

## **I. Título**

EVALUACION LIMNOLOGICA Y DE PRODUCTIVIDAD PISCICOLA DE LAGUNAS ANANTA E INIQUILLA - OCUVIRI PUNO 2023

## **II. Resumen del Proyecto**

En esta investigación se pretende evaluar la potencialidad biológica de Las lagunas Ananta e Iniquilla situadas en el distrito de Ocuvi Provincia de Lampa, con la finalidad de proponer un uso sostenible sin impactar las cualidades naturales que presentan actualmente, siendo necesario para ello evaluaciones exhaustivas que definan el factor biogénico y productividad piscícola así como evaluaciones limnológicas que permitan definir las interrelaciones físicas, químicas y biológicas en el medio acuático. La acuicultura es una actividad creciente por estar relacionada a la seguridad alimentaria, por lo que la mayoría de cuerpos de agua están siendo usadas sin planificación alguna atentando e impactando los diversos recursos hídricos, para evitar estos desastres por causa antrópica caso lagunas Suches, Pasto Grande y otras ubicadas en nuestro departamento de Puno, se propone evaluar limnológicamente y determinar la capacidad de sostenibilidad acuícola en estas importantes lagunas Ananta e Iniquilla. A partir de métodos ya estructurados se estimará la capacidad biogénica de las lagunas, tomando en cuenta las condiciones físicas, químicas y biológicas predominantes en el cuerpo de agua; para asignar un valor de capacidad biogénica en base al modelo de Arrignon y modificada por otros autores para hacerlo más aplicativo.

## **III. Palabras clave**

Biogénico, Cultivo, Extensivo, Intensivo, Limnología, Piscícola, Productividad.

## **IV. Justificación del proyecto**

La acuicultura es una alternativa comprometida con la seguridad alimentaria, en la que producir organismos acuáticos en condiciones controladas o semicontroladas, utilizando para ello cualquiera de los diferentes sistemas de producción, requiere del conocimiento de las condiciones biológicas y químicas que posee el recurso hídrico.

Desde hace siglos la acuicultura se practica en algunas partes del mundo (Bardach et al. 1995), sin embargo, es hasta las últimas décadas cuando se ha consolidado como una actividad económica de importancia. En la actualidad esta actividad se lleva a cabo en mayor o menor medida en gran parte de los países del mundo; se cultivan una gran cantidad de especies y los sistemas de cultivo son muy variados en todas estas situaciones el factor común es que el medio en donde se realizan estos cultivos es el agua. De ahí la importancia que tiene el conocimiento y el manejo de la calidad del agua desde el punto de vista biológico y físico-químico, en cualquier actividad acuícola.

(Ringuelet, 1962; Wetzel, 1982; Roldan, 1992) mencionan que los ambientes lénticos son cuerpos de agua cerrados, rodeados de tierra, y permanecen en el mismo lugar sin fluir. Comprenden todas las aguas interiores que no presentan corriente continua; es decir, aguas estancadas como los lagos, las lagunas, los esteros y los pantanos. Por lo habitual, tienen poca profundidad y menor variación de la temperatura. En estos ambientes se reconocen zonas bien definidas: la litoral, la limnética y la profunda.

Según (Moss et al., 1994) las lagunas son depósitos naturales de agua que pueden poseer dimensiones superficiales, poca y variable profundidad, formándose a partir de la desembocadura de un arroyo o río o, en su defecto, en períodos de inundación por el desborde de uno de ellos y el posterior estancamiento de las aguas. (Ringuelet, 1962; Wetzel, 1982; Roldan, 1992) afirman que generalmente son de agua salada aunque existen lagunas que las tienen dulces. Se debe mencionar que la denominación agua dulce es porque posee mínimas cantidades de sales minerales disueltas

en su interior; cuyo hecho inverso sucede con las de agua salada.

