



UNAP

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA
AMAZÓNIA PERUANA**



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**USO DE NUTRIENTES EN PERIODOS NICTEMERALES COMO
HERRAMIENTA DE DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE UNA
MICROCUCENCA TROPICAL**

POSTULANTE:

PIERRE MARTÍN MÁRQUEZ MALARÍN

NOMBRE DEL SUPERVISOR ACADÉMICO:

Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN, Dr.

INTRODUCCIÓN

Tema de Investigación

Uso de concentraciones orgánicas e inorgánicas de nitrógeno y fósforo como especies que definen el grado de impacto de los ecosistemas acuáticos y ribereños.

Estado del Conocimiento sobre el tema (Marco Teórico)

En la actualidad, la identificación de causas y efectos relacionados con los impactos en ecosistemas acuáticos son extensamente estudiados (Gardiman-Junior et al. 2018). Alteraciones ecosistémicas en cuerpos de agua son controlados por relaciones complejas entre factores bióticos y abióticos, siendo que cualquier perturbación que cause alteración puede ser detectada por las características limnológicas y biogeoquímicas de sus aguas (BUENO et al., 2005). Según Porto & Porto (2008) ecosistemas acuáticos de menor tamaño como las microcuencas, se volvieron con mayor frecuencia unidades naturales para la ejecución de acciones en la gestión ambiental. El análisis de los efectos ambientales en ecosistemas acuáticos, puede ser cuantificada, en mayor grado de precisión, utilizando microcuencas con áreas reducidas (Gardiman-Junior et al. 2018). Estos ecosistemas acuáticos, en función de su pequeña conformidad espacial, permiten evaluar de forma más precisa y directa los impactos de las actividades que se desenvuelven sobre sus aguas (GUIMARÃES et al., 2010).

La dinámica funcional de las microcuencas son influenciados por las características ambientales que se modifican en diferentes escalas de tiempo (horarias, diarias, mensuales y anuales) (ICHIMURA, 1960). En regiones tropicales, los estudios en periodos de tiempo de horas y días, identifican fenómenos de gran importancia, con duración relativamente corta y frecuencias regulares, que en estudios con mayor amplitud de tiempo como los mensuales y anuales son fácilmente desapercibidos (SCHIAVETTI & CAMARGO, 2002).

Estudios diarios con denominación nictemeral (del griego Nychthémeron: un día y una noche) corresponden a variaciones cíclicas en periodos de veinticuatro horas sobre la influencias de factores bióticos y abióticos en ecosistemas acuáticos (PÁDUA, 2001). Según Santos & De Paula (2019), las variaciones nictemerales en regiones tropicales son herramientas útiles para medir el nivel de impactos en el ambiente mediante las fluctuaciones de nutrientes y parámetros de campo. Eso puede ser visto cuando ellos observaron en una corriente prístina localizada en el estado de Bahía - Brasil; cambios en la biogeoquímica después del recibimiento de agua residual no tratada en un núcleo urbano en intervalos de una hora durante ciclos nictemerales. Los estudios nictemerales generan informaciones sobre periodos cortos de las fluctuaciones de los factores ecológicos en ecosistemas acuáticos donde su funcionamiento es influenciado por factores ambientales

como el suelo, geología, agua subterránea, componentes fitofisionómicos, y por la incidencia y ausencia de luz solar (fotociclo) (GANF & HORNE, 1975).

El fotociclo es un proceso natural que revela la dinámica biogeoquímica que ocurre en tiempos cortos en ríos y riachos mediante alteraciones diarias de las concentraciones de nutrientes (NIMICK et al. 2011). Existen nutrientes esenciales como el nitrógeno (N) y fósforo (P) que intervienen activamente en los procesos ecológicos de ecosistemas acuáticos (SILVA et al. 2015). Según Wang et al. (2019), en el metabolismo de sistemas acuáticos, el fósforo y nitrógeno son los principales elementos que controlan la ecología de los organismos productores; justamente con algunos parámetros limnológicos como la temperatura, el oxígeno disuelto, pH; y por factores climáticos como las lluvias. Existen estudios que vienen demostrando la importancia de la precipitación en las concentraciones de nutrientes en microcuencas, mediante alteraciones rápidas de la amplitud de caudal y transporte de nutrientes por las escorrentías en periodos cortos. (HAYGARTH et al. 2004; CHAUSSÊ et al. 2016; CHEN et al. 2019). La mayoría de estudios nictemerales con evaluación de nutrientes en regiones tropicales son desenvueltos en ecosistemas estuarinos, principalmente en virtud de la intervención de la marea en la dinámica de nutrientes (ABREU et al. 2010; SOUZA SANTOS et al. 2012; LELES et al. 2018). Sin embargo, son limitados los estudios de esta naturaleza en ecosistemas de agua dulce.

