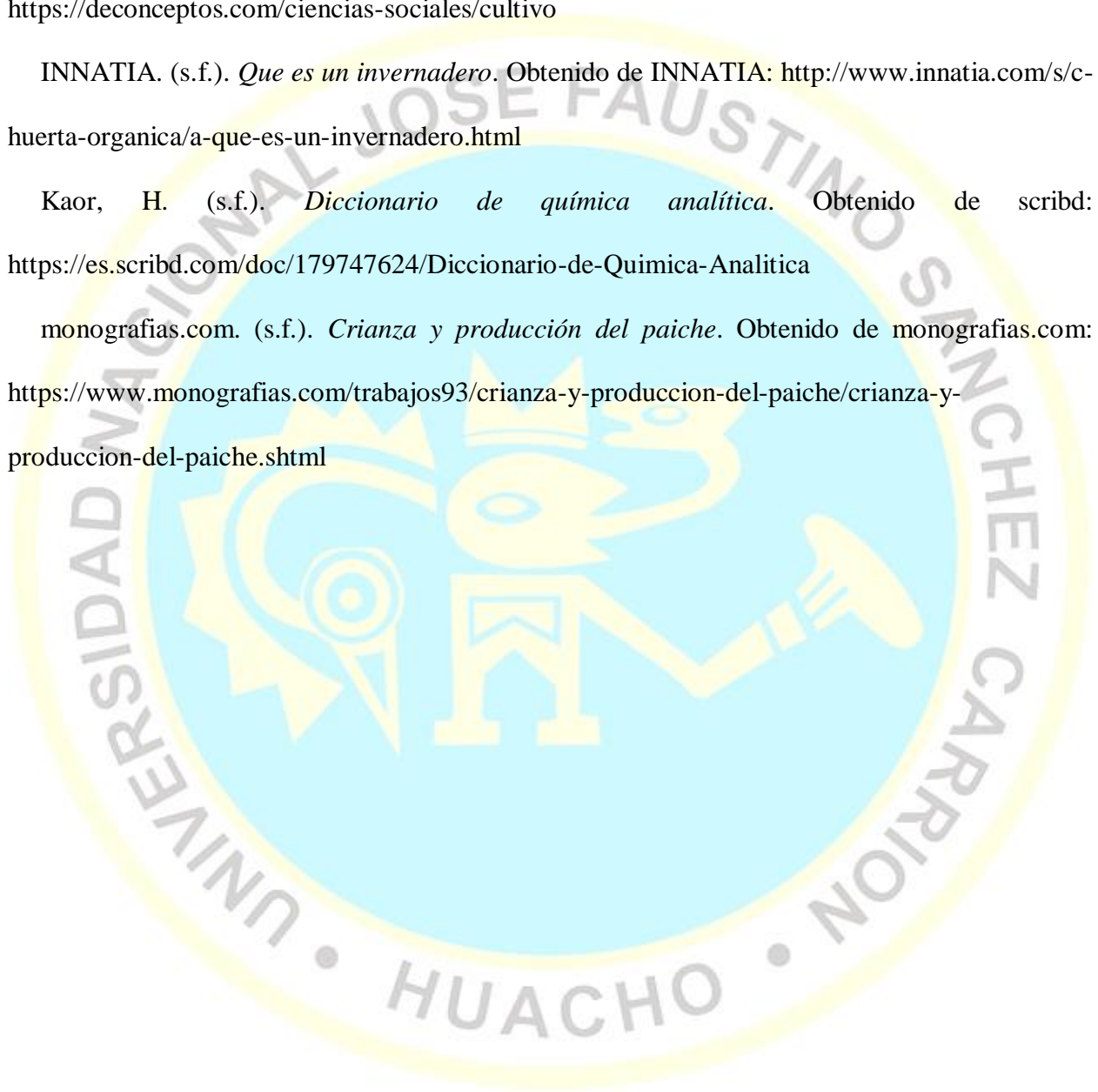
#### 7.4. Fuentes electrónicas

DeConceptos.com. (s.f.). *Concepto de cultivo*. Obtenido de DeConceptos.com:  
<https://deconceptos.com/ciencias-sociales/cultivo>

INNATIA. (s.f.). *Que es un invernadero*. Obtenido de INNATIA: <http://www.innatia.com/s/c-huerta-organica/a-que-es-un-invernadero.html>

Kaor, H. (s.f.). *Diccionario de química analítica*. Obtenido de scribd:  
<https://es.scribd.com/doc/179747624/Diccionario-de-Quimica-Analitica>

monografias.com. (s.f.). *Crianza y producción del paiche*. Obtenido de monografias.com:  
<https://www.monografias.com/trabajos93/crianza-y-produccion-del-paiche/crianza-y-produccion-del-paiche.shtml>



