



Parámetros limnológicos y productividad piscícola para la piscicultura de trucha arco iris en lagunas altoandinas - Junín, Perú

Limnological parameters and fish productivity for rainbow trout fish farming in high Andean lagoons - Junin, Peru

Fernán Chanamé Zapata¹, Christian Poma Chávez²

E-mail: fchaname@uncp.edu.pe

Cómo citar

Chanamé Zapata, F. & Poma Chávez, C. (2020). *Parámetros limnológicos y productividad piscícola para la piscicultura de trucha arco iris en lagunas altoandinas - Junín, Perú*. *Prospectiva Universitaria, Revista de la UNCP* 17(1), 159-165. <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2020.17.1400>

Resumen

Se evaluaron los parámetros limnológicos determinantes de la productividad piscícola para la piscicultura de la trucha arco iris en lagunas altoandinas, Junín - Perú. Se consideraron tres sectores de muestreo en cada una de las tres lagunas, Habascocha, Huascacocha y Pomacocha; en los cuales, se recolectaron 36 muestras de agua. Las muestras se recolectaron directamente de las lagunas en cada uno de los sectores de muestreo, en envases de vidrio de 750 ml. La temperatura del agua, oxígeno, dióxido de carbono, alcalinidad, dureza y pH, fueron determinados in situ, mientras que los nitritos, nitratos, fosfatos y los parámetros biológicos como fitoplancton, zooplancton, vegetación acuática, necton y bentos fueron analizados en el Laboratorio de Análisis de aguas de la UNCP. Se determinó la productividad piscícola teórica, de las lagunas, previo cálculo de su capacidad biogénica en función a las características físicas, químicas y biológicas, predominantes en el ambiente acuático y el coeficiente de productividad; así como, la capacidad de carga inicial con la productividad anual (kg), el área a utilizar y la capacidad biogénica de cada laguna. Los resultados obtenidos demuestran que, los parámetros limnológicos cumplen con los requerimientos ambientales para la piscicultura de la trucha arco iris, en diferentes sistemas de producción en lagunas altoandinas. Presentan una capacidad biogénica de IV, siendo aguas de una productividad piscícola media. La productividad piscícola de manera extensiva para las lagunas, Habascocha, Huascacocha es de 245.56, 264.72 y 239.85 kilogramos por año, respectivamente, la cual resulta adecuada para la producción de truchas en jaulas flotantes.

Palabras clave: limnología, productividad piscícola, capacidad biogénica, piscicultura, lagunas altoandinas

Abstract

Limnological parameters determining fish productivity were evaluated for rainbow trout fish farming in high Andean lagoons, Junín - Peru. Three sampling sectors were considered in each of the three lagoons, Habascocha, Huascacocha and Pomacocha; in which 36 water samples were collected. The samples were collected directly from the gaps in each of the sampling sectors, in 750 ml glass containers. Water temperature, oxygen, carbon dioxide, alkalinity, hardness and pH were determined in situ, while nitrites, nitrates, phosphates and biological parameters such as phytoplankton, zooplankton, aquatic vegetation, necton and bentos were analyzed in the UNCP Water Analysis Laboratory. The theoretical fish productivity of the lagoons was determined, after calculating their biogenic capacity according to the physical, chemical and biological characteristics, predominant in the aquatic environment and the coefficient of productivity; as well as, the initial carrying capacity with annual productivity (kg), the area to be used and the capacity biogenic nature of each lagoon. The results obtained show that the limnological parameters meet the environmental requirements for rainbow trout fish farming, in different production systems in high Andean lagoons. They have a biogenic capacity of IV, being waters of average fish productivity. Fish productivity extensively for the lagoons, Habascocha, Huascacocha, is 245.56, 264.72 and 239.85 kilograms per year, respectively, which is suitable for the production of trout in floating cages.