Contexto y Problemática Social

La explosión demográfica que se vive en todos los rincones del mundo, ha llevado serios problemas ambientales como consecuencia de actividades humanas como la deforestación, el monocultivo, mala segregación de los residuos domésticos e industriales, etc. Estas actividades generan enormes impactos negativos al ambiente; como pérdidas de ecosistemas, alteraciones en la dinámica de la vida silvestre y daños irreparables a recursos naturales que son consumidos por poblaciones urbanas y rurales. Frente a estos eventos negativos, muchas organizaciones en defensa de la preservación y conservación del ambiente, vienen trabajando con organismos gubernamentales en el desarrollando de políticas que permitan la correcta gestión de los ambientes naturales globales. Una solución a la par con las políticas ambientales, son las investigaciones ambientales que se desarrollan en grupos calificados, las cuales determinan ciertos componentes cuantitativos y cualitativos en los diversos ecosistemas y sirven como soporte a las gestiones que se realizan en mejora de la naturaleza. Existen estudios en la naturaleza como los limnológicos y biogeoquímicos que ayudan a determinar el estado situaciones de un ecosistema.

Estudios sobre componentes limnológicos en periodos nictemerales son muy limitados en aguas continentales tropicales; y aún más los trabajos donde se añaden variables biogeoquímicas como los nutrientes (fósforo y nitrógeno). El fósforo y el nitrógeno son nutrientes que intervienen en el metabolismo del fitoplancton en los sistemas acuáticos ayudando al buen funcionamiento de la red trófica del agua. Estos nutrientes se generan de forma natural en la naturaleza como resultado de ciclos biogeoquímicos; sin embargo, también son componentes de muchas sustancias; como los nutrientes agrícolas utilizados en ciertos tipos de cultivos; las aguas residuales domésticas e industriales; componentes activos de detergentes; entre otros. Las elevadas concentraciones de estos nutrientes, provocan explosiones en concentraciones de biomasa fitoplanctónica acelerando el proceso de eutrofización de un cuerpo de agua y por ende la pérdida del ecosistema acuático.

Existen muchas zonas en el Perú donde la agricultura es fundamental para generar flujo económico, como también zonas donde muchas poblaciones aprovechan los ecosistemas acuáticos para el lavado de las vestimentas de uso diario; sin saber el daño que genera a las aguas naturales. El monitoreo de los efectos de estas actividades en ecosistemas acuáticos aledaños debe ser prioridad dentro de políticas de control ambiental del estado Peruano. En el Perú, existe escasa información sobre estudios de parámetros limnológicos y nutrientes en ciclos nictemerales. Mismo conociendo hoy en día la importancia de sus componentes para el diagnóstico de impactos ambientales. Realizar investigaciones limnológicas y biogeoquímicas en cuerpos de agua, permitiría optimizar las actuales políticas públicas con respecto al ambiente, así como ser una herramienta de rápido diagnóstico utilizando variaciones nictemerales en los estudios.

Justificación de la Investigación

Las microcuencas por su pequeño tamaño, son fundamentales dentro del diagnóstico ambiental, y puede ser utilizado como instrumento de gestión. Una explicación para lo nombrado, es que estos pequeños cuerpos de agua pueden cambiar en periodos extremadamente cortos su volumen a razón de fuertes e intensas lluvias; comportamiento que no se observa en ríos de gran caudal. Estos rápidos comportamientos solo puede registrarse con estudios nictemerales (periodos continuos de 24 horas), donde se nombra como factor limitante, la incidencia y ausencia de luz solar (fotociclo) que intervienen además, en los comportamientos de ciertos parámetros limnológicos.

Las concentraciones de nutrientes varían según los comportamientos externos; y las especies de estos (nitrito, nitrato, amonio, fosfato, materiales orgánicos particulados y disueltos) dan explicaciones de acontecimientos que se vienen llevando en el ecosistema en estudio. De esa

forma se puede determinar el grado de preservación o impacto de un ecosistema acuático. Con el presente estudio, se pretende conocer las concentraciones y el comportamiento de los parámetros limnológicos y nutrientes en microcuencas del Perú; será un gran aporte para la ciencia nacional, pues no solo será un estudio de línea base local; sino que servirá como modelo para investigaciones regionales y nacionales en diferentes ecosistemas de la costa, sierra y selva del Perú. Con el estudio, también se pretende el reconocimiento de la importancia de los estudios limnológicos y biogeoquímicos en tiempos cortos (periodos nictemerales) como una innovadora herramienta del rápido diagnóstico ambiental acuático; y así, pueda contribuir en políticas nacionales sobre materia ambiental.

