



**UNAP**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**TESIS**

**VARIACIÓN NICTEMERAL EN PERIODOS ESTACIONALES  
DE ALGUNOS PARÁMETROS LIMNOLÓGICOS EN UNA  
MICROCUENCA AMAZÓNICA – RÍO NANAY,**

**LORETO - PERÚ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**BIÓLOGO**

**PRESENTADO POR:**

**PIERRE MARTÍN MÁRQUEZ MALARÍN**

**CALEB HILDEBRANDO LÓPEZ DEL ÁGUILA**

**ASESOR:**

**Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN, Dr.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2021**

# ACTA DE SUSTENTACIÓN



# UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 040-CGT-UNAP-2021

En la ciudad de Iquitos, Departamento de Loreto, mediante plataforma virtual, a los 29 días del mes de diciembre de 2021, a horas 09:05 se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: "VARIACIÓN NICTEMERAL EN PERIODOS ESTACIONALES DE ALGUNOS PARÁMETROS LIMNOLÓGICOS EN UNA MICROCUENCA AMAZÓNICA – RIO NANAY, LORETO - PERÚ", presentada por los Bachilleres **PIERRE MARTÍN MÁRQUEZ MALARÍN** y **CALEB HILDEBRANDO LÓPEZ DEL ÁGUILA**, autorizada mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 348-2021-DEP-FCB-UNAP, para optar el Título Profesional de **BIÓLOGO**, que otorga la UNAP de acuerdo a Ley 30220, su Estatuto y el Reglamento de Grados y Títulos vigente.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante RESOLUCIÓN DECANAL N°301- 2021-DEP-FCB-UNAP, de fecha 08 de noviembre de 2021, integrado por los siguientes Profesionales:

- |  |                     |
|--|---------------------|
| - <b>Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr.</b>          | - <b>Presidente</b> |
| - <b>Blgo. RICHARD JAVIER HUARANCA ACOSTUPA, M.Sc.</b> | - <b>Miembro</b>    |
| - <b>Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.</b>             | - <b>Miembro</b>    |



Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas, las cuales fueron respondidas:

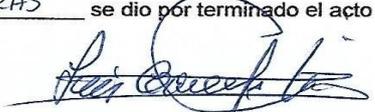
SATISFACTORIAMENTE

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:



La sustentación pública y la Tesis ha sido APROBADA con la calificación de BUENA estando los Bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de **BIÓLOGO**.

Siendo las 11:10 HORAS se dio por terminado el acto de sustentación.

  
Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr.  
Presidente

  
Blgo. RICHARD JAVIER HUARANCA ACOSTUPA, M.Sc.  
Miembro

  
Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.  
Miembro

  
Blgo. ENRIQUE RIOS ISERN, Dr.  
Asesor

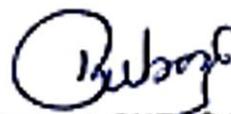
**JURADO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Luis Campos Baca', with a horizontal line drawn through the middle of the signature.

**Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr.**  
**Presidente**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Richard Huaranca Acostupa', with a horizontal line drawn through the middle of the signature.

**Blgo. RICHARD JAVIER HUARANCA ACOSTUPA, M.Sc.**  
**Miembro**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rossana Cubas Guerra', with a horizontal line drawn through the middle of the signature.

**Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.**  
**Miembro**

**ASESOR**



**Blgo. ENRIQUE RIOS IBERN, Dr.**  
**ASESOR**

## DEDICATORIA

A mis queridos padres: Carmela y Julio; por el apoyo constante, la resistencia, el amor y la complicidad. A Francis, que con su paciencia permitió completar este trabajo. A Bruna, que es mi razón para superar esta vida. Y especialmente a esa estrella en el cielo, mi querida abuelita Cremilda (*in memoriam*), que soñaba con ver este momento tan importante en mi vida.

A mi tía y mamá a la vez: Doris del Aguila; por su amor y apoyo sin igual.

A mi Papá José López y hermanos; por creer en mi.

A Avril, André, Arjen y Briana mis pequeños que con su amor me impulsan a ser cada día mejor en todo aspecto de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, que siempre me dio fuerzas para continuar.

A mi orientador, Blgo. Dr. Enrique Ríos Isern por la asesoría, conocimiento compartido, confianza e incentivo brindado durante la elaboración de este trabajo de investigación.

Al comité de grados y títulos de la facultad de Ciencias Biológicas (FCB – UNAP IQUITOS), por confiar en la ejecución de este trabajo de investigación

A la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB) y a su cuerpo docente, por las experiencias y todo lo aprendido durante la época de estudiante.

Agradezco a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP) por la infraestructura, destacando los espacios de estudio e interacción.

A nuestras familias por el apoyo incondicional y la paciencia frente a lo largo del proceso que representó nuestra consolidación como profesionales.

A mis amigos y colegas que colaboraron con apoyo y sugerencias en la realización de este trabajo.

## INDICE

	Págs.
PORTADA.....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN .....	ii
JURADO .....	iii
ASESOR.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
INDICE.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....	4
1.1. Antecedentes.....	4
1.2. Bases teóricas .....	6
1.3. Definición de términos básicos .....	7
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	9
2.1. Formulación de Hipótesis .....	9
2.2. Variables y su Operacionalización.....	10
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....	11
3.1. Diseño Metodológico .....	11
3.1.1. Tipo de investigación.....	11
3.1.2. Diseño de investigación.....	11
3.1.3. Población en estudio .....	11
3.1.4. Muestra .....	11
3.1.5. Procesamiento de la información .....	11
3.2. Diseño Muestral.....	12
3.2.1. Área de estudio .....	12
3.2.2. Procedimientos de muestreo y análisis de datos .....	14
3.2.3. Análisis estadístico .....	14
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	15
4.1. Precipitación .....	15
4.2. Parámetros Limnológicos .....	16
4.3. Comparación entre periodos de muestreo.....	19
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	21

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....	27
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES.....	28
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	29
ANEXOS.....	41

## RESUMEN

En el bioma amazónico existen ecosistemas acuáticos capaces de proporcionar información relevante sobre la dinámica limnológica de sus aguas. Ese dinamismo es fácilmente identificable en cuerpos de agua de menor escala como las microcuencas; y ocurre en periodos cortos del día, siendo sensibles a las variaciones nictemerales ocasionadas por el fotoperiodo y por la influencia estacional de la Amazonía. Este trabajo fue realizado en una microcuenca afluente del río Nanay en zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana en la Región Loreto – Perú. El objetivo fue determinar en los registros de algunos datos limnológicos las variaciones nictemerales en periodos estacionales en una microcuenca Amazónica y su relación con la precipitación. Fueron registrados datos limnológicos (temperatura, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto) en periodos de alta y baja pluviosidad a lo largo de periodos nictemerales. Los resultados demuestran dependencia de todos los parámetros registrados con el fotoperiodo, con excepción de la conductividad eléctrica. En este estudio la precipitación fue determinante en la diferencia de valores obtenidos periodos estacionales de muestreos, con excepción del oxígeno disuelto que reporto datos similares para ambos periodos. Además, se presume que las lluvias reportadas durante los muestreos tuvieron influencia en los bajos niveles de oxígeno disueltos encontrados en la microcuenca estudiada en ambos periodos. Dentro del estudio, también se pudo observar la influencia de la Fitofisionomía en la variación nictemeral y estacional de parámetros limnológicos en la microcuenca, siendo la cubierta forestal y el tipo de suelo claves en la dinámica de este ecosistema acuático estudiado.

**Palabras claves:** Nictemeral, Fotoperiodo, Lluvias, Parámetros limnológicos.

**Key words:** Diel, Photoperiod, Rains, Limnological parameters, Stream.

## ABSTRACT

In the Amazon biome there are aquatic ecosystems capable of providing relevant information on the limnological dynamics of their waters. This dynamism is easily identifiable in smaller scale water bodies such as micro-watersheds; and it occurs in short periods of the day, being sensitive to diel variations caused by the photoperiod and by the seasonal influence of the Amazon. This work was carried out in a stream tributary of the Nanay River in the buffer zone of the Allpahuayo Mishana National Reserve in the Loreto Region - Peru. The objective was to determine in the records of some limnological data, the diel variations in seasonal periods in an Amazonian stream and its relationship with precipitation. Limnological data (temperature, electrical conductivity, pH, dissolved oxygen) were recorded in periods of high and low rainfall along diel periods. The results show dependence of all recorded parameters on photoperiod, with the exception of electrical conductivity. In this study, precipitation was determinant in the difference of values obtained during the seasonal sampling periods, with the exception of dissolved oxygen, which reported similar data for both periods. In addition, it is presumed that the rainfall reported during sampling had an influence on the low levels of dissolved oxygen found in the stream studied in both periods. Within the study, it was also possible to observe the influence of phytophysiognomy in the seasonal and diel variation of limnological parameters in the stream, being the forest cover and soil type key in the dynamics of this aquatic ecosystem studied.