Desde el punto de vista trófico (productivo), los lagos se pueden clasificar como lagos oligotróficos, mesotróficos y eutróficos (Wetzel, 1982; Roldan, 1992 y Goldman and Horne, 1994); es decir, nada o poco productivos, medianamente productivos y altamente productivos, esta división básicamente se sustenta en el origen del cuerpo de aguas, la presencia de nutrientes y organismos fotosintetizadores (Goldman and Horne, 1994), las características de las lagunas suelen ser más productivas que los lagos, debido al mayor contacto de los sedimentos con la superficie del agua como consecuencia de su escasa profundidad; otra peculiaridad es la alternancia de ciclos secos y húmedos. Por otro lado, las lagunas, al ser una extensión de agua estancada de poca profundidad permite que el sol penetre hasta el fondo, impidiendo la formación de distintos estratos térmicos (epilimnio, metalimnio e hipolimnio).

Como sucede en los lagos, además de presentar una zona fótica (iluminada) y otra sin luz o afótica (Wetzel, 1982; Roldan, 1992 y Goldman and Horne, 1994 y Padisak y Reynolds, 2003). La diferencia más notoria que existe entre un lago y una laguna no es el tamaño, principalmente, sino la profundidad, la formación de un perfil térmico, la transparencia y el drenaje.

El plancton está compuesto por organismos que viven suspendidos en las aguas y carecen de medios de locomoción o al ser estos muy débiles se mueven o se trasladan de un lugar a otro, a merced de los movimientos de las masas de agua o de las corrientes. Corrientemente son organismos pequeños, la mayoría microscópicos; el plancton está conformado por vegetales o fitoplancton y animales o zooplancton (Ringuelet, 1962; Russell-Hunter, 1970 y Cole, 1988). Por la existencia de estos vacíos, planteamos la interrogante:

¿Es factible determinar la productividad piscícola de un medio hídrico, con la finalidad de practicar una acuicultura sustentable?

## **V. Antecedentes del proyecto**

Villamarín *et al.* (2014) afirma que en estos últimos años, los recursos hídricos altoandinos ubicados en Ecuador y Perú han sido los más estudiados, encontrándose investigaciones relacionadas con su caracterización física, química e hidromorfológica. Existen estudios relacionados a la caracterización abiótica (altitud, geología, hidrología y cobertura vegetal), así como la estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (Vásconez *et al.* 2002). La mayoría de los estudios realizados hasta el momento en las regiones altoandinas del norte y del centro coinciden en destacar la relativa pobreza de taxa comparada con ríos templados o tropicales de llanuras, situación que se acentúa con el incremento de la altitud (Acosta 2009).

Córdova, Gaete, Aránguiz y Figueroa (2009) concluyeron que los ambientes acuáticos son sistemas dinámicos que albergan una gran diversidad de comunidades bióticas que interactúan entre sí, con el suelo, el agua, el aire y la luz. El creciente deterioro que estos ecosistemas están experimentando tanto en su biodiversidad como en la calidad de sus aguas, está conduciendo a la degradación de los ecosistemas acuáticos tanto a escala global como de cuencas. Proteger o restaurar estos ecosistemas es difícil sino se conoce su estado actual (Carrera y Gunkel 2003).

Los macroinvertebrados bentónicos se encuentran en todo tipo de ambiente acuático de agua dulce, como ríos o lagunas, donde son importantes para el monitoreo de estos ecosistemas acuáticos (Gamboa, Reyes y Arrivillaga, 2008). Habitan en el lecho fluvial (entre piedras, plantas acuáticas sumergidas, etc.) ya sea durante todo su ciclo biológico (como los moluscos) o parte de él (como muchos insectos, en los que la fase adulta son terrestres y las fases larvarias son acuáticas), esta comunidad también posee una alta variedad de adaptaciones morfológicas y de comportamiento para poder aprovechar los diferentes recursos tróficos que ofrece un ecosistema fluvial (Alonso, 2005).

Según el Inventario Nacional de Lagunas y Represamientos de 1980 de la ONER (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, actualmente llamado INRENA), el Perú posee 12,201 lagunas de las cuales 186 están en explotación y que posee además 261 represamientos (Mantilla, 2004), la utilización de agua es una de las preocupaciones constantes de la acuicultura, ya que condiciona a la

vez la elección de los enclaves de cultivo y de las especies explotadas, para esto es necesario conocer los parámetros físicos y químicos que no evolucionan de forma totalmente independiente y están sometidos a leyes de equilibrio y fenómenos de oxidorreducción más o menos complejos (Martínez, 2006).