OBJETIVOS

General

- Determinar las concentraciones de nutrientes y su dinámica en períodos nictemerales en una microcuenca tropical con la finalidad de conocer el grado de impacto ecosistémico y verificar si existe influencia en función de la estacionalidad y de la Fitofisionomía.

Específicos

- Evaluar las variaciones a lo largo de períodos nictemerales de parámetros limnológicos (temperatura, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto) en una microcuenca localizada en la Amazonía Peruana.
- Determinar las concentraciones de nitrógeno y fósforo orgánico e inorgánico disuelto y particulado en ciclos nictemerales en la microcuenca en estudio.
- Comparar los parámetros limnológicos y nutrientes entre los periodos estacionales Amazónicos en la microcuenca de estudio.
- Determinar el efecto de la estacionalidad amazónica y la Fitofisionomía local en los ciclos nictemerales de nutrientes y parámetros limnológicos en el área de estudio
- Verificar las correlaciones entre los parámetros limnológicos con las concentraciones de nutrientes en ciclos nictemerales en la microcuenca de estudio.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio se realizará en una microcuenca hidrográfica (M1) (figura 1), situada en el área de amortiguamiento de la reserva nacional Allpahuayo Mishana, en el km. 23.5 de la carretera Iquitos – Nauta, distrito de San Juan Bautista – Región Loreto, Perú; a 97 m.s.n.m.; dentro de las coordenadas $03^{\circ}56'36.4''S$, $73^{\circ}23'55.26''W$ (Figura 1). El ecosistema a ser estudiado es afluente de la cuenca del río Nanay; y es clasificado como un cuerpo de agua de tercer orden según el método de Strahler. Posee características de aguas negras (coloración oscura) según la clasificación de Sioli (1968). El suelo es tipificado de Entisol, con característica aluvial y mal drenada, sin horizonte definido; presenta material superficial arenoso y abundante vegetación ribereña cubriendo varios tramos aguas arriba (RODRIGUEZ et al. 1991). La vegetación es extendida con alta penetración de luz solar al borde de la microcuenca por poseer vegetación herbácea ribereña y dominación en el área de especies de palmeras (IIAP/BIODAMAZ, 2021); que puede ser clasificado según el mapa nacional de ecosistemas del Perú (SINIA-MINAM, 2021), como ecosistema de pantano de palmera. El clima es tropical Ecuatorial (AF) según la clasificación de Köppen (1931); con ambiente cálido y lluvioso todo el año, sin estaciones definidas. La temperatura media anual máxima se encuentra entre $31^{\circ}C - 33^{\circ}C$ y mínima entre $21^{\circ}C - 25^{\circ}C$, con precipitación media anual entre 2100 – 5500 mm y alta humedad (SENAMHI, 2021).