**Key words:** Diel, Photoperiod, Rains, Limnological parameters, Stream.

## INTRODUCCIÓN

Durante años, los cuerpos de aguas continentales fueron en muchas ocasiones determinantes para la evaluación del manejo y conservación de diferentes ecosistemas<sup>(1)</sup>, pues a él llegan los efectos secundarios de las alteraciones ecológicas producidas de forma natural o inducidas <sup>(2)</sup>.

Grandes ecosistemas acuáticos como ríos y lagos presentan productividad biológica dentro de su funcionalidad, debido a la intervención de factores abióticos que determinan la dinámica del sistema <sup>(3)</sup>. Sin embargo, los cuerpos de agua poco profundos como las microcuencas, poseen mayores niveles de productividad en cortos periodos de tiempo; además de ser altamente sensibles a cambios ambientales <sup>(4)</sup>.

En regiones tropicales como la Amazonía, las microcuencas son la mejor forma de utilizar un ecosistema acuático como herramienta indicadora de alteraciones ambientales <sup>(5)</sup>; y su entendimiento, se realiza mediante el conocimiento del comportamiento de su limnología <sup>(6)</sup>. En la actualidad, la limnología de las microcuencas se ha convertido en una alta prioridad de estudio y llama la atención en la investigación limnológica contemporánea <sup>(7)</sup>. Esto es particularmente cierto para las zonas tropicales amazónicas que son importantes ecosistemas de agua dulce de todo el mundo <sup>(8), (9)</sup>.

La limnología tropical está bien marcada a cambios en la composición físico-química del agua, influenciados por la disponibilidad de luz solar y por cambios estacionales como las precipitaciones <sup>(10), (11)</sup>. En la actualidad existen estudios que vienen demostrando la influencia de las precipitaciones estacionales en las concentraciones de algunos parámetros limnológicos en

microcuencas; y en estos casos, las alteraciones son rápidas con variación de la amplitud del caudal en periodos cortos de tiempo <sup>(12), (13), (14)</sup>.

Parámetros limnológicos como conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH y temperatura gobiernan en gran medida estados tróficos en ecosistemas acuáticos <sup>(15)</sup>; interviniendo activamente en el crecimiento de biomasa en el agua <sup>(16)</sup>, y proporcionando una dinámica funcional al comportamiento de los cuerpos de aguas tropicales <sup>(17)</sup>. El oxígeno disuelto y pH, son parámetros importantes dentro de la funcionalidad del agua; actuando directamente en el metabolismo de los ecosistemas acuáticos mediante procesos de óxido-reducción que limitan la asimilación de nutrientes en organismos acuáticos <sup>(18, 19,20)</sup>. La conductividad eléctrica es la capacidad del agua en conducir la corriente eléctrica y pone en manifiesto la cantidad de iones liberados al sistema acuático mediante el proceso metabólico producido por los parámetros antes mencionados.

La temperatura es un parámetro que afecta la disposición de biomasa en los ecosistemas acuáticos, interviniendo en procesos de asimilación de nutrientes a diferentes profundidades en el agua <sup>(21,22)</sup>. Este proceso de estratificación térmica está condicionado al fotoperiodo; el cual interfiere en la dinámica acuática que ocurren en días u horas; generando cambios en los procesos de producción primaria y descomposición en microcuencas <sup>(23)</sup>.

Una microcuenca es un área fisiográfica natural que posee divisores de agua drenada por un curso de agua principal y sus afluentes <sup>(24,25)</sup>. Pueden ser definidas como riachos de primer y segundo orden representando entre el 70 y 80 % del tamaño total de la red de drenaje <sup>(26)</sup>. Su pequeña conformidad espacial permite una mayor facilidad de detección de alteraciones en la

hidrología de los ríos, convirtiéndose como herramienta de diagnóstico ambiental ideal para la evaluación de cuerpos de agua (27,28).

Estudios sobre parámetros limnológicos en cortos periodos de tiempo identifican fenómenos de gran importancia para ecosistemas acuáticos, con duración relativamente corta y frecuencias regulares, que en estudios de variaciones con temporales más amplios son fácilmente desapercibidos <sup>(29)</sup>, <sup>(30)</sup>. No obstante, los estudios estacionales proporcionan perspectivas con mayor amplitud de los comportamientos ecosistémicos <sup>(31)</sup>.

Estudios en dinámica limnológica utilizando patrones nictemerales influenciados por las lluvias, fueron temas poco explorados en cuerpos de aguas continentales; y más aún en regiones tropicales <sup>(32)</sup>, <sup>(33)</sup>. En la Amazonia peruana, los estudios limnológicos se desarrollan por lo general sirviendo como apoyo a investigaciones con enfoques biológicos y en escalas mensuales y anuales <sup>(34)</sup>, <sup>(35)</sup>, <sup>(36)</sup>, mientras que investigaciones con parámetros limnológicos integrales y utilizando ciclos diarios de 24 horas son muy escasos. El objetivo general del presente estudio fue describir las variaciones de algunos parámetros limnológicos en periodos nictemerales durante los tiempos estacionales Amazónicos, mediante la influencia de las lluvias. Para tal fin, como objetivos secundarios: a) Se determinó las concentraciones en ciclos nictemerales de conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH y temperatura durante dos colectas realizadas en periodo de alta (Creciente) y baja (Vaciante) precipitación; b) se evaluó y comparó las variaciones nictemerales de los parámetros limnológicos en estudio durante los periodos de alta y baja precipitación; y c) se describió la influencia de las lluvias en la dinámica nictemeral de los parámetros limnológicos estudiados.

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## 1.1. Antecedentes

### Estudios en el mundo

- En 2016, se desarrolló un estudio descriptivo experimental, donde se determinó la escala de tiempo más indicada (anual, mensual, diario) para el muestreo limnológico en microcuencas localizadas en el noreste de Brasil. Los resultados demostraron que coletas realizadas a lo largo del día (nictemeral) presentan mayor sensibilidad a las variaciones en el agua, comparado al procedimiento de coleta mensual y anual <sup>(37)</sup>.
- En 2018, se realizó un estudio descriptivo experimental, donde se caracterizó la variabilidad interanual de parámetros limnológicos y como se relacionan con niveles medidos de clorofila-a en 16 hábitats acuáticos de baja profundidad a lo largo de las costas del Atlántico de los Estados Unidos, el Golfo de México, el Caribe y Pacífico. Sus resultados indican que los nutrientes y la dinámica de la clorofila-a están inversamente relacionados en aguas poco profundas, a su vez, los nutrientes están asociados a bajos niveles de pH y oxígeno disuelto <sup>(38)</sup>.
- En 2019, se ejecutó un estudio descriptivo experimental en la cabecera del río Uma en el estado de Bahía, Brasil, donde se utilizó variaciones nictemerales como herramientas para medir fluctuaciones de parámetros físico – químicos en periodos de 24 horas. Se observó mudanzas en la limnología del cuerpo de agua durante periodos de

24 horas. Sus resultados demuestran que las variaciones nictemerales pueden brindar resultados significativos sobre la dinámica de parámetros limnológicos <sup>(39)</sup>.

- En 2019, se desarrolló un estudio descriptivo experimental, donde se determinó en el lago Taihu - China, que nutrientes disueltos en el agua exhiben mudanzas nictemerales afectadas por las temperaturas y por las fluctuaciones del oxígeno disuelto debido a la productividad de algas. Los resultados mostraron que los nutrientes disminuyeron durante la noche y aumentaron posteriormente durante las horas de luz solar, exhibiendo abundancia de clorofila-a <sup>(23)</sup>.

### **Estudios en el Perú**

- En 2013, se evaluó el índice de mortalidad del camarón gigante de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*) y su relación con parámetros limnológicos como temperatura, transparencia, oxígeno disuelto, pH, dióxido de carbono y dureza en periodos quincenales; en un cultivo en estanques seminaturales en Loreto, Perú. Los resultados registraron que la dinámica de crecimiento de *Macrobrachium rosenbergii* no presenta relación directa con los parámetros físico-químicos estudiados debido a la variación mínima del análisis limnológico presente en el estudio <sup>(40)</sup>.
- En 2017, se desarrolló un trabajo con el objetivo de determinar la abundancia de monogeneos y su relación con los parámetros limnológicos como temperatura, oxígeno disuelto y pH en juveniles de *Myleus schomburgkii* cultivados en el centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra (CIFAB) del Instituto de

Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Los resultados manifestaron la importancia de incluir el estudio de parámetros limnológicos en investigaciones de organismos acuáticos, mediante la evidencia de valores físico-químicos normales en el desarrollo de la especie juvenil *Myleus schomburgkii* <sup>(41)</sup>.