Huarachi (1997) evaluó los aspectos bióticos y abióticos del río Chili para conocer la factibilidad de introducir en sus aguas al pejerrey de río (*Basilichthys bonaerensis*), para ello determino los parámetros físicos, químicos, y biológicos de sus aguas. Utilizando las claves de identificación de organismos recomendadas por Avaria (1965) y Zambrano (1996) y del APHA, 1992 (American Public Health Association) y para los análisis físico y químico; llego a concluir señalando que las aguas que discurren por el río Chili son favorables para la especie en estudio; indicando, además, que con una carga inicial de 10,842 peces, para toda la sub-cuenca, se puede obtener una producción teórica anual de 35.1 Kg de pejerrey por Ha.

Por otro lado Trelles (2005) determino la productividad piscícola de laguna Machucocha, ubicada en el Distrito de Orcopampa, Región de Arequipa; para lo cual caracterizo, limnológicamente, a la laguna, utilizando para ello los métodos estándar que requiere el mencionado estudio, haciendo uso de la metodología empírica propuesta por Leger, Huet y Arrignon, determino la factibilidad de un cultivo extensivo de trucha en el recurso hídrico mencionado, con una de producción anual de truchas de 14.2 Tm.

Según Mantilla (2004) concluye que la mayoría de estudios realizados a nivel del departamento de Puno lo realizaron el Ministerio de Agricultura y el Gobierno Regional a través de sus dependencias del PRONAMACH (Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos) y del PRORIDRE (Proyecto de Riego y Drenaje de la Región Puno, en cuanto a los estudios de carácter físico-químico y biológico de los recursos hídricos de Ocuvi, no se han realizado detalladamente, excepto el estudio realizado por Roncal (2001), el que describe algunos cuerpos lóticos y lénticos con factibilidad de repoblamiento de alevinos de trucha a nivel de la zona altoandina de la región de Puno, así mismo es necesario destacar que independientemente existen estudios de características batimétricas de las lagunas de Iniquilla, Saguanani y la Calera, de hace más de 12 años (Orna, 2009).

Roncal (2001) menciona que la laguna Ananta, posee un área aproximada de 12,85 km<sup>2</sup>, con una altitud de 4813 m.s.n.m., con profundidad máxima de 90 m. su temperatura ambiente oscila entre los 9,5 ° C y un pH de 7,5, valores negativos en nitratos y nitritos y una alta saturación de oxígeno, alta producción primaria, y destacan 14 géneros de fitoplancton (altamente productiva), 6 géneros de zooplancton y 3 géneros de bentos, la alcalinidad, cloruros y dureza contenidos entre los rangos aceptables. Además (Huaynacho, 2009) afirma que de acorde al cálculo biogénico la producción primaria alcanza valores aproximados de 0,37 k c/m<sup>2</sup> - factor biogénico-células por metro cuadrado.

Según Orna (2009), la laguna Iniquilla, ubicada a una altitud de 4279 m.s.n.m., con una profundidad máxima de 85 m, posee un área de 3,25 km<sup>2</sup> y la temperatura oscila entre los 11 ° C, presenta buenos rasgos de calidad, cuenta con 10 géneros de fitoplancton y con 05 de zooplancton, cuyos géneros son cuantitativamente apreciables. Así mismo (Huaynacho, 2009) corrobora la información manifestando que la cantidad de géneros de fitoplancton es aproximado a 10.

## **VI. Hipótesis del trabajo**

Los Parámetros físico químicos y biológicos dentro de los límites de cultivo acuícola, se encuentra organismos acuáticos en un 60% y macrófitos en un 90% similares en ambas lagunas cuyo factor biogénico muestra productividad piscícola apto para cultivo extensivo e intensivo

## **VII. Objetivo general**

Evaluar aspectos Limnológicos de la Laguna Ananta e Iniquilla y determinar su productividad

piscícola.