Keywords: limnology, fish productivity, biogenic capacity, fish farming, high Andean lagoons

¹Docente de la Facultad de Zootecnia - UNCP / ²Investigador externo UAP

Introducción

El crecimiento en el sector acuicultura está disperso y de manera desigual a nivel mundial. Los principales productores de peces provenientes de la piscicultura continental, se encuentran en el sudeste asiático, mientras que la piscicultura marina está dominada por Noruega y Chile (FAO, 2014). Muchos autores ven un aumento en el control de los procesos biológicos con mejoras tecnológicas y, consecuentemente, un aumento de la productividad como motor del crecimiento de la acuicultura (Asche, 1997; Anderson, 2002; Asche, 2008). Sin embargo, la contaminación del agua superficial es uno de los problemas ambientales más críticos del siglo 21. En los países desarrollados, los tomadores de decisiones han sido conscientes de estos problemas y han implementado políticas del agua en su legislación.

Algunas lagunas alto andinas, se han visto afectadas y con tendencia a la eutrofización como consecuencia de la piscicultura intensiva de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arco iris” en jaulas flotantes (Mariano et al., 2010).

En Perú existen varios trabajos relacionados a la determinación de los parámetros limnológicos y a la estimación de la productividad piscícola para la piscicultura de la trucha arco iris en lagunas altoandinas. Sin embargo, en la región Junín son escasos los trabajos relacionados al tema de estudio.

Investigaciones sobre evaluación de parámetros limnológicos para el cultivo de peces, tenemos la caracterización limnológica de la laguna de Cashibococha en Ucayali, para determinar los índices de diversidad y valores de equitabilidad del recurso para conocer su potencial uso en acuicultura (Riofrío et al., 2001), así como la determinación de la composición y estructura de la comunidad fitoplanctónica en la laguna Tranca Grande en la región Junín (Mariano, 2001).

El estudio sobre la evaluación de la productividad piscícola, para piscicultura de la trucha arco iris, realizado en la laguna Lecjempa en la región Arequipa, determinó que el recurso léntico evaluado, si reúne los requerimientos ambientales para la piscicultura de la especie (Lazarte, 2018). Asimismo, se encuentran los trabajos realizados por Santa Cruz (1989), Rodríguez (1990) y Contreras (1991), mencionados por Trelles (2005), quienes han evaluado la productividad piscícola de diferentes lagunas de la región Cusco, determinando que los recursos acuáticos evaluados, reúnen los requerimientos ambientales para la piscicultura de la trucha arco iris.

En la región de Arequipa se encuentran los trabajos realizados por Villegas (1988), en la laguna de Chinacocha con fines de uso piscícola, para lo cual se determinó la capacidad biogénica, concluyendo que la piscicultura extensiva de truchas o en jaulas flotantes es viable técnica, económica y ambientalmente. Huarachi

(1997) evaluó la sub cuenca del río Chili, determinando la posibilidad de introducir el pejerrey argentino en sus aguas, en función a la capacidad biogénica de los recursos acuáticos. Trelles (2005) evaluó la productividad piscícola de la laguna Machucocha, determinando que es apta para la producción de truchas. Guzmán (2006) realizó la evaluación de los parámetros limnológicos y la productividad piscícola de la laguna Iberia (lagunas de Mejía), recomendando su uso para la piscicultura de *Mugil cephalus* “lisa”, en forma extensiva.

El presente estudio permitirá evaluar los parámetros limnológicos determinantes en la productividad piscícola para la piscicultura de la trucha arco iris en lagunas altoandinas - Junín, Perú, de tal manera que los resultados obtenidos permitan proponer alternativas viables para un uso racional de estos ambientes lénticos. En tal sentido, el objetivo es evaluar los parámetros limnológicos determinantes en la productividad piscícola para la piscicultura de la trucha arco iris en lagunas altoandinas - Junín, Perú.

Materiales y métodos

Área de estudio

Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en 03 lagunas altoandinas: Habascocha, Huascacocha y Pomacocha, las cuales se localizan en la región Junín. Laguna Habascocha, localizado en el distrito de Apata, provincia de Jauja, región Junín a 4453 msnm (475386 E, 8697917 N). Laguna Huascacocha, en el distrito de Apata, provincia de Jauja, región Junín a 4480 msnm (472839 E, 8704141 N). Laguna Pomacocha, ubicada en el distrito de Apata, provincia de Jauja, región Junín a 4486 msnm (473139 E, 8697593 N) (Figura 1).

Figura 1

Localización de las lagunas altoandinas de la región Junín, Perú.