- En 2019, se realizó una investigación en la confluencia de los ríos Mayo y Huallaga en la región San Martín, con la finalidad de evaluar la calidad del agua utilizando parámetros físico-químicos y microbiológicos. Los resultados revelaron una óptima calidad físico-química y microbiológica para los cuerpos de agua en estudio. En esta investigación, los parámetros limnológicos fueron determinantes para evaluar la calidad de agua de la confluencia de los ríos Mayo y Huallaga <sup>(42)</sup>.

## **1.2. Bases teóricas**

### **a) Microcuenca**

El término microcuenca hace referencia a un área fisiográfica natural que posee divisores de agua, drenadas por un curso de agua principal y sus afluentes <sup>(25), (27)</sup>. Tiene importancia ambiental porque son sistemas abiertos y con límites bien definidos, capaces de integrar factores bióticos y abióticos, además de ser áreas frágiles y altamente sensibles a perturbaciones externas; como por ejemplo lluvias de estación con alta intensidad, que pueden comprometer la dinámica de su funcionamiento <sup>(43), (44), (45)</sup>.

### **b) Nictemeral**

Los estudios nictemerales (del griego Nychthémeron: un día y una noche) son variaciones cíclicas en período de veinte cuatro horas (variación

nictemeral) sobre la influencia de factores bióticos y abióticos, donde son estudiadas las interacciones de los parámetros limnológicos en períodos cortos de tiempo en la zona eufótica de ecosistemas acuáticos <sup>(46), (47), (48)</sup>.

### **c) Estaciones de Creciente y Vaciante en la Amazonía**

Se trata de procesos atmosféricos que se da gracias al comportamiento estacional dentro de periodos de tiempo establecidos; relacionado con los periodos de alta y baja precipitación en la Amazonía, pues es entonces cuando el agua tiende a aumentar o disminuir <sup>(49)</sup>.

### **d) Parámetros limnológicos**

Son datos cuantificables de elementos que se encuentran en el agua y que son imprescindibles para lograr evaluar o valorar una determinada situación. Son considerados importantes herramientas en el estudio de los problemas ambientales, contribuyendo en la comprensión de los principales mecanismos de funcionamiento de ecosistemas acuáticos, auxiliando en la gestión de la calidad del agua, en particular en la región tropical <sup>(21)</sup>.

## **1.3. Definición de términos básicos**

- **Abiótico.**- Designa a aquello que no es biótico, es decir, que no forma parte o no es producto de los seres vivos.
- **Afluente.**- Arroyo o río secundario que lleva sus aguas a otro mayor o principal.

- **Cuerpo de agua continental.** – son ecosistemas acuáticos de agua dulce que se encuentran sobre la superficie de la tierra.
- **Ecosistema.**- es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico.
- **Ecosistema acuático.**- ecosistema que tiene por biotopo algún cuerpo de agua, como puede ser: mares, océanos, ríos, riachos, lagos, pantanos, arroyos, y lagunas.
- **Estratificación térmica.**- es el calentamiento de las capas superficiales del agua, con respecto a las profundas, produciendo diferentes niveles de densidad a lo largo de la columna de agua.
- **Fotoperiodo.** – período de tiempo rotativo en el cual se desarrolla un conjunto de acontecimientos utilizando la influencia de la luz solar.
- **Hidrología.** – ciencia que estudia el origen, distribución, propiedades e influencia del agua en la tierra.
- **Microcuenca.** - área fisiográfica natural que posee divisores de agua drenada por un curso de agua principal y sus afluentes.
- **Precipitación.** – término utilizado para referirse a todos los fenómenos de caída de agua del cielo a la superficie terrestre en cualquier forma: lluvia, granizo, nieve, etc.
- **Oxido-reducción.**- es una reacción que se caracteriza por la transferencia de electrones, en donde una sustancia gana electrones y otra sustancia pierde electrones; este proceso se realiza a menudo en los procesos metabólicos.

## **CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.1. Formulación de Hipótesis**

Las concentraciones nictemerales (ciclos de 24 horas) de algunos parámetros limnológicos como conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH y temperatura, serán influenciados directamente por el fotoperiodo solar y la estacionalidad amazónica (periodos de baja y alta precipitación).

## 2.2. Variables y su Operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO POR SU NATURALEZA	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	CATEGORÍA	VALORES DE LAS CATEGORÍAS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
<p>Dependiente:</p> <p>Concentraciones de algunos parámetros limnológicos en el agua superficial.</p>	<p>Parámetros limnológicos que describen la ecología acuática de los sistemas.</p>	<p>Cuantitativo Continuo</p>	<p>Registro de datos de temperatura, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto</p>	<p>Escala de intervalo</p>	<p>Algunos parámetros limnológicos:</p> <p>Temperatura</p> <p>Oxígeno disuelto</p> <p>pH</p> <p>Conductividad eléctrica</p>	<p>°C</p> <p>% saturación</p> <p>Unidades de pH</p> <p><math>\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}</math></p>	<p>Equipo Multiparámetro</p>
<p>Independientes:</p> <p>Periodos nictemerales.</p> <p>Periodos estacionales de creciente y vaciante.</p>	<p>Ciclos de 24 horas donde con influencia del día y la noche.</p> <p>02 Ciclos anuales en la Amazonia gobernados por periodos de alta y baja precipitación</p>	<p>Cualitativas</p> <p>Cuantitativo Continuo</p>	<p>Presencia y/o ausencia de luz solar</p> <p>Nivel de precipitación que cae a la superficie terrestre y acuática</p>	<p>Escala nominal</p> <p>Escala de intervalo</p>	<p>Variación nictemeral</p> <p>Periodos estacionales</p>	<p>Fotoperiodo</p> <p>mm.</p>	<p>Visualización del día y la noche</p> <p>Niveles de precipitación SENAMHI</p>

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Diseño Metodológico**

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

El presente estudio fue clasificado de acuerdo a Ñaupas et al. <sup>(50)</sup> en aplicada y de acuerdo al diseño de contrastación la investigación fue descriptiva simple no experimental, que tuvo por finalidad describir los resultados de acuerdo a los objetivos de la presente investigación.

#### **3.1.2. Diseño de investigación**

El presente estudio por ser descriptivo, el objeto de estudio fue el comportamiento de algunos parámetros limnológicos en periodos nictemerales con influencia estacional en una microcuenca tropical.

#### **3.1.3. Población en estudio**

Los registros de datos de conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto y temperatura en periodos nictemerales en la microcuenca Amazónica estudiada.

#### **3.1.4. Muestra**

Los datos registrados de las concentraciones de parámetros limnológicos en estudio, en una microcuenca tropical a lo largo de ciclos nictemerales y estacionales.

#### **3.1.5. Procesamiento de la información**

Se empleó Microsoft Excel para la tabulación de datos y elaboración de graficas comparativas de valores de los distintos parámetros. Para encontrar significancia de conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto, temperatura en