### **VIII. Objetivos específicos**

- Determinar los parámetros físico químicos del cuerpo de agua e identificar los organismos componentes del fitoplancton, zooplancton, necton y macrófitos acuáticos.
- Determinar la productividad piscícola de las lagunas, con la perspectiva de un futuro manejo Acuícola.

### **IX. Metodología de investigación**

#### **9.1. Material Biológico**

Las muestras biológicas (plancton, necton, y macrofitas acuáticas) serán obtenidas desde el mes de Mayo del 2023 al mes de Agosto del 2023 a razón de 3 muestras con doble repetición en cada cuerpo de agua.

#### **9.2. Métodos**

##### **9.2.1. Primer Objetivo específico:**

###### **9.2.1.1. Fijación de puntos de muestreo**

Se trazaran transeptos, las mismas que se fijaran durante el primer muestreo, tomando en cuenta las características morfológicas más sobresalientes de cada laguna; cada transepto tendrá un recorrido de 100 metros aproximadamente.

###### **9.2.1.2. Determinación Físico y Química del agua**

La temperatura del agua será tomada con un termómetro de mercurio encanastillado de una escala de -10 a 110 C, registrando a 15 y 30 cm de profundidad, cuya lectura será realizada repetitivamente con la finalidad que el termómetro se estabilice en el medio.

La transparencia será determinada utilizando un disco Secchi (25 cm de diámetro), efectuándose la observación por el lado sombreado del bote. Así mismo se determinara el color aparente del mismo y el sabor que presenta. Todas las muestras serán tomada a una profundidad de 15 cm, y serán analizados insitu.

Para los análisis químicos se utilizara el laboratorio compacto de campo Lamotte modelo AQ-2, (para agua dulce), en el que se determinara los siguientes parámetros:

Nitratos, nitritos, alcalinidad (total), dióxido de carbono, fosfatos, oxígeno disuelto, dureza total, dureza residual y temperatura.

###### **9.2.1.3. Determinaciones biológicas**

###### **A. Fito y zooplancton**

Se utilizara métodos estándares de colección de muestra, utilizando para ello la red de fitoplancton (Schwoerbel, 1970), recorriendo transectos a establecer. El muestreo consistirá en hacer pasar agua a través de la red, hacia un frasco colector, instalado en la parte terminal de la red, algunas muestras serán fijadas en formol para su conservación y otras serán conservadas en fresco para su caracterización e identificación, las muestras tomadas serán rotuladas y trasladadas al laboratorio de pesquería de la UNA Puno.

La identificación de los organismos fitoplanctonicos se hará utilizando claves de Fernandez (1977), Needhan&Nedddhan (1982) y Ward&Whipple (1966), además de otros documentos y tesis referidos al tema.

###### **B. Necton**

Las muestras del necton serán obtenidas por captura de peces utilizando "cálcales y/o chinguillos, el

uso señuelos, o en su defecto una pesca exploratoria usando artes de pesca como cortineras.

### **C. Macrófitos Acuáticos**

Serán colectadas manualmente y mantenidas en agua de la laguna hasta llegar al laboratorio donde serán identificadas al estado fresco, para ello se utilizarán claves de Fernández (1977) y Ward & Wipple (1966).

#### **9.2.1.4. Material a emplear en Primer Objetivo:**

- Balanza digital.
- Termómetro.
- Equipo de análisis de agua (Lamotte AQ-2).
- Muestreador de Fito-Zooplankton
- Embarcación (lancha 2 TM)
- Microscopio
- Estereoscopio
- Fijadores (formol al 2%)
- Claves de Identificación
- Material de vidrio
- Placa New- Bahuer
- Cámara fotográfica

#### **9.2.1.5. Diseño Experimental**

En el trabajo de investigación se empleará el **Diseño De Bloque Completo al Azar (DBC)**. Un Diseño de Bloque Completo al Azar es aquel en el que:

- a) Las unidades experimentales se distribuyen en grupos o bloques, de manera tal que las unidades experimentales dentro de un Bloque son relativamente homogéneas.
- b) Los tratamientos se asignan al azar a las unidades experimentales dentro de cada bloque.