Análisis de los parámetros fisicoquímicos de las lagunas Habascocha, Huascacocha y Pomacocha

Previo a la toma de muestras de agua, se determinaron 03 sectores de muestreo en cada una de las tres lagunas, mediante un GPS y el uso del programa ArcGis.

Para el análisis de los parámetros fisicoquímicos determinantes de la productividad piscícola para la piscicultura de la trucha arco iris, se recolectaron 36 muestras de agua. Las muestras se tomaron directamente de las lagunas en cada uno de los sectores de muestreo, en Para de vidrio de 750 ml. La temperatura del agua, oxígeno, dióxido de carbono, alcalinidad, dureza y pH, fueron determinados *in situ*, mientras que los nitritos, nitratos, fosfatos y los parámetros biológicos, como fitoplancton, zooplancton, vegetación acuática, necton y bentos, fueron analizados en el Laboratorio de Análisis de aguas de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP).

Análisis de los parámetros biológicos de las lagunas Habascocha, Huascacocha y Pomacocha

Para el análisis de los parámetros biológicos, las muestras fueron colectadas según las siguientes metodologías:

Fitoplancton

El fitoplancton fue colectado según la metodología de Fernández (1977), el cual consiste en filtrar el agua a través de la red de fitoplancton, hacia un frasco colector colocado en la parte final de la red, por el lapso de un minuto. Luego las muestras fueron colocadas en frascos de boca ancha rotulados y se agregó formol al 5 % para su conservación y posterior identificación en el laboratorio.

Zooplancton

Las muestras de zooplancton fueron recolectadas con la red de zooplancton, la cual permite capturar los organismos zooplanctónicos. Consiste en hacer pasar el agua a través de la red, hacia un frasco colector colocado en la parte final de la red, por el lapso de dos minutos (Arocena, 1999).

Luego, las muestras fueron colocadas en frascos de boca ancha rotulados y se agregó formol al 5 %, para su conservación y posterior identificación en el laboratorio.

Bentos

Las muestras se colectaron mediante una red de Surber, las cuales fueron llevadas a laboratorio para su posterior identificación en el laboratorio.

Vegetación acuática

Las muestras se colectaron manualmente, según la metodología de Cirujano et al., (2004), las cuales fueron llevadas a laboratorio para su posterior identificación.

Determinación de la productividad piscícola

Para determinar la productividad piscícola teórica de un recurso hídrico se utilizó la siguiente fórmula (Arrignon, 1979):

$$B * K * Na$$

$$P = 10$$

Dónde:

P = Productividad anual teórica (Kg/ha/año)

B = Capacidad biogénica (1 a 10)

K = Coeficiente de productividad

Na = Superficie del cuerpo de agua en áreas (1 ha = 100 áreas) o lo que es multiplicar el área superficial de la laguna (m²), por el coeficiente de conversión 0.0001, para expresarla en hectáreas.

10 = Constante para aguas ácidas o alcalinas

Resultados

Parámetros fisicoquímicos del agua

Los parámetros fisicoquímicos analizados fueron: temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/l), dióxido de carbono (mg/l), alcalinidad total (mg/l), dureza total (mg/l), pH, nitritos (mg/l), nitratos (mg/l), fósforo (mg/l) (Tabla 1)

Tabla 1

Parámetros analizados del agua.

Laguna	Punto de muestreo	Temperatura (°C)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Dióxido de carbono (mg/l)	Alcalinidad total (mg/l)	Dureza total (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Fosfatos (mg/l)	pH
Habascocha	a	10.20	6.42	2.6	66	62	0.03	0.03	0.02	8.15
	b	9.60	6.35	3.2	62	57	0.02	0.03	0.02	8.05
	c	9.00	6.26	2.8	57	62	0.02	0.03	0.03	7.94
Huascacocha	a	9.20	6.68	2.5	55	54	0.03	0.03	0.02	7.94
	b	10.20	6.72	2.9	68	66	0.03	0.03	0.02	7.75
	c	9.60	6.50	2.4	60	62	0.03	0.04	0.02	7.68
Pomacocha	a	9.50	6.52	2.1	58	70	0.03	0.03	0.02	8.23
	b	10.10	6.65	2.3	63	82	0.03	0.04	0.02	7.62
	c	9.80	6.76	2.6	52	68	0.04	0.04	0.03	8.34

Respecto a los parámetros fisicoquímicos, las tres lagunas evaluadas cumplen con los requerimientos ambientales para la piscicultura la trucha, en los diferentes sistemas de producción en recursos lénticos.