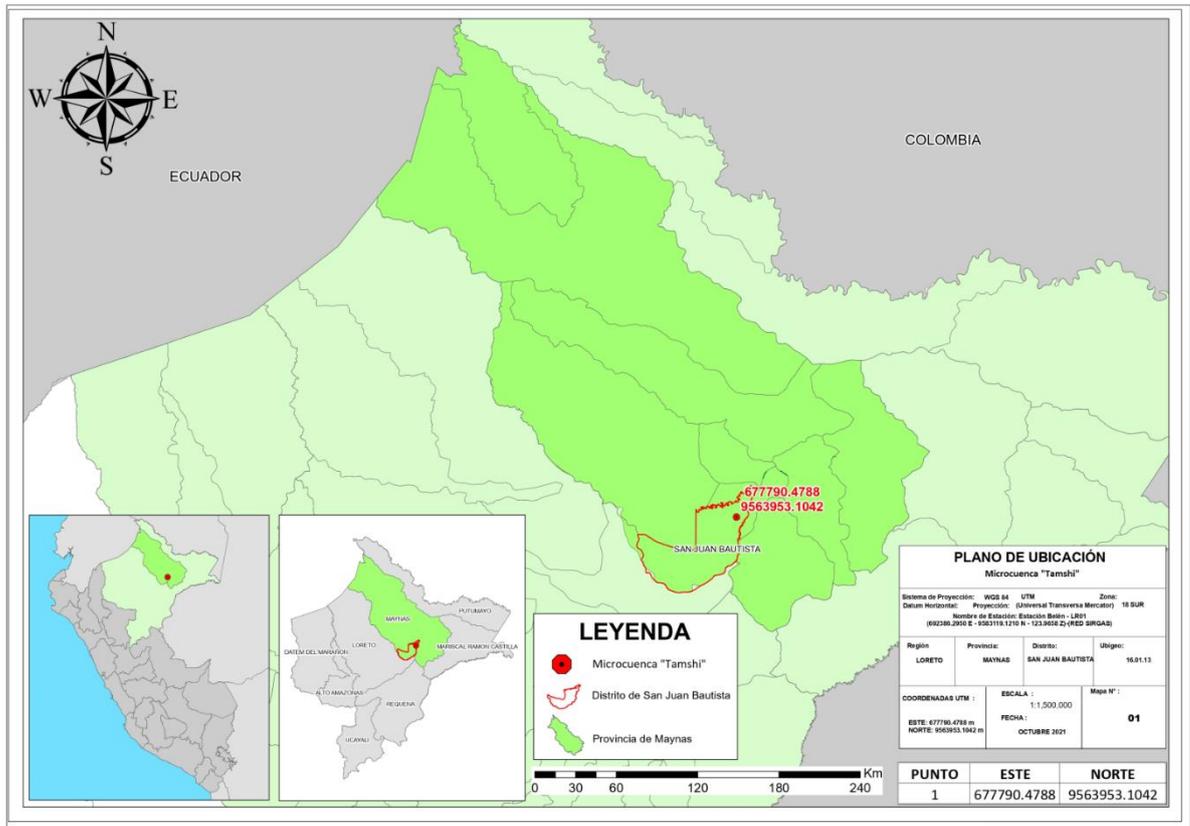
periodos nictemerales se utilizó la prueba T de Student mediante el programa estadístico GraphPad Prim v.9 y el software RStudio con paquete *hmisc* a través de la función *corrplot*.

## **3.2. Diseño Muestral**

### **3.2.1. Área de estudio**

El estudio se realizó en una microcuenca hidrográfica denominada “Tamshi” (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 UTM 677790.4788 E., 9563953.1042 N. (Figura 1) (Anexo 03). El ecosistema en estudio 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) <sup>(51)</sup>. El suelo fue 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 <sup>(52)</sup> (Figura 2). 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 la familia Aracaceae: *Mauritia flexuosa* “aguaje”, *Mauritia carana* “aguaje de varilla”, y *Mauritiella aculeata* “aguajillo” <sup>(53)</sup> (Figura 2); que puede ser clasificado según el mapa nacional de ecosistemas del Perú (SINIA-MINAM), como ecosistema de pantano de palmera <sup>(54)</sup>. El clima es tropical Ecuatorial (AF) según la clasificación de Köppen (1931); con ambiente cálido y lluvioso todo el año, sin estaciones definidas <sup>(55)</sup>. La temperatura media anual máxima se

encuentra entre 31°C – 33°C y mínima entre 21°C - 25°C, con precipitación



media anual entre 2100 – 5500 mm y alta humedad <sup>(56)</sup>.

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



**Figura 2.** Lugar de los registros de datos limnológicos (lado izquierdo). Características de la vegetación circundante al punto de muestreo (lado derecho).

### **3.2.2. Procedimientos de muestreo y análisis de datos**

Se realizaron muestreos en dos periodos estacionales de alta y baja precipitación (creciente y vaciante) a cada seis meses (06), e iniciaron finales de abril del 2021 y terminaron en inicios de octubre del 2021 (Anexo 05). Se utilizó una metodología de muestreo nictemeral (muestreos continuos de 24 horas) con frecuencia de una colecta por cada hora, iniciando los registros de datos a las 15:40 horas. Las variables físico-químicas: conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto y temperatura fueron medidas in-situ en intervalos de una hora en un periodo nictemeral (24 horas) (Anexo 04) por medio de sondas de un equipo multiparâmetro de marca YSI profesional Series Plus (Anexo 02). Al finalizar las colectas se obtuvieron 24 datos de muestreos realizados a lo largo de 24 horas, siendo 48 registros los obtenidos durante las dos temporadas de muestreos. Los datos limnológicos colectados (conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, temperatura) se analizaron a través de sondas conectadas a un equipo multiparâmetro. Se registró los valores obtenidos de forma nictemeral en ficha de registro (Anexo 01). Se digitalizó y tabuló valores obtenidos mediante Excel.

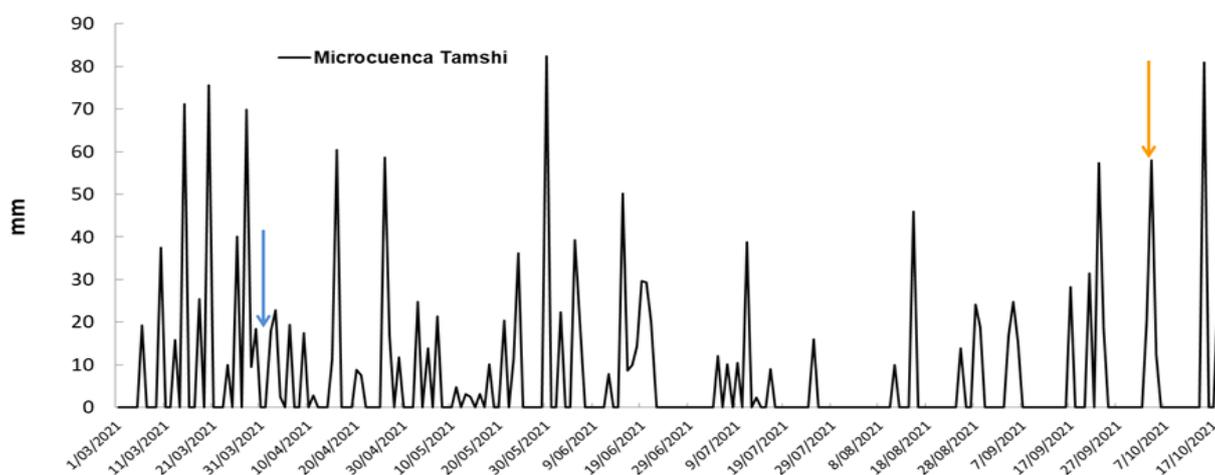
### **3.2.3. Análisis estadístico**

Inicialmente, se determinaron los valores de media y desviación estándar para los parámetros evaluados. Luego, se realizó la prueba T de Student para comparar los valores medios de los parámetros abióticos entre el periodo de creciente y vaciante. Se utilizó un valor mínimo de significancia del 5% ( $p < 0,05$ ). El análisis estadístico y los gráficos fueron preparados por GraphPad Prim v.9 y el software RStudio con paquete hmisc a través de la función corrplot.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Precipitación

En la microcuenca estudiada, la primera colecta fue realizada al finalizar el mes de marzo; durante el periodo estacional amazónico denominado “creciente”. La segunda colecta se realizó al iniciar el mes de octubre, durante el periodo estacional amazónico denominado “vaciante”. La gráfica representa el muestreo realizado en diferentes períodos (creciente y vaciante) (Figura 3). La línea de color azul y amarilla corresponde al primer y segundo muestreo respectivamente en la microcuenca “Tamshi”. Durante los registros realizados en el primer muestreo, se observa altos niveles de precipitación en la zona de colecta previos al día de muestreo; mientras que en el segundo muestreo los niveles de precipitación son menores previos al día de colecta. Es de resaltar que en la primera colecta (periodo de creciente) el día de muestreo tuvo precipitación aproximada de 00 mm.; mientras que en la segunda colecta (periodo de vaciante) tuvo precipitación aproximada de 58 mm.



**Figura 3.** Precipitación diaria entre los meses de marzo/2021 y octubre/2021. En azul y amarillo la fecha de la primera y segunda colecta respectivamente en la **microcuenca “Tamshi”**. Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, SENAMHI (2021).

## 4.2. Parámetros Limnológicos

Las variaciones nictemerales de temperatura, Conductividad, pH y oxígeno disuelto registrados durante los muestreos realizados en periodo de creciente (1° colecta) y vaciante (2° colecta) en la microcuenca “Tamshi” registraron los siguientes datos (Cuadro1).

**TABLA 1.** Registro de datos de los parámetros limnológicos registrados durante 24 horas de muestreo (muestreo nictemeral). T°: temperatura; Cond.: conductividad; pH: potencial de hidrogeno; OD: oxígeno disuelto. 1 col\*: primera colecta; 2 col\*\*: segunda colecta.