El principio de la formación de bloques es como sigue: El diseño de los bloques al azar se compone de dos etapas. La primera consiste en reunir entre sí las unidades parecidas para formar un grupo homogéneo, el grupo así formado recibe el nombre de Bloque. La siguiente etapa consiste en asignar los diversos tratamientos a las unidades experimentales al azar dentro de cada bloque. Esta es la principal diferencia entre los bloques al azar y el experimento totalmente al azar. La ventaja de este diseño es que proporciona mayor exactitud, flexibilidad y facilidad de análisis.

Este diseño presenta el siguiente modelo Lineal Adicional.

$$Y_{ik} = U + B_i + T_j + K_{ij}$$

**Dónde :**

**U** = Media

**B** = Variación porcentual comparativo

**T** = Tratamientos variables Físicoquímicos y Biológicos

**K** = Error experimental.

**i** = Registros de parámetros

**j** = Tratamientos

## 9.2.2. Segundo Objetivo Específico

### 9.2.2.1. Determinación de la Productividad Piscícola

Se seguirá el procedimiento propuesto, para este fin por Leger Huet y Arrignon (citados por Arignon, 1979), utilizando para ello la siguiente Formula:

$$P = B \times K \times Na/10$$

#### Donde:

P : Productividad anual teórica (Kg/Ha/año)

K : Coeficiente de Productividad;  $K=K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$  (\*)

B : Superficie del cuerpo de agua en áreas (1 Ha = 100 áreas) o el área en m<sup>2</sup> de la superficie de la laguna multiplicando por el coeficiente de conversión 0.0001, para expresarlas como hectáreas

10 : Constante para aguas acidas o alcalinas

(\*)  $K_n$ = diferentes valores de parámetros físicos y químicos específicos (n= 1,2,3,4,5)

Además, para complementar la información y proponer el uso piscícola de las aguas de las lagunas fue necesario determinar la población inicial de la misma utilizando para ello la fórmula propuesta por Leger (1910) y citada por Arrignon (1979), y que es la siguiente:

$$\text{Población inicial} = \frac{\text{Productividad Total (kg)}}{\text{Crecimiento Individual (kg)}} + \text{Perdidas}$$

#### Dónde :

Población Inicial = Numero de organismos a sembrar

Productividad Anual= Materia orgánica producida de acuerdo a la capacidad biogénica

Crecimiento individual= La talla o peso que se debe alcanzar en un tiempo

Perdidas = Se asume una mortalidad del 15%, basado en los cultivos intensivos de trucha (Klontz, 1991).

### 9.2.2.2. Puntos de Muestreo

Los puntos de muestreo serán ubicados a cada 100 metros de distancia de acorde al área de la laguna a analizar, cabe destacar que las muestras tendrán carácter repetitivo con la finalidad de asegurar el coeficiente de productividad.

Los valores físicos a determinar estarán supeditados a la temperatura (°C) y pH del medio, tomados en los mismos puntos de muestreo, con la finalidad de determinar las condiciones físicas y químicas ( $K_n$ ). En base a los valores de área y parámetros físico químicos, se procederá a determinar la población inicial la misma que servirá como base para la prospección de productividad.

### 9.2.2.3 Material a emplear en Segundo Objetivo:

- Termómetro.
- Equipo de análisis de agua (Lamotte AQ-2).
- Embarcación (lancha 2 TM)
- Material de vidrio
- Cámara fotográfica
- GPS-Garmin 7 m. Aprox.

- Carta hidrobática Laguna Saguanani e Iniquilla

#### 9.2.2.4. Diseño de la Investigación

Para el factor de Productividad (individuos contabilizados por área) expresado en porcentaje (%), se utilizará ANOVA para probar las diferencias significativas entre tratamientos y posteriormente se utilizará la prueba de **ji-cuadrado** (chi **cuadrado**) contrasta frecuencias observadas con las frecuencias esperadas de acuerdo con la hipótesis; se realizarán utilizando SPSS versión 21 para Windows 10.