Análisis de los parámetros biológicos del agua

Los parámetros biológicos analizados fueron: fitoplancton, zooplancton, bentos y vegetación acuática (Tabla 2).

Tabla 2

Parámetros biológicos del agua.

Parámetro	Habascocha	Huascacocha	Pomacocha
<i>Ulva</i>	x	x	x
<i>Spirogyra</i>	x	x	x
<i>Artrhypsodes</i>		x	
<i>Coera</i>	x	x	x
<i>helicopsodes</i>	x		x
<i>Baitisca</i>		x	x
<i>Cloem</i>	x	x	x
<i>Pentaneura</i>	x	x	x
<i>Tendips</i>		x	x
<i>Phanecerus</i>	x	x	x

En relación a los parámetros biológicos, en las tres lagunas evaluadas, el fitoplancton estuvo compuesto por principalmente por algas filamentosas de los géneros *Ulva* y *Spirogyra*.

Los macroinvertebrados estuvieron representados de la siguiente manera:

- Crustáceos: *Hyaella pauperocavae*
- Anélidos: *Lumbricus*
- Platelminetos: *Dugesia* sp
- Hirudíneos: *Helobdella* sp
- Tricópteros: *Artrhypsodes*, *Coera*, *helicopsodes*
- Efemerópteros: *Baitisca*, *Cloem*
- Dípteros: *Pentaneura*, *Tendips*
- Coleópteros: *Phanecerus*

La ictiofauna, estuvo constituida por *Oncorhynchus mykiss* "trucha arco iris" y *Pigydium* sp "bagre".

Las macrofitas acuáticas estuvieron representadas por *Trifolium repens* "trébol", *Equisetum arvense* "cola de caballo", *Potamogeton* sp "Cola de zorro", *Nasturtium* sp, "Berros", *Fontinalis* sp "musgos", *Rumex palustris* "romasa".

Por tanto, presentan una capacidad biogénica de IV, siendo aguas de una productividad piscícola media.

Productividad piscícola

La productividad piscícola para la trucha arco iris en condiciones naturales, es decir, un cultivo extensivo, contribuiría con la dieta alimenticia de los po-

bladores de las comunidades cercanas a estas lagunas. Por tanto, siendo la producción la cantidad de peces producidos por una unidad de tiempo y expresada en unidades de peso por unidad de superficie, la productividad piscícola estimada de manera extensiva para las lagunas, Habascocha, Huascacocha es de 245.56, 264.72 y 239.85 kilogramos por año, respectivamente, la cual resulta adecuada para la producción de truchas en jaulas flotantes

Discusión

Ante la creciente demanda de carne de trucha en el mercado local, regional y nacional, los piscicultores desarrollan la piscicultura de la trucha en jaulas flotantes en las lagunas altoandinas de la región Junín - Perú, sin realizar estudios sobre la productividad piscícola de los recursos hídricos. Asimismo, la Dirección Regional de la Producción de Junín, institución encargada de supervisar piscigranjas que operan en la región, tampoco realiza este tipo de evaluaciones, lo cual no permite un uso racional de los recursos hídricos lénticos, provocando una contaminación progresiva por exceso de residuos producidos por la alimentación artificial de las truchas, los cuales se van acumulando en el fondo, alterando la naturaleza del sedimento y consecuentemente se altera la calidad del agua, lo cual conlleva que en el futuro estos recursos hídricos superen los estándares de calidad ambiental para agua establecidos por el Ministerio del Ambiente de Perú, para la conservación del ambiente acuático.

La limnología y la piscicultura de aguas continentales siempre han estado ligadas en su aplicación, la razón es que para el desarrollo de la piscicultura se necesita de la caracterización limnológica del recurso acuático a utilizarse; en virtud a que esta estudia la interrelación de los factores físicos, químicos y biológicos de las aguas continentales a fin de evaluar la productividad (Wetzel, 1983; Cole, 1988; Roldán & Ramírez, 2008).