HORA DE MUESTREO	REGISTRO DATOS DE PARÁMETROS LIMNOLÓGICOS							
	T °C		Cond.		pH		OD %	
	1 col.* / 2 col.**	1 col.* / 2 col.**	1 col.* / 2 col.**	1 col.* / 2 col.**	1 col.* / 2 col.**	1 col.* / 2 col.**	1 col.* / 2 col.**	
15:40:00	25.95	26.2	10.6	16.0	5.55	4.36	51.2	22.2
16:40:00	25.7	25.5	10.55	17.1	5.11	4.48	56.95	23.5
17:40:00	25.7	25.5	10.5	17.0	4.67	4.30	62.7	23.2
18:40:00	25.7	25.6	10.55	16.9	4.61	4.25	46.45	26.8
19:40:00	25.65	25.6	10.6	16.8	4.55	4.11	30.2	34.6
20:40:00	25.6	25.6	10.5	16.8	4.57	4.00	27.65	44.0
21:40:00	25.55	25.6	10.4	16.6	4.58	4.18	25.1	51.8
22:40:00	25.5	25.6	10.35	16.5	4.57	3.97	24.15	56.4
23:40:00	25.4	25.4	10.3	16.4	4.56	3.96	23.2	52.2
00:40:00	25.3	25.4	10.3	16.4	4.58	4.34	23.0	49.1
01:40:00	25.25	25.3	10.3	16.2	4.60	4.01	22.8	26.3
02:40:00	25.2	25.3	10.3	16.1	4.64	3.86	22.9	23.6
03:40:00	25.05	25.3	10.3	16.1	4.68	4.02	23.0	22.2
04:40:00	24.9	25.3	10.35	16.6	4.68	3.97	23.05	21.7
05:40:00	24.9	25.7	10.4	16.9	4.68	4.10	23.1	22.0
06:40:00	24.9	25.2	10.4	15.9	4.71	4.12	26.35	22.9
07:40:00	24.75	25.2	10.4	15.9	4.74	4.22	29.6	21.6
08:40:00	24.6	25.3	10.4	16.0	4.74	4.37	31.3	21.4
09:40:00	24.9	25.6	10.4	16.4	4.73	4.44	33.0	21.2
10:40:00	25.2	25.7	10.35	16.1	4.72	4.74	35.6	22.3
11:40:00	25.45	26.0	10.3	16.1	4.71	4.74	38.2	20.6
12:40:00	25.7	26.3	10.2	14.6	4.67	4.55	37.15	21.0
13:40:00	25.95	26.7	10.1	16.0	4.63	4.52	40.4	17.9
14:40:00	26.2	26.4	10.35	16.9	4.77	4.55	43.65	22.5

Las variaciones nictemerales de temperatura, pH y oxígeno disuelto registrados durante el muestreo realizado en periodo de creciente (1°

colecta) en la microcuenca "Tamshi", evidenciaron comportamientos dependientes de la incidencia y ausencia de luz solar (fotoperiodo solar) aumentando sus valores durante las horas diurnas y descendiendo en los periodos de oscuridad. La conductividad en contraste con los demás parámetros limnológicos analizados, no registró marcada diferencia entre los datos obtenidos en el día y en la noche durante la primera colecta (periodo de creciente); este parámetro limnológico presentó oscilaciones a lo largo del ciclo de monitoreo sin un patrón definido. (Figura 4). Los resultados de los parámetros limnológicos obtenidos durante el segundo muestreo noctemeral en periodo de vaciante (2° colecta) manifiestan que la conductividad y el oxígeno disuelto registraron comportamientos independientes al fotoperiodo solar, registrando fluctuaciones a lo largo del día sin un patrón definido. La temperatura y el pH fueron los parámetros que presentaron comportamiento noctemeral similar al primer muestreo, presentando por lo general mayores valores durante los registros realizados en presencia de luz solar y menores valores durante periodos de penumbra (fotoperiodo solar) (Figura 4).

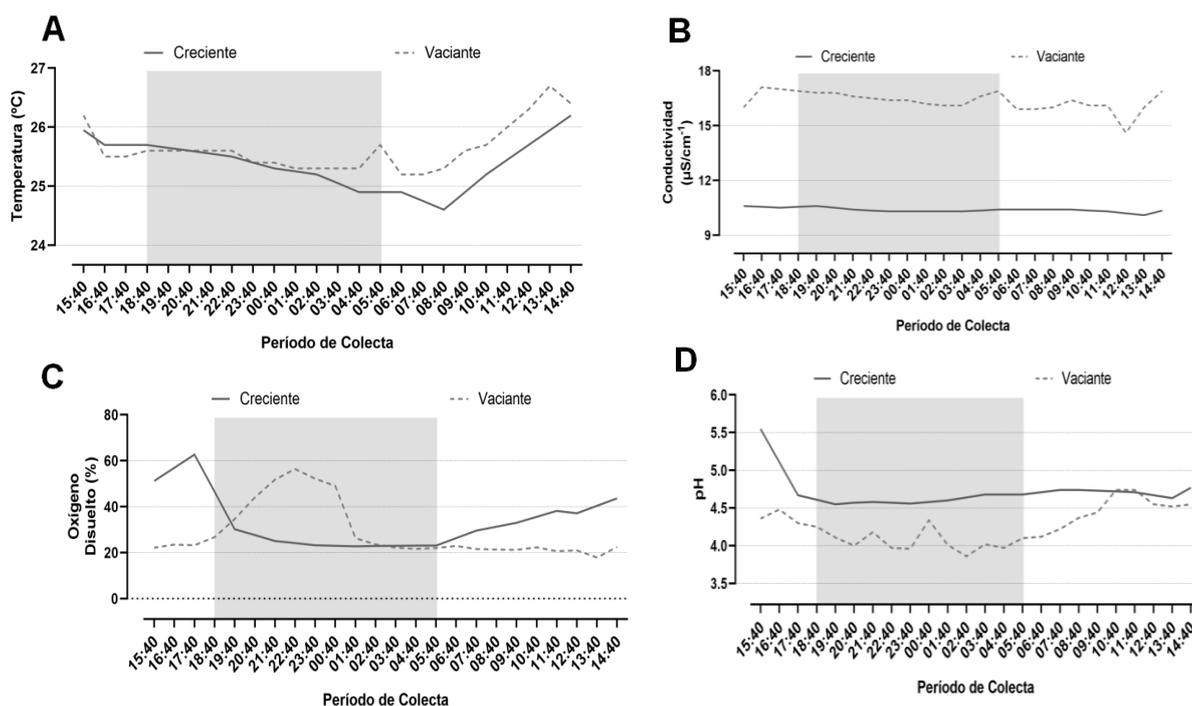
Al evaluar la estacionalidad de la temperatura (°C) se observó para el período de creciente un valor mínimo de 24.6 °C y un valor máximo de 26.2 °C a las 8:40 y 14:40 horas respectivamente. Para el período de vaciante, la temperatura mínima fue registrada a las 6:40 horas siendo igual a 25.2 °C, mientras que la máxima observada fue a las 13:40 horas siendo igual a 26.7 °C (Figura 4A).

Al evaluar la influencia de la estacionalidad en la conductividad, hubo poca variación entre los datos registrados a lo largo del día para la época de creciente, con 10.1  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  a las 13:40 horas como valor mínimo y 10.6

$\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  a las 19:40 horas como valor máximo. Mientras que la microcuenca “Tamshi” en época de vaciante presentó  $14.6 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  a las 12:40 horas como el valor más bajo encontrado en los registros de datos y  $17.1 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  a las 16:40 horas como valor más alto (Figura 4B).

La microcuenca “Tamshi” en el período de creciente registró a las 19:40 horas, el valor de pH más bajo en el período de colecta, siendo 4.55; mientras que el valor máximo se registró a las 15:40 horas, siendo 5.55. En el período de vaciante, el valor mínimo de pH fue de 3,86 a las 2:40 horas mientras que el valor máximo fue registrado a las 10:40 horas, siendo 4,74 (Figura 4C).

Al evaluar el porcentaje de oxígeno disuelto, se registró 22,8% de saturación a las 1:40 horas como el valor más bajo encontrado para la época de creciente, mientras que la mayor concentración de saturación de oxígeno disuelto se observó a las 17:40 horas con 62,7%. Se encontró que el período de vaciante la menor concentración de oxígeno disuelto fue de 17,9% a las 13:40 horas, mientras que la concentración máxima para este período se observó a las 22:40 horas, presentando 56,4% de saturación de oxígeno disuelto. Es de resaltar que durante la 2° colecta realizada en periodo de vaciante se observó un incremento del oxígeno disuelto en periodo nocturno desde el inicio de la fase oscura hasta el inicio de la madrugada (18:40 – 01:40 horas) (Figura 4D).



**Figura 4.** Parámetros Limnológicos de la microcuenca “Tamshi” en época de creciente y vaciante. En (A) temperatura en época de creciente y vaciante en función del horario de colecta. En (B) conductividad en época de creciente y vaciante en función del horario de colecta. En (C) pH en época de creciente y vaciante en función del horario de colecta. En (D) oxígeno disuelto en época de creciente y vaciante en función del horario de colecta. Fase oscura durante el período de recolección.