### X. Referencias

- Acosta R., C.R. (2009). Estudio de la cuenca altoandina del río Cañete (Perú): Distribución altitudinal de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y caracterización hidroquímica de sus cabeceras cársticas. Asesor: Narcís Prat i Fornells. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, Facultad de Biología, España.
- Acosta, R., Ríos-Touma, B., Rieradevall, M. & Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación en dos cuencas del Ecuador y Perú. *Limnetica*. Vol. 28 (1): 35 – 64.
- Arana M., J. (2008). Caracterización ecológica del río Santa Eulalia, Lima (Perú) mediante el uso de macroinvertebrados como indicadores biológicos. Asesor(a): Iris Samanez V. Tesis Título Profesional. UNMSM, EAP Ciencias Biológicas, Lima.
- American Public Health Association (APHA). (2007), PLANKTON: Phytoplankton Counting Techniques. APHA, Washington D.C., pp 13-16.
- Arrignon J. (1979), *Ecología y Piscicultura de Las Aguas Dulces*- Ediciones Mundi - Pensa- Madrid, España.
- Arrignon, J., (1979), *Ecología y Piscicultura de Aguas Dulces*. Ediciones Mundi-Prensa- Madrid, España.
- Avaria (1965), *Diatomeas y cilicoflagelados de la bahía de Valparaíso – Chile*.
- Carrera, P. & Gunkel, G. (2003), *Ecology of a high stream, Rio Itambi, Otavalo, Ecuador*. *Limnologica*, Vol. 33: 29 – 43.
- Córdova, S., Gaete, H., Aránguiz, F. & Figueroa, R. (2009). Evaluación de la calidad de las aguas del estero Limache (Chile central), mediante bioindicadores y bioensayos. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 73(2), 199-209.
- Fernández (2004), *Estudio limnológico de la gravera de gimileo (labastida, alava) Gobierno Vasco – España*.
- Gallegos S., S.A. (2013), *Effect of riparian vegetation cover and season on aquatic macroinvertebrate assemblages in the Ecuadorian Andes*. Asesor: Torbjørn Haugaasen. Tesis de Maestría. Universidad Noruega de Ciencias de la Vida. Departamento de Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Noruega.

- Gamboa, M., Reyes, R. & Arrivillaga, J. (2008). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Bol Mal Amb* .Vol 48 N° 2.
- Goldman, Ch. And A. Horne (1994). *Limnology*.- International Student Edition, McGraw-Hill International Book Company, London.
- Huarachi, N. (1997).-Evaluación de la subcuenca del Chili para la introducción del Pejerrey de Lago (*Basilychthys bonairensis*). Tesis Escuela Profesional De Ing. Pesquera UNSA Arequipa.
- Huaynacho, H. (2009). Mejoramiento de la cadena productiva de trucha en la etapa de producción y transformación en Distrito de Ocuvi", Municipalidad de Ocuvi, PIP Menor.
- Klontz, G.W. (1991). Manual for rainbow trout production on the family-owned farm. UC.Davis/California Aquaculture. Nelson and Sons, Inc. 70 pp.
- Mantilla B. (2004) "acuicultura: cultivo de truchas en jaulas flotantes" edit. Palomino. Lima Perú.
- Martinez, L. (2006). Ecología de los Sistemas Acuícolas. AGT Editor. S.A. México.
- Moya, N., Gibon, F. M., Oberdorff, T., Rosales, C. & Domínguez, E. (2009). Comparación de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos em ríos intermitentes y permanentes del Altiplano Boliviano: implicaciones para el futuro cambio climático. *Ecología Aplicada*, 8(2), 105-114.
- Moss, B., McGowan, S. y Carvahlo, L. (1994). Determinación de cultivos de fitoplancton por mecanismos top-down y bottom-up en un grupo de lagos ingleses, los mares de Midland del oeste, *Limnology and Oceanography* 39: 1020-1029.
- Needdhan & Needhan (1982). *Guide to the Study of Fresh Water Biology - Edition 5*. Ed. Holden Day San Francisco, USA.
- Orna, E. (2009). Diagnostico Situacional del Área Piscícola del Distrito de Ocuvi. Informe CEDEC Altoandino.
- Padisák, J. y Reynolds, C. (2003). Shallow lakes: the absolute, the relative, the functional and the pragmatic. *Hydrobiologia* 506/509: 1-11.
- Ringuelet R. A., (1963), *Ecología acuática continental*. Editorial Universitaria de Buenos Aires, EUDEBA 138 p. , Argentina.
- Ríos T., B. P. (2008), Comunidades de macroinvertebrados en un río altoandino: Importancia del microhábitat, dinámica de la deriva, papel de la materia orgánica y relevancia de la ovoposición. Asesor: Narcís Prat i Fornells. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, Facultad de Biología, España.
- Roncal G. (2001) Evaluación Limnológico de Lagunas Alto andinas de Puno. PELT.
- Roldán G. (1992). *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Medellín (Colombia): Universidad de