Los rangos óptimos, para el oxígeno disuelto (6.5 – 9.0) mg/l, alcalinidad (20 – 200) mg/ICaCO₃, dureza (60 – 300) mg/l, nitrato (<100 mg/l) y nitrito (<0.055) mg/l (FONDEPES, 2014). En cuanto a la alimentación de los salmónidos en general y en especial la trucha, su alimento natural, mayormente, está conformado por insectos, predominando los dípteros (*Tabanidae*, *Chironomidae*, *Simuliidae*), hemíptera, coleóptera, orthóptera, entre otros (López, 1984).

Las lagunas forman parte de los llamados sistemas lénticos, cuya característica fundamental es el almacenamiento de un volumen importante de agua que carece de un flujo unidireccional continuo. Precisamente, sus aguas quietas propician importantes cambios ambientales, en su entorno, que conducen al desarrollo de ecosistemas ampliamente diferentes a los de las aguas corrientes (Bolaños & Manchabajoy, 2012).

La latitud al igual que la altitud, influyen de manera importante sobre la temperatura de las aguas; también, si el agua está quieta, las capas superiores se calientan más que las capas de agua profunda. Ello causa una diferencia de temperatura a medida que aumenta la profundidad de la columna de agua y eventualmente se produce una estratificación vertical de las diferentes masas de agua. Esta variación de la temperatura de las aguas en función de la profundidad no se manifiesta por un descenso progresivo sino con frecuencia, por una brusca discontinuidad, conocida por el nombre de termoclina. En consecuencia, el cuerpo de agua se estratifica, diferenciándose en tres zonas de la superficie al fondo: epilimnion, metalimnion e hipolimnion (Barnabé, 1996; Arocena & Conde, 1999 & Chang, 2009).

Las aguas superficiales no contaminadas contienen entre siete 7 y 14 mg/l de oxígeno disuelto, aunque en situaciones de elevada productividad primaria o turbulencia pueden registrarse valores de sobresaturación. Altas cargas de materia orgánica resultan en valores bajos de oxígeno o en anoxia (ausencia de oxígeno) (Conde & Gorga, 1999).

La atmósfera contiene aproximadamente 21 % de oxígeno; el oxígeno es frecuentemente un factor que limita los sistemas de vida acuática las fuentes de producción primaria producen oxígeno en presencia de la luz, pero requieren oxígeno durante la noche; por lo tanto, el oxígeno puede limitar tanto a la producción primaria como a la secundaria. La distribución vertical de oxígeno en lagos y estanques depende de los patrones de circulación y la producción potencial del agua (Wheaton, 1993).

La concentración de dióxido de carbono varía con la fotosíntesis, la respiración aeróbica y la oxidación de la materia orgánica, durante el día, la concentración de CO₂ en el *epilimnion* disminuye debido a la fotosíntesis; mientras en el *hipolimnion*, la oxidación de la materia orgánica la incrementa (Conde & Gorga, 1999). La descomposición de material orgánico produce dióxido de carbono, así como la respiración de las plantas y animales (Wheaton, 1993).

En las aguas dulces no contaminadas de pH entre 6.4 y 8.3, la alcalinidad se debe generalmente al bicarbonato de calcio (Ca (HCO₃)₂).

La concentración de la dureza en las aguas dulces se debe principalmente a la presencia de carbonatos y bicarbonatos de metales alcalinotérreos (Ca y Mg), por ser estos los iones más abundantes.

El pH indica la concentración de iones hidrógeno en el agua y están íntimamente involucrados con la acidez, la alcalinidad y la basicidad. En las aguas naturales, el pH varía entre 6 y 9. Los efectos letales aparecen a valores menores a 4.5 y mayores a 9.5, aunque existen organismos adaptados a valores más extremos (Wheaton, 1993).

Los nitritos son una forma intermedia entre el amonio y el nitrato (nitrificación) o entre nitratos y nitrógeno (desnitrificación). La presencia de nitritos en

agua indica procesos biológicos activos influenciados por contaminación orgánica. Los nitritos están normalmente ausentes en las aguas superficiales o presentes en cantidades del orden de 0,001 mg/l. Se considera que concentraciones superiores a 0.09 mg/l pueden causar efectos tóxicos en especies de salmónidos y ciprínidos más sensibles (Geraldí, 2009).