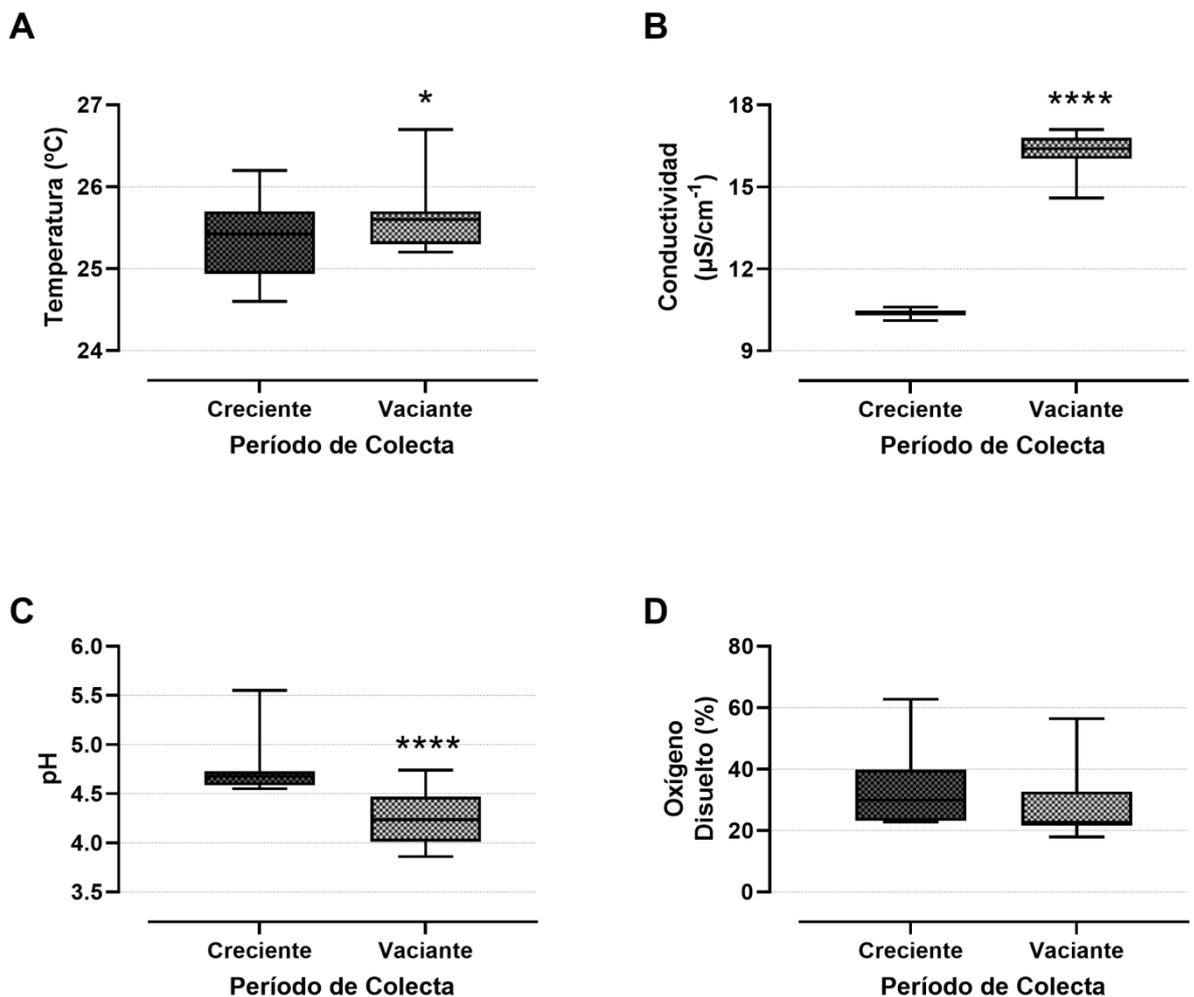
### 4.3. Comparación entre periodos de muestreo

Luego de los registro de datos de la microcuenca “Tamshi” para ambos períodos, se observó que para el parámetro de temperatura, el período de creciente ( $25.38\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.4$ ) tuvo un valor medio significativamente menor ( $p = 0.0316$ ) en comparación con el periodo de vaciante ( $25,64\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,4$ ) mostrando diferencia estadística (Figura 5A).

Lo mismo se observó para el parámetro de conductividad, donde el período de creciente ( $10.38\text{ }\mu\text{S} / \text{cm}^{-1} \pm 0.1$ ) presentó un valor menor al exhibido por el período de vaciante ( $16.35\text{ }\mu\text{S} / \text{cm}^{-1} \pm 0.5$ ), esta diferencia refleja estadísticamente diferencia significativa ( $p < 0,0001$ ) (Figura 5B).

En el caso del pH de la microcuenca estudiada, se observó que el periodo de creciente ( $4.71 \pm 0.2$ ) tuvo una concentración de hidrógeno significativamente mayor ( $p < 0.0001$ ) que la encontrada en el periodo de vaciante ( $4.25 \pm 0.2$ ) (Figura 5C).

Finalmente, al comparar el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en ambos periodos, no se encontró diferencia significativa ( $p = 0.1875$ ) entre el periodo de creciente ( $33.36\% \pm 11.6$ ) y vaciante ( $28.79\% \pm 12$ ) (Figura 5D).



**Figura 5.** Comparación de los datos registrados de los parámetros limnológicos entre periodos de creciente y vaciante. En (A) diagrama de caja de la temperatura para el periodo de creciente y vaciante. En (B) diagrama de caja de la conductividad para el periodo de creciente y vaciante. En (C) diagrama de caja de pH para el periodo de creciente y vaciante. En (D) diagrama de caja de oxígeno disuelto para el periodo de creciente y vaciante. \* ( $p < 0,05$ ), \*\*\*\* ( $p < 0,0001$ ).

## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN**

Los resultados muestran que durante el día la temperatura mostró diferencias en la microcuenca “Tamshi” durante los dos periodos de colectas, siendo más alta durante el periodo de incidencia de luz solar, favorecida por el calentamiento de la superficie acuática. Estudios similares se observaron en la Amazonía Brasileira, donde los valores registrados de temperatura aumentaban durante el día y decrecían durante la noche <sup>(57), (58)</sup>. Con respecto a la estacionalidad; se observó una ligera diferencia estadística entre los registros obtenidos durante los muestreos realizados en periodo de creciente y vaciante. Se esperaba que debido a que en punto de registro de datos en la microcuenca “Tamshi” se ubica en una fitofisiognomía con vegetación herbácea ribereña los valores de temperatura fueran superiores en el periodo con menor precipitación (Vaciante) debido a la menor cantidad de nubes de tipo nimboestratos que impiden el ingreso directo de radiación solar. Sin embargo, este patrón no se observó, probablemente debido a que la vegetación predominante en el área son ecosistemas de palmeras, y aguas arriba cubren con dosel la superficie de contacto entre el agua y los rayos de sol, reduciendo así las variaciones entre periodos. Se ha demostrado que la cubierta forestal de ribera es uno de los principales factores reguladores de la temperatura en las microcuencas. El efecto de la radiación solar sobre la temperatura del agua depende del ancho, la profundidad y la velocidad del flujo y tiempo de incidencia solar, por lo que una microcuenca con profundidades menores puede calentarse y enfriarse rápidamente <sup>(59), (60), (61), (62)</sup>.

Los valores de conductividad no presentaron variaciones nictemerales, pero por otro lado presentaron valores superiores en la microcuenca "Tamshi" durante el periodo de vaciante (2° colecta) en comparación con el periodo de creciente. Se esperaba que los registros de conductividad en la 1° colecta sean mayores, debido al mayor nivel de esorrentía que presentó el área muestreada durante el periodo de creciente. Sin embargo, durante el día de la 1° colecta no existió niveles de precipitación; caso contrario ocurrió durante la 2° colecta, donde se evidenció niveles de precipitación cercanos a los 60 mm. La microcuenca "Tamshi" posee suelo de tipo Entisol, con abundante material de origen vegetal en descomposición constante; y existiendo registros de altos niveles de precipitación durante el día de la 2° colecta (periodo de vaciante) las cuales pudieron llevar una mayor cantidad de iones a la microcuenca "Tamshi"; se presume la influencia de la esorrentía ocasionada por la lluvia en las concentraciones de conductividad de este estudio. Según Parker <sup>(63)</sup>, el agua de lluvia, al interactuar con la vegetación, aumenta la cantidad de sales, produciendo un aumento de la conductividad eléctrica. Este comportamiento puede ser confirmado por los resultados de conductividad registrados en la microcuenca "Tamshi" que fueron superiores en eventos de lluvias. Existen diversos estudios donde relacionan los aumentos de la conductividad eléctrica en el agua a causa de las precipitaciones <sup>(39), (57), (58)</sup>.