Antioquia. 529 pp.

- Schwoerbel A. Jürgen (1970), *Methods of Hydrobiology. Freshwater Biology*. Oxford/New York/Toronto. 202 pp.
- Streke, H. y D. Krauter. (1987), *Atlas de los microorganismos de agua dulce, la vida en una gota de agua*.- Ed. Omega, Barcelona. España
- Trelles, J. (2005). *Productividad Piscícola de Laguna de Machucocha (Distrito De Orcopampa, Provincia De Castilla, Departamento De Arequipa) Y Uso En Truchicultura*. Tesis Escuela Profesional de Ing. Pesquera UNSA, Arequipa.
- Vásconez, J.J., G. Remache, F. Cuesta, E. Terneus, M. Peralvo & B. Ríos. (2002), *Caracterización de ecosistemas acuáticos a través de variables abióticas de la vertiente oriental de la Reserva Ecológica Cayambe-Coca, Ecuador*. EcoCiencia/Fundación Agua. 41 pp.
- Villamarín F., C.P. (2008). *Estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos altoandinos de Ecuador y Perú. Diseño de un sistema de medida de la calidad del agua con índices multimétricos*. Asesores: Narcís Prat i Fornells y María Rieradevall i Sant. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, Facultad de Biología, España.
- Villamarín, F., Prat, N. & Rieradevall, M. (2014). *Caracterización física, química e hidromorfológica de los ríos altoandinos tropicales de Ecuador y Perú*. *Latin American Journal of Aquatic Research*, Vol. 42(5): 1072 – 1086.
- W.D. Russell-Hunter (1970), *Productividad acuática*, editorial ACRIBIA, Zaragoza España.
- Ward, H. and G. Whipple (1966). *Fresh- Water Biology – Second Edition* (Edited by T. Edmondson). John Wiley & Son INC. New York, USA.
- Wetzel, R.G. (1982). *Limnología* Ed. Omega Barcelona, 679 p. – España.
- Zambrano, E. (1996), *El Niño*. *Acta Oceanográfica del Pacífico INOCAR*, Ecuador, 2(1): 31-51Pp.

## **XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto**

Al finalizar el trabajo de la investigación se contarán con resultados que nos permitirán conocer las características fisicoquímicas así como el valor biológico expresado en la riqueza productiva de las lagunas Ananta e Iniquilla, estos datos permitirán hacer cálculos exactos para poder realizar cultivos extensivos sin comprometer la producción natural, así mismo permitirá evaluar el estado en que se encuentra por los indicadores naturales si puede ser sometidos a cultivos acuícolas intensivos y en qué cantidad de producción.

El factor “K” y/o determinación biogénica de un cuerpo es el potencial o lo que es capaz de producir en un cuerpo de agua, dependiendo de los componentes orgánicos e inorgánicos que contenga. En términos piscícolas, la producción será la cantidad de peces producidos, en una unidad de tiempo, expresada como unidades de peso por unidad de superficie y por el tiempo.