Los nitratos estimulan la flora acuática en presencia de otros elementos indispensables aumentando la productividad del curso de agua, pero la vegetación en exceso puede ser invasora y perjudicial (Arrignon, 1979).

Estos compuestos unidos al amonio, se convierten en elementos importantes para lagos y lagunas, por ser el aporte principal de nitrógeno de los seres acuáticos. Asimismo, altas concentraciones de nitrógeno en el agua indica eutrofia (Roldán & Ramírez, 2008).

Los fosfatos constituyen en los ecosistemas acuáticos, los nutrientes limitantes de la producción primaria, lo cual determina su estado trófico, existiendo una fuente importante en el sedimento, cuyo desprendimiento incrementa el proceso eutrofización.

Cuando las concentraciones de fosfatos son muy altas, ocasionan un rápido crecimiento de algas, como la *Spyrogyra* sp, las cuales concentran hasta diez veces la cantidad de fósforo requerido normalmente, formando una densa capa superficial que luego de la descomposición, ocasionan una contaminación mortal para los peces (Arrignon, 1979).

Los organismos planctónicos desempeñan un papel importante dentro de la productividad de un ambiente acuático; el zooplancton regula la biomasa fitoplanctónica y bacteriana, así como también, aporta materia orgánica particulada a la columna de agua. Es la comunidad de microorganismos autótrofos, (microalgas, cianobacterias, protozoarios) que viven suspendidos en la columna de agua y constituye la base de la cadena trófica en cualquier ecosistema acuático (Vicente et al., 2005).

En relación al zooplancton, la importancia radica en que son los consumidores primarios, por lo que se les considera el eslabón entre las microalgas acuáticas y los consumidores secundarios, como insectos acuáticos, larvas o peces de pequeños, que sirven de alimento a peces mayores (Wetzel, 2001).

Respecto al bentos, son los organismos que viven en el fondo de las lagunas, el cual ofrece una gran variedad de hábitat y una gran diversidad de organismos. La zona del litoral es la que presenta mayor diversidad de hábitat, mientras que, en las zonas más profundas, escasea el alimento y el oxígeno, reduciendo la diversidad de la fauna bentónica (Roldán & Ramírez, 2008).

Referente al necton, es la comunidad errante compuesta por organismos que se desplazan activamente en el agua por sus propios medios como peces, crustáceos y anfibios (Roldán & Ramírez, 2008).

En cuanto a las plantas acuáticas visibles a simple vista, se encuentran las plantas vasculares, briofitos, macroalgas y cianobacterias (Cirujano et al., 2005). El fitoplancton junto con la vegetación acuática conforman los componentes autótrofos de las lagunas, de tal manera que, muchos iones y compuestos inorgánicos disueltos en el agua son convertidos en materia orgánica, constituyéndose en el soporte de las comunidades biológicas (Ramírez & Viña, 1998).

En relación a la capacidad biogénica (B) calculada en función a las características fisicoquímicas y biológicas predominantes en el ambiente acuático, considerando un valor de capacidad biogénica en base a la clasificación de Wurtz (1961), citado por Arrignon (1979), la cual considera 10 grados que corresponden a ciertas características del agua y que van de I a X, se obtuvo como resultado que las lagunas Habascocha, Huascacocha y Pomacocha, presentan una capacidad biogénica de IV, siendo aguas de una productividad piscícola media.

En cuanto a la productividad piscícola calculada de las lagunas en función a sus componentes orgánicos e inorgánicos, siendo la producción la cantidad de peces producidos por una unidad de tiempo y expresada en unidades de peso por unidad de superficie (kg/ha/año) (Arrignon, 1979), se obtuvo como resultado que, las lagunas Habascocha y Huascacocha presentan una productividad piscícola de manera extensiva de 245.56, 264.72 y 239.85 kilogramos por año, respectivamente; la cual, resulta adecuada para la producción de truchas en jaulas flotantes.

Conclusiones

- Los parámetros limnológicos determinantes en la productividad piscícola, cumplen con los requerimientos ambientales para la piscicultura de la trucha arco iris en diferentes sistemas de producción en lagunas altoandinas - Junín, Perú.
- Las lagunas Habascocha, Huascacocha y Pomacocha presentan una capacidad biogénica de IV, siendo aguas de una productividad piscícola media.
- La productividad piscícola de manera extensiva para las lagunas, Habascocha, Huascacocha es de 245.56, 264.72 y 239.85 kilogramos por año, respectivamente, la cual resulta adecuada para la producción de truchas en jaulas flotantes.