El pH mostró una relación con el fotoperiodo solar en la microcuenca "Tamshi" probablemente debido a la actividad fotosintética que induce este resultado <sup>(24)</sup>; como también a la descomposición orgánica de la biomasa del área <sup>(64)</sup>. En la microcuenca estudiada, existen partes de incidencia directa

de luz solar que puede favorecer el proceso fotosintético y consecuentemente generar un aumento del pH durante el día <sup>(65), (18), (66)</sup>. Los valores más ácidos son también el resultado del carbono orgánico disuelto presente en la microcuenca "Tamshi" como producto del metabolismo de la biomasa acuática <sup>(67)</sup>. Las microcuencas de la Amazonía, por lo general tienen aguas oscuras (aguas negras) que son el resultado de materia orgánica alóctona en descomposición que aumenta el carbono orgánico disuelto en los cuerpos de agua y consecuentemente la cantidad de ácidos fúlvicos y húmicos <sup>(68)</sup>. Existe una diferencia significativa en el pH entre los dos períodos de colección de datos, observándose los valores más bajos en la 2° colecta (periodo de vaciante) como consecuencia de los altos niveles de precipitación ocurridos en el día de muestreo. Este comportamiento demuestra la influencia de la lluvia en las concentraciones de pH, posiblemente debido a los procesos de dilución provocados por la precipitación. Delgado y col.<sup>(69)</sup>, en un estudio en la microcuenca El Pescado - Argentina, demostraron variaciones en la acidez en microcuencas como resultado de la disolución ocurrida por la lluvia, tanto por el proceso de dilución como por el acarreo de iones que alcalinizan el agua de la microcuenca.

Con respecto al oxígeno disuelto, se observó que durante la 1° colecta (periodo de creciente) los valores registrados mantuvieron una dinámica nictemeral dependiente del fotoperiodo solar; este comportamiento quizás se deba a la poca nubosidad del día de colecta que favorece tiempos soleados en la Amazonía y por ende mayores periodos de rayos solares en la superficie acuática. Según Silva et al.<sup>(70)</sup>, el aumento de la superficie de

contacto del agua y la atmósfera produce una alta actividad de la biomasa de fitoplancton provocada por altas incidencias de luz, promoviendo aumentos en las concentraciones de oxígeno disuelto en los ecosistemas acuáticos. Es de recordar que el día de la 1° colecta no se registró datos de precipitación en la zona. Comportamiento opuesto presentaron los registros de datos de saturación de oxígeno disuelto durante la 2° colecta (periodo de vaciante), donde no se evidenció comportamiento nictemeral independiente del fotoperiodo solar; sin embargo, se observó incremento inusual del oxígeno disuelto entre las 18:40 y 01:40 horas, debido probablemente a eventos lluviosos que acontecieron la hora de muestreo y que intervinieron en la difusión del oxígeno atmosférico con el agua de la microcuenca "Tamshi". Muñoz et al.<sup>(71)</sup>, relacionaron el oxígeno disuelto del río Zahuapan – México con la precipitación en temporada se seca y lluviosa. Sus resultados evidenciaron que en eventos de altos niveles de precipitación, las concentraciones de oxígeno disuelto fueron mayores en comparación con datos del periodo seco. Durante la 2° colecta, se registró precipitación cercana a 60 mm; este evento se relaciona con nubes de tipo nimboestratos, las cuales se caracterizan por cubrir la atmósfera durante eventos lluviosos; impidiendo así altos niveles de rayos solares con la superficie del agua. En este estudio no se observó diferencia estadística entre los valores de saturación de oxígeno disuelto registrados en entre los periodos de colectas (creciente y vaciante) en la microcuenca "Tamshi". Este patrón probablemente esté justificado por la zona ribereña preservada que permite que los cuerpos de agua presenten una alta oxidación. Los valores obtenidos en el periodo de creciente y vaciante en la microcuenca "Tamshi"

registraron medias de 28.79 y 33.36 % respectivamente (aguas anóxicas); siendo diferentes a los encontrados en otras microcuencas en regiones tropicales; donde las concentraciones de oxígeno disuelto oscilaron entre medias de 65 y 85% <sup>(37), (39), (72)</sup>.

La precipitación tuvo un papel fundamental en las concentraciones de los parámetros limnológicos estudiados en la microcuenca “Tamshi”. Existen estudios que demostraron que el aumento de escorrentía producida por fuertes precipitaciones eleva la descarga fluvial y como consecuencia aumenta la conductividad; genera estratificación, modifica la temperatura e incorpora nutrientes al sistema acuático <sup>(73), (74), (75)</sup>. Este comportamiento es el responsable de observar diferenciación entre valores registrados de parámetros limnológicos entre los dos periodos de colecta. Otro efecto directo de las precipitaciones puede ser observado en los bajos niveles de saturación de oxígeno disuelto en la microcuenca “Tamshi” en ambas colectas. Según Middelburg y Levin <sup>(76)</sup>; presiones ambientales como el exceso de plantas acuáticas y cambio climático (lluvias constantes y de alta intensidad) han llevado a una mayor frecuencia de anoxia que se producen en aguas tropicales poco profundas como las microcuencas <sup>(77), (78)</sup>. El oxígeno disuelto disminuye cuando existen procesos de consumo de oxígeno (respiración en el metabolismo acuático), o impedimento en la transferencia de oxígeno por difusión (estratificación) sobrepasa las entradas atmosféricas y fotosintéticas <sup>(79), (80)</sup>. Se presume que estos eventos fueron la causa de los bajos niveles de oxígeno disuelto en ambas colectas en la microcuenca “Tamshi”; y aún más influyente en el los registros del comportamiento nictemeral independiente del fotoperiodo obtenido durante

la 2° colecta. Resultados similares se registraron en diferentes estudios realizados en ecosistemas tropicales en Malasia, donde los niveles de anoxia fueron obtenidos después de lluvias de gran intensidad <sup>(81), (82), (83)</sup>.

Los ecosistemas tropicales son más sensibles a cambios ambientales en periodos cortos de tiempos ocasionados por la estacionalidad <sup>(84)</sup>. En el bioma Amazónico la estacionalidad está marcada por los periodos de creciente y vaciante, que principalmente se manifiesta en los niveles de precipitación; sin embargo, las lluvias en la Amazonía son eventuales y pueden ser de corto, mediano y larga duración independientemente de la temporada de lluvias. A pesar de la importancia de los estudios nicteemales y estacionales en diferentes regiones tropicales, existe limitada información sobre dinámicas limnológicas en regiones tropicales como la Amazonía de Perú <sup>(85)</sup>. Se sugiere realizar más estudios sobre limnología para entender los comportamientos de los diferentes ecosistemas acuáticos que existen en el bioma Amazónico Peruano.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

Los resultados del estudio de los parámetros limnológicos en ciclos nictemerales durante periodos estacionales Amazónicos de creciente y vaciante, permiten tener las siguientes conclusiones:

1. En ambos periodos de colecta (creciente y vaciante) la variación nictemeral de los parámetros limnológicos (temperatura, pH, oxígeno disuelto) fueron influenciados por el fotoperiodo solar, evidenciando como la incidencia y ausencia de luz solar interviene en los procesos de la dinámica de la microcuenca “Tamshi”.
2. La conductividad eléctrica no presentó relación con el fotoperiodo en la microcuenca “Tamshi” durante ambos periodos estacionales de colecta, por presentar fluctuaciones tanto en el día como en la noche debido a la influencia de lluvias.
3. Las precipitaciones y las características de vegetación y tipo de suelo (Fitofisionomía) del área estudiada fueron parte determinantes en las diferencias de los registros nictemerales de los parámetros limnológicos en la microcuenca “Tamshi”.
4. La saturación de oxígeno disuelto registrado en la microcuenca “Tamshi” en ambos periodos de colecta (creciente y vaciante) fue menor en comparación con otros ecosistemas acuáticos localizados en regiones tropicales, debido a la escorrentía que llevó material alóctono al agua y posterior aumento metabólico acuático.
5. Se presume que altas intensidades de lluvias que ocurrieron durante el estudio y la vegetación ribereña ubicada a lo largo de la microcuenca “Tamshi”, fueron responsables en las condiciones anóxicas (bajos niveles de oxígeno) del ecosistema acuático en estudio.