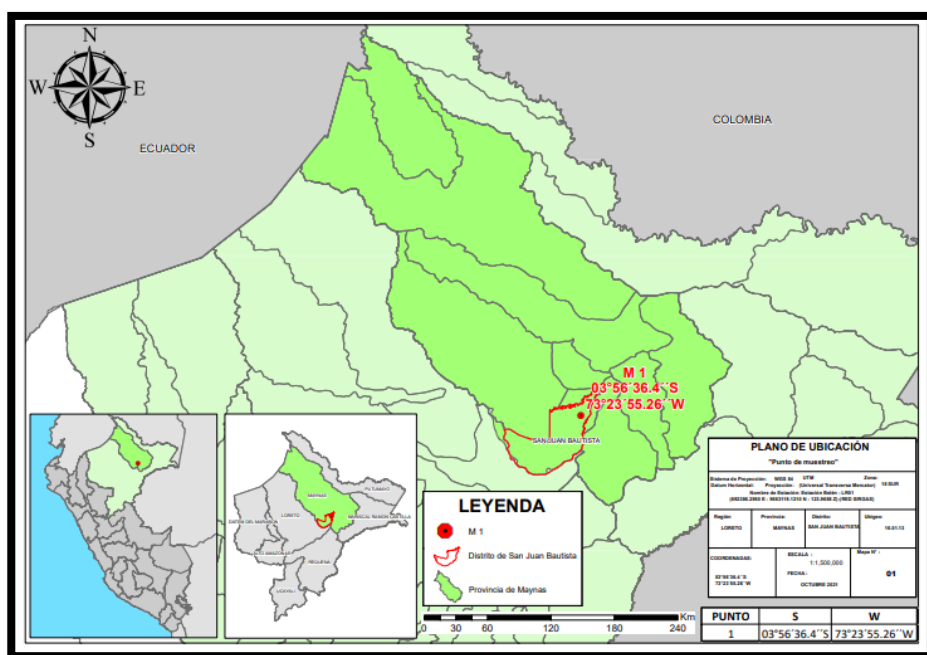


Figura 1. Localización del área de estudio en la Región Loreto, Perú.

Tipo y diseño de investigación

El presente estudio puede ser clasificado de acuerdo a Ñaupas et al. (2014) en aplicada y de acuerdo al diseño de contrastación la investigación es descriptiva simple no experimental, que tiene por finalidad describir los resultados de acuerdo a los objetivos de la presente investigación; siendo el objeto de estudio la determinación de las concentraciones de nutrientes.

Población en Estudio: Las concentraciones inorgánicas y orgánicas (disueltas y particuladas) de nitrógeno y fósforo en ciclos nictemerales y su relación con la nictemeralidad de parámetros limnológicos, precipitaciones estacionales y Fitofisionomía local.

Muestra: Registros de análisis de nutrientes obtenidos en muestreos nictemerales.

Problema: ¿Cómo la determinación de las concentraciones de nutrientes puede usarse para conocer los niveles de impacto ambiental en una microcuenca amazónica?

Hipótesis Investigativa: Mediante la determinación de las concentraciones y comprensión de la dinámica de nutrientes, se conocerá el nivel de impacto ambiental que posee una microcuenca Amazónica y sus ecosistemas ribereños en el presente estudio.

Variables y su operacionalización

Variable	Indicador	Índices	Medio de verificación
Independiente: <ul style="list-style-type: none"> fotoperiodo. precipitaciones. factores fitofisionómicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Variación nictemeral Variación estacional Vegetación y tipo de suelo 	<ul style="list-style-type: none"> Índices de incidencia de luz solar. Índices de precipitaciones Caracterización de la vegetación y suelo 	<ul style="list-style-type: none"> periodos de luz, niveles pluviométricos (mm.) y estudios bibliográficos de la tipología de flora y suelo del área
Dependientes: <ul style="list-style-type: none"> concentraciones de nutrientes registro de datos limnológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Registros de concentraciones de nitrógeno y fósforo inorgánico y orgánicos disuelto y particulado Parámetros Físicos y Químicos: <ul style="list-style-type: none"> Temperatura del Agua Oxígeno Disuelto pH Conductividad Eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> $\mu\text{M/L}^{-1}$ $^{\circ}\text{C}$ % saturación Unidades de pH $\mu\text{S/cm}^{-1}$ 	<ul style="list-style-type: none"> Equipo Espectrofotómetro Equipo Multiparámetro

Técnica de muestreo y obtención de información

Las colectas serán realizadas dentro de los períodos estacionales Amazónicas denominados creciente (mayores niveles de precipitación) y vaciante (menores niveles de precipitación) a cada tres meses que iniciaran en diciembre del 2021 y finalizaran en setiembre del 2022. La colecta será realizada de forma nictemeral (muestreos continuos de 24 horas) con frecuencia de una colecta por cada hora, utilizando botellas de vidrio de un litro, previamente preparadas para el muestreo. Las variables físico-químicas: temperatura, conductividad eléctrica, pH y temperatura del agua; serán medidas y registradas IN-SITU, en cuaderno de campo y en los mismos horarios de la muestra por medio de sondas de multiparámetro de marca AKSO AK-88

Las botellas muestreadoras serán llevadas al laboratorio limnológico de la facultad de Ciencias Biológicas para su posterior procesamiento y análisis.

Recursos humanos, materiales y equipos.

El presente proyecto de investigación admite colaboradores como medio para cumplir los objetivos propuestos. Los colaboradores brindaran apoyo en las colectas y análisis de laboratorio que se realizaran.