Referencias bibliográficas

Arocena, R. & Conde, D. (1999). *Métodos en ecología de aguas continentales*. Montevideo, Uruguay: Universidad de la república.

Arrignon, J. (1979). *Ecología y piscicultura de aguas dulces*. Madrid, España: Mundiprensa.

Barnabé, G. (1996). *Bases biológicas y ecológicas de la acuicultura*. Zaragoza, España: Acribia S.A.

Bolaños, C. & Manchabajoy, J. (2012). *Caracterización geográfica de las lagunas de la cuenca hidrográfica del Río Guaitará*, Departamento de Nariño. San Juan de Pasto.

Bouchard, R. (2004). *Guide to aquatic invertebrates of the upper midwest: Identification manual for students, citizen monitors and aquatic resource professionals*. University of Minnesota.

Chang, J. (2009). *Limnología*. Guayaquil.67

Cirujano, S., Cambra, J. & Gutiérrez, C. (2005). *Protocolos de muestreo y análisis para macrófitos*. España: Confederación Hidrográfica del Ebro.

Cole, G. (1988). *Manual de Limnología*. Buenos Aires: hemisferio sur S.A.

Fernández. (1977). *Manual práctico Ilustrado de Criptogamia*. Departamento de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo.

Fernández, H. & Domínguez, E. (2001). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericano*. (U. d. Tucumán, Ed.) Tucumán. Argentina.

FONDEPES. (2014). *Crianza de Trucha en Ambientes Convencionales*. Lima.

García, A. & Calvario, O. (2003). *Manual de buenas prácticas de producción acuícola de trucha para la inocuidad alimentaria*. Mexico.

Geraldi, A. (2009). *Estudio geoambiental de la cuenca Lagunar Las Encadenadas del Oeste*. Bahía Blanca.

Guzmán, J. (2006). *Limnología*. Arequipa - Perú.

Huarachi, N. (1997). *Evaluación de la Sub - Cuenca del Chili para la introducción del pejerrey (Basilichthys bonariensis)*. Arequipa: Esc. Profesional Ing. Pesquera - UNSA.

Lazarte, R. (2018). *Aspectos limnológicos y determinación de la productividad piscícola, para truchicultura en la laguna "Lecjempa" (distrito de Lari, provincia de Caylloma, region de Arequipa)*. Tesis para optar título profesional de Ingeniero Pesquero. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú.

Mariano, M. (2001). *Composición y estructura de la comunidad fitoplanctónica en la laguna Tranca Grande (Junín, Perú)*. Junín: Facultad de Ciencias Biológicas - UNMSM.

Mariano, M.; Huamán, P.; Mayta, E.; Montoya, H. & Chanco, M. (2010). *Contaminación producida por piscicultura intensiva en lagunas andinas de Junín, Perú*. Rev. peru. biol. 17(1): 137 - 140.

Pennak. (1953). *Freshwater invertebrates of Unites States*. NewYork - USA: Royal Press Co.

- Ramírez, A., & Viña, G. (1998). *Limnología colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis*. Colombia: Panamericana.
- Riofrío, Samanez, Carrasco & Clavo. (2001). *Caracterización limnológica de la laguna de Cashibococha*. Ucayali.
- Roldán. (1992). *Fundamentos de limnología neotropical*. Medellín.
- Roldán, G. & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de la limnología neotropical*. Universidad de Antioquia.
- Trelles, J. (2005). *La productividad piscícola de la laguna de Machucocha (Distrito de Orcopampa, Provincia de Castilla, Departamento de Arequipa) y su uso en truchicultura*. Arequipa.
- Villegas, J. (1983). *Estudio limnológico de la laguna Chincococha y su uso en el cultivo de truchas*. Lima.
- Wetzel, R. (1982). *Limnología*. Madrid, España: Omega.
- Wheaton, F. (1993). *Acuicultura: Diseño y construcción de sistemas*. México: AGT Editor S.A.