## **XII. Impactos esperados**

### **i. Impactos en Ciencia y Tecnología**

La crianza de peces extensivamente en cuerpos de aguas lenticas, es una actividad que antecede al proceso de producción de salmónidos en forma intensiva, cuya actividad estuvo normada por la regla general de sembrar 1000 peces por hectárea (Huet, 1976), lo que conlleva a desequilibrar varios hábitat acuáticos. Para evitar este tipo de situaciones que se han presentado en innumerables cuerpos lenticos de la zona altoandina de nuestra región, es que con el aporte del trabajo de investigación a efectuar, se mostrara como se determina la capacidad biogénica de un cuerpo de agua factible a ser utilizada por la acuicultura.

### **ii. Impactos económicos**

Los cultivos extensivos en las lagunas altoandinas, han generado excelentes ganancias económicas a los pobladores organizados en empresas pesqueras, desconociendo que las reiteradas siembras de peces arrasaría con su productividad natural, lo que generaba fracasos sucesivos y pagos de préstamos por compra de alevinos sin fruto alguno; determinando el factor biogénico de las lagunas se puede plantear siembras alternas o escalonadas que permitirán evitar comprometer mas de lo que naturalmente produce las lagunas, generando ganancias sin impactar el medio acuático.

### **iii. Impactos sociales**

Así mismo a través de las evaluaciones de carácter fisicoquímico y biológico, se propondrá los límites permisibles en cuanto a biomasa y tipo de acuicultura a desarrollar; ya que es conocido que los diferentes recursos hídricos lenticos de nuestra región presentan condiciones típicas y diferentes de acorde a su fisiografía y ubicación altitudinal y por ende mejorar la rentabilidad al generar mayores producciones. De modo que, se fomentaría el empleo y la creación de innumerables puestos de trabajo.

### **iv. Impactos ambientales**

En el aspecto ambiental la investigación permitirá determinar y evaluar los impactos que se ocasiona a un cuerpo hídrico, cuando se realiza acuicultura, el que también propondrá algunas medidas de mitigación o control exhaustivo a fin de evitar impactos de tipo irreversible, como los que ya se ha suscitado en algunas lagunas en las que se practicó acuicultura extensiva.

## **XIII. Recursos necesarios**

### **Materiales y Equipos**

- Balanza digital.
- Carcales pequeños.
- Cuaderno de apuntes.
- Termómetro.
- Equipo de análisis de agua (Lamotte AQ-2).
- Muestreador de Fito-Zooplankton
- Embarcación (lancha 2 TM)
- Microscopio
- Estereoscopio
- Fijadores (formol al 2%)
- Claves de Identificación
- Material de vidrio
- Placa New- Bahuer
- Cámara fotográfica

## **XIV. Localización del proyecto**

El estudio se realizara en las Lagunas de Iniquilla y Ananta ubicadas en el Distrito de Ocuvi Provincia

de Lampa, los organismos fijados y frescos serán trasladados al Laboratorio de Pesquería de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA Puno. La evaluación fisicoquímica se efectuara insitu apoyados por un laboratorio de análisis de agua para acuicultura de marca Lamotte, modelo AQ-2.

### XV. Cronograma de actividades

Actividades	Tiempo (meses) 2023											
	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Revisión bibliográfica	x	x										
Presentación del perfil de investigación		x										
Ejecución de proyecto de investigación			x	x	x	x						
Procesamiento y tabulación de datos												
Análisis y elaboración del trabajo de investigación							x	x	x	x		
Presentación del informe												x

### XVI. Presupuesto

Materiales y Equipos	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unit. S/.	Costo Total
Cámara fotográfica (Microscópica)	unidad	1	700	700
Equipo de análisis de agua Lamotte AQ-2	Unidad	1	2540	2540
Evaluación limnológica y Extracción de muestras	Unidad	3	630	1890
Traslado de Investigador y muestras	kg.	6	190	1140
Imprevistos				500
<b>TOTAL DE GASTOS</b>				<b>S/. 6770.00</b>