Los materiales y equipos a utilizarse en los muestreos de campo son los siguientes: Equipo multiparámetro (registro de parámetros limnológicos IN-SITU), baterías alcalinas (para uso en el multiparámetro), carpa de pernoctación, linternas para la noche, cuaderno de apuntes, frascos colector de vidrio, cooler de transporte, hielo seco para cadena en frío, marcador para rotular y etiquetas rotuladoras

Los materiales y equipos a utilizarse en los análisis de laboratorio son los siguientes: equipo espectrofotómetro (para análisis de nutrientes), equipo de columna reductora de Cadmio, membrana de fibra de vidrio, estufa, horno, sistema de bomba al vacío, pinzas, vaso precipitado de 50 ml., micropipetas, pipetas de 1ml, 5 ml., 10 ml., 15 ml., matraces de 1 litro, frascos de vidrio tapa rosca, frascos ambar de vidrio, frasco de polietileno.

Procesamiento y análisis de la información

Se empleará Microsoft Excel para la tabulación de datos y elaboración de graficas comparativas de valores de los distintos parámetros limnológicos. A su vez se utilizará Microsoft Excel como herramienta para obtener la ecuación de la recta que ayude a obtener concentraciones precisas de nutrientes. Será utilizada el análisis de varianza (ANOVA) de una vía, seguido del test de Tukey para comparar las variaciones nictemerales entre los

periodos estacionales Amazónicos. Será adoptado el $p < 0.05$ como valor mínimo de significancia. El Software Graph Prism V9.0 será empleado para análisis estadístico y elaboración de los gráficos.

Cronograma

El proyecto de investigación tendrá una duración de doce meses, en la cual se tendrá una exhaustiva revisión bibliográfica durante todo el tiempo que dure la investigación. Se realizaran cuatro colectas la cual tiene que abarcar los dos periodos estacionales Amazónicos; para tal fin se organizó los muestreos a cada tres meses, siendo los meses 1, 4, 7 y 10, determinados para muestreos. El análisis de laboratorio y análisis de datos se realizaran inmediatamente después de haber realizado los muestreo. El análisis y el procesamiento de la información se realizará inmediatamente después de haber realizado el análisis de laboratorio y análisis de datos. La redacción del informe final se realizará los tres últimos meses, inmediatamente después del último muestreo; sólo a la espera de los resultados finales. El informe final se tendrá elaborado el último mes del proyecto.

Presupuesto

El presente proyecto necesitará un presupuesto aproximado de 7832.00 soles, siempre y cuando no existan eventos que puedan causar el aumento o disminución del monto solicitado. La investigación cuenta equipos y ciertos materiales para la ejecución, siendo los siguientes: equipo multiparámetro, equipo espectrofotómetro, sistema de bomba en al vacío, estufa, horno, columna reductora de Cadmio y Cooler de transporte. Los demás materiales nombrados en materiales y equipos, serán comprados para la ejecución del proyecto, siendo estos:

N°	EQUIPO Y/O MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO EN SOLES	PRECIO FINAL EN SOLES	BSERVACIÓN
1	Linternas	2 unds.	16	32	Ninguna
2	Cuaderno de campo	1 und.	3	3	Ninguna
3	Frasco colector de vidrio	30 unds.	55	1650	Ninguna
4	Hielo en gel	6 unds.	15	90	Ninguna
5	Marcador	2 unds.	2	4	Ninguna
6	Etiquetas	1 pqt.	1	1	Ninguna
7	Baterías alcalinas (Duracel)	3 pares	6	18	Ninguna
8	Membrana de fibra de vidrio	1 pqt. (100 und.)	250	250	Ninguna
9	Carpa de pernoctación.	1 und.	120	120	Ninguna
10	Pinzas.	4 unds.	4	16	Ninguna
11	Vaso precipitado 50 ml.	12 unds.	25	300	Ninguna
12	Micropipeta.	1 und.	318	318	Ninguna
13	Pipeta de 1,5,10, 15 ml.	20 unds.	80	1600	Ninguna
14	Matraces de 1 litro.	12 unds.	40	480	Ninguna
15	Frascos de vidrio tapa rosca.	12 unids	60	720	Ninguna
16	Frascos ambar de vidrio.	12 unds.	75	900	Ninguna
17	Frascos de polietileno.	6 unds.	55	330	Ninguna
18	Imprevistos.	1 und.	1000	1000	Ninguna
Presupuesto total				7832	