**ANEXOS****Anexo N°01: Construcción del Invernadero, para cultivo de Paiche.**

## Construcción del invernadero

**Anexo N°02: recepción, aclimatación de los alevines de Paiche *Arapaima Gigas* en el laboratorio – Imarpe.**

## Recepción de los alevines de Paiches



Trasladando los alevines de Paiche hacia el estanque para aclimatar



Aclimatando los alevines de Paiche a la temperatura encontrada en el invernadero



**Anexo N°03: echando a los diferentes estanques para iniciar su tratamiento.**

Estanque N° 1



Estanque N° 2



**Anexo N°04: materiales e insumos para preparación del tratamiento.**

Taza



Cuchillo



Balanza

*Engraulis ringens*

Alimento de 200 Um



**Anexo N°05: Preparación del tratamiento.**

Deshuesado de anchoveta



Recojo de la Anchoveta



Pesaje de la Anchoveta





## Pesaje del alimento



## Mezcla de la Anchoveta y alimento 200 Um



Alimento final



**Anexo N°06: Alimento Balanceado**



**Anexo N°07: Toma de Parámetros**

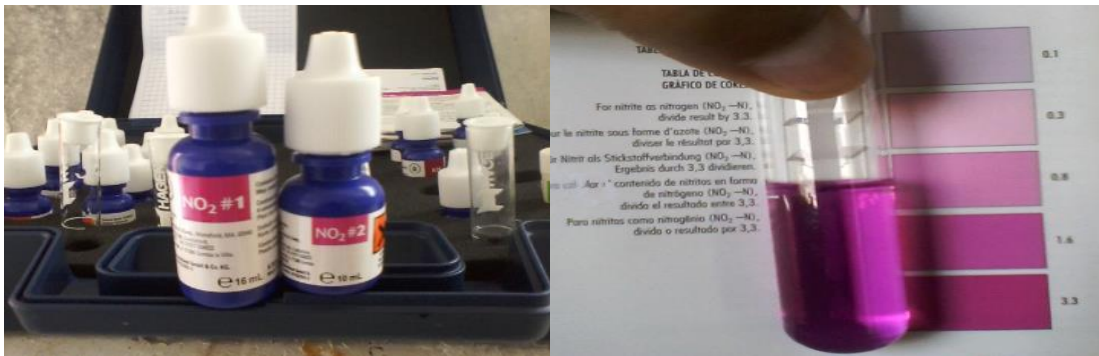
Toma de temperatura antes de cambiar el agua



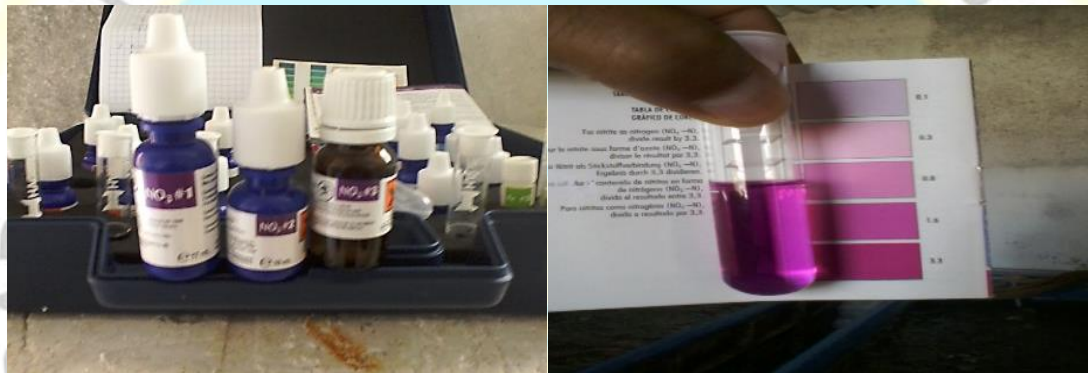
Toma de temperatura después de cambiar el agua



Toma de Nitrito ( $\text{NO}_2$ ): Entre 0,3 a 0,8 mg/L



Toma de Nitrato ( $\text{NO}_3$ ): 1.5-3.3 mg/L



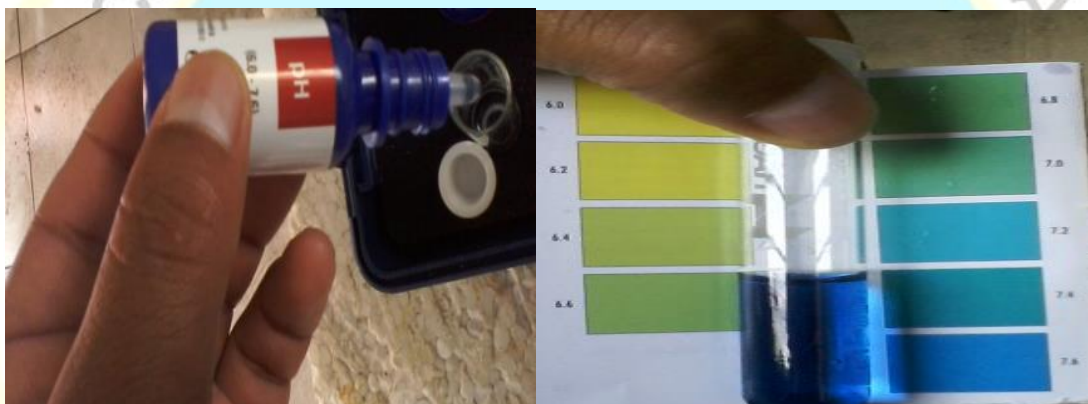
Toma de Amoníaco ( $\text{NH}_3$ ): 0.1 mg/L



Toma de Oxígeno Disuelto (O<sub>2</sub>): 5.6-8.9 mg/L



Toma de Potenciales de Hidronio (pH): 7.6 - 8.3



**Anexo N°08: Biometría (Longitud – Peso) con tratamiento**



**Anexo N°09: Biometría (Longitud – Peso) con alimento balanceado****Anexo N°10: Diferencia de tamaño al mes con tratamiento (1) y alimento balanceado (2)**

**Anexo N°11: Diferencia de tamaño al final de la investigación con tratamiento (1) y alimento balanceado (2)**