LITERATURA CITADA

- GARDIMAN-JUNIOR, B.S. et al. Variáveis-chave para determinação da qualidade da água em microbacias com plantios de eucalipto. *Ciência Florestal*, Santa Maria. [S.I.], vol. 28, n.1, p.127 - 140, 2018.
- BUENO, L. F. et al. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde, Conchal, SP. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, vol. 25, n. 3, p. 742-748, 2005.
- PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. *Estud. AV.*, São Paulo, vol. 22, n. 63, p. 43 - 60, 2008.
- GUIMARÃES, R. Z. et al. Avaliação dos impactos da atividade de silvicultura sobre a qualidade dos recursos hídricos superficiais. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, vol. 38, n.87, p. 377 - 390, 2010.
- ICHIMURA, S. Diurnal fluctuation of chlorophyll content in lake water. *Botanical Magazine*, Tokyo, Vol. 73, p. 217-224. 1960.
- SCHIAVETTI, A.; CAMARGO A. F. M.; Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Bahia: UESC, 2002.
- PÁDUA, D. M. C. Fundamentos de piscicultura. 2. ed. Goiânia: Ed. da UCG, 2001.
- SANTOS, D.A.; DE PAULA, F.C.F. Diel changes in aquatic biogeochemistry of a pristine stream receiving untreated urban sewage at Brazilian rainforest. *Environmental Science and Pollution Research*, Germany, vol. 26, n.12, p. 12324 – 12334, 2019.
- GANF, G. G.; HORNE, A. J. Diurnal stratification, photosynthesis and nitrogen fixation in a shallow equatorial lake (Lake George, Uganda). *Freshwater Biology*, Vol. 5, p. 13-19, 1975.
- NIMICK, D.A.; GAMMONS, C.H.; PARKER, S.R. Diel biogeochemical processes and their effect on the aqueous chemistry of streams: a review. *Chemical geology*, USA, vol. 283, p. 3 – 17, 2011.
- SILVA, D. M. L. et al. Land use effects on nutrient concentration in a small watershed in northeast Brazil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, [S.I.], vol. 19, n. 2, p.1 – 10, 2015.
- WANG, J. et al. Diel variation of water inorganic nitrogen and phosphorus during algal blooms. *Polish Journal of Environmental Studies*, Beijing - China, vol. 28, n.2, p. 867 – 875, 2019.
- HAYGARTH, P. et al. Temporal variability in phosphorus transfers: classifying concentration? discharge event dynamics. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, European Geosciences Union, vol. 8, n.1, p.88-97, 2004.
- CHAUSSE, T. C. C. et al. Evaluation of nutrients and major ions in streams—implications of different timescale procedures. *Environmental Monitoring and Assessment*, vol.188, n.38, 2016.
- CHEN, S. et al. Hurricane pulses: small watershed exports of dissolved nutrients and organic matter during large storms in the southeastern USA. *Science of the total environment*, vol.689, p. 232 – 244, 2019.
- ABREU, P.C. et al. Short- and Long-Term Chlorophyll a Variability in the Shallow Microtidal Patos Lagoon Estuary, Southern Brazil. *Estuaries and Coasts*, vol. 33; p. 554 – 569, 2010.
- SOUZA SANTOS, M.L. et al. Estudo nictemeral de parâmetros físicos e químicos na plataforma continental do Amazonas. *Tropical journal of fisheries and aquatic sciences*, vol. 12, n.1, 2012.
- LELES, S.G. et al. Lagrangian study of plankton trophodynamics over a diel cycle in a eutrophic estuary under upwelling influence. *Journal of the marine biological association of the United Kingdom*, vol. 98, n.7, p. 1547 – 1558, 2018.
- Rodríguez, A F. et al. Los suelos de la región del Amazonas según unidades fisiográficas. *Folia amazónica IIAP*. vol. 3, p. 7 – 20, 1991.
- IIAP/BIODAMAZ (Instituto de Investigaciones de la Amazonia peruana/Proyecto Diversidad Biológica de la amazonia peruana). Bases biofísicas y propuestas de zonificación de programas para el Plan Maestro de Zona Reservada Allpahuayo – Mishana Documento Técnico N° 10 – 88 p. 2004.
- Ministerio del Ambiente. MINAM. Sistema Nacional de Información Ambiental. SINIA: Lima, Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú. [Internet]. [Consultado 22 Oct 2021]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-nacional-ecosistemas-peru>
- KÖPPEN, W. P. *Grundriss der Klimakunde*. Berlin, Germany: Walter de Gruyter, 1931.
- Servicio Nacional de Meteorología e hidrología. SENAMHI: Lima, Mapa Climático del Perú. [Internet]. [Consultado 18 Oct 2021]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=mapa-climatico-del-peru>
- Ñaupas PH, Mejía ME, Novoa RE, et al. Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. Cuarta Edición. Bogotá: Ed. de la U, 2014.