## **CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES**

Los muestreos en esta investigación se desarrollaron en un solo día durante los periodos de creciente y vaciante; por lo tanto, los resultados de esta investigación son referenciales. Para poder tener resultados con mayor precisión en la ecología acuática, se recomienda realizar por lo menos tres muestreos por temporada colectada. Del mismo modo, se recomienda ampliar los estudios utilizando dentro de sus variables los componentes de nutrientes y de biomasa fitoplanctónica. Los estudios utilizando estos últimos componentes nombrados, no solo tienen utilidad de entendimiento de la dinámica acuática; también sirven como herramientas de diagnóstico ambiental; por consiguiente, se sugiere realizar diferentes estudios en la Amazonía Peruana por poseer además múltiples ecosistemas que tienen información limitada sobre estos tipos de estudios.

Se recomienda crear vínculos institucionales con entidades académicas internacionales que vienen realizando estos tipos de estudios, con la finalidad de fortalecer las aptitudes académicas que favorecerán en el buen entendimiento de esta temática científica. Los estudios nictemerales serían mucho más complicados sin el uso de tecnología que permitan obtener registros IN-SITU de parámetros limnológicos de alta sensibilidad. Por tal motivo, se recomienda la inversión en la adquisición de herramientas tecnológicas de colecta como son equipos multiparámetros, muestreadores automáticos, etc.

Es fundamental impartir dentro de la juventud científica la importancia de los estudios limnológicos en diferentes escalas temporales; por tal motivo se recomienda incentivar mediante charlas, congresos, cursos, talleres, y cualquier medio de difusión científica sobre temas relacionados a los vistos en este trabajo de investigación.

## **CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN**

1. Silva L, Lima ERV, Almeida HA, Filho JFC. Caracterização Geomorfométrica e Mapeamento dos Conflitos de Uso na Bacia de Drenagem do Açude Soledade. *Revista Brasileira de Geografia e Física*. 2010; 3 (3): 112 -122.
2. Guimarães R Z. et al. Avaliação dos impactos da atividade de silvicultura sobre a qualidade dos recursos hídricos superficiais. *Scientia Forestalis*, Piracicaba. 2010; 38 (87): 377 – 390.
3. Ichimura S. Phytoplankton photosynthesis. In: Jackson, D. F. Syracuse: ed. - *Algal, man and the environment*. 1968.
4. Odum H T. Primary production in flowing waters. *Limnol. Oceanogr.* 1956; 1: 102 – 117.
5. Patterson G., Wilson KK. The influence of the diel climatic cycle on the depth-time distribution of phytoplankton and photosynthesis in a shallow equatorial lake (Lake Baringo, Kenya). *Archiv Hydrobiologia*. 1995; 304: 1 – 8.
6. Saltarelli WA., Dodds WK., Tromboni F., Calijuri MDC., Neres – Lima V., Jordão C E., Palhares JCP., Cunha DGF. Variation of stream metabolism along a tropical environmental gradient. *Journal of Limnology*. 2018; 77: 359 – 371.
7. Sahoo PK, Guimaraes JTF, Souza-Filho PWM, et al. Limnological characteristics and planktonic diversity of five tropical upland lakes Brazilian Amazon. *Ann. Limnol. – Int. J. Lim.* 2017; 53: 467 – 483.
8. Gunkel G. Limnology of an equatorial high mountain lake in Ecuador, Lago San Pablo. *Limnologica*. 2000; 30: 113 – 120.

9. Sahoo PK, Guimaraes JTF, souza-Filho PWM, et al. Influence of seasonal variation of the hydro-biogeochemical characteristics of two upland lakes in the Southeastern Amazon, Brasil. *An Acad Bras Cienc.* 2016; 88: 2211 – 2227.
10. Catalan J, Rondón JCD. Perspective for an integrated understanding of tropical and temperate high-mountain lakes. *Limnol.* 2016; 75: 215 – 234.
11. Ichimura S. Diurnal fluctuation of chlorophyll content in lake water. *Botanical Magazine, Tokyo.* 1960; 73: 217 – 224.
12. House WA, Warwick MS. Hysteresis of the solute concentration / discharge relationship in rivers during storms. *Water research.* 1998; 32: 2279 – 2290.
13. Haygarth P, Turner BL, Fraser A, Jarvis S, Harrod T, et al. Temporal variability in phosphorus transfers: classifying concentration? discharge event dynamics. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions, European Geosciences Union.* 2004; 8 (1): 88 – 97.
14. Chen F, Zhen Z, Meng Y, Zhu Q, Xie L, Zhang S, Chen Q, Chen J. Diel variation of nutrients and chlorophyll  $\alpha$  concentration in the Qiongdong sea region during the summer of 2013. *Haiyang Xuebao, China.* 2016; 38(4): 76 – 83.
15. Reynolds CS, Reynolds SN, Munawar IF. The regulation of phytoplankton population dynamics in the world's largest lakes. *Aquatic Ecosystem Health and Management.* 2000; 3: 1 – 21.

16. Molisani MM, Barroso HS, Becker H, et al. Trophic state, phytoplankton assemblages and limnological diagnosis of the Castanhão Reservoir. , CE, Brazil. 2010; 22: 1–12.
17. Lemke MJ., Pagioro TA., Lemke AM., Thomaz SM. Diel variation related to thermal mixing in a subtropical lake and a temperate northern shallow floodplain. *Freshwater ecology*. 2010; 25(3): 373 – 383.
18. Gammons CH, Babcock JN, Parker SR, Poulson SR. Diel cycling and stable isotopes of dissolved oxygen, dissolved inorganic carbon, and nitrogenous species in a stream receiving treated municipal sewage. *Chem. Geol.* 2011; 283: 44 – 55.
19. Brick C, Moore J. Diel variation of trace metals in the upper Clark Fork River, Montana. *Environ Sci Technol.* 1996; 30: 1953 – 1960.
20. Zhang C, Wang L, Pu JB. Diel aqueous chemical cycling in a typical karst spring-fed stream: Controls of biogeochemical processes. *Acta geoscientifica sinica, Guangxi – China*. 2015; 36(2): 197 – 203.
21. Esteves FA, Bozelli RL, Camargo AF, et al. Variação diária (24 horas) de temperatura, O<sub>2</sub> dissolvido, pH e alcalinidade em duas lagoas costeiras do estado do Rio de Janeiro e suas implicações no metabolismo desses ecossistemas. *Acta Limnológica Brasileira*. 1988;11: 99-127.
22. Warwick JJ. Diel variation of in-stream nitrification. *Water Res.* 1986; 20: 1325 – 1332.
23. Wang J, Zheng B, Kang X, et al. Diel variation of water inorganic nitrogen and phosphorus during algal blooms. *Polish Journal of Environmental Studies*; 2019; 28(2): 867 – 875.

24. Nimick DA, Gammons CH, Parker SR. Diel biogeochemical processes and their effect on the aqueous chemistry of streams: a review. *Chemical geology*; 2011; 283: 3 – 17.
25. Silva AM. *Princípios Básicos de Hidrologia*. Lavras: UFLA – Departamento de Engenharia. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2007; 2(2): 1411.
26. Vannote RL., et al. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Science*. 1980; 37: 130 – 137.
27. Porto MFA, Porto RLL. *Gestão de bacias hidrográficas*. *Estud. AV.*, 2008; 22(63): 43 - 60.
28. Schelker J., et al. Effects of forestry operations on dissolved organic carbon concentrations and export in boreal first-order streams. *Journal of Geophysical Research, New Zealand*. 2012; 117.
29. Patterson A, Camargo A FM. *Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações*. Bahia: UESC, 2002.
30. Patterson G, Wilson KK. The influence of the diel climatic cycle on the depth-time distribution of phytoplankton and photosynthesis in a shallow equatorial lake (Lake Baringo, Kenya). *Archiv Hydrobiologia*. 1995; 304: 1 – 8.
31. Muniz JN, Duarte KG, Ramos Braga FH, Lima NS. Et al. Limnological quality: Seasonality assessment and potential for contamination of the pindaré river watershed, pre – amazon region, Brazil. *Water (Switzerland)*. 2020; 12(3): 851.
32. Reynolds CS, Reynolds SN, Munawar IF. The regulation of phytoplankton population dynamics in the world's largest lakes. *Aquatic Ecosystem Health and Management*. 2000; 3: 1-21.

33. Huszar VLM, Silva LHS. A estrutura da comunidade fitoplanctônicas no Brasil: cinco décadas de estudos. *Limnotemas*. 1999; 2: 21.
34. Torres, W. (2011). Cultivo de juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) y de boquichico (*Prochilodus nigricans* Agassiz, 1829) en una cocha de desborde, río Amazonas, Loreto – Perú. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
35. Pipa, V. y Ruiz, N. (2012). Relación de parámetros limnológicos con el crecimiento de gamitana *Colossoma macropomum*, en estanques ubicados en el eje de la carretera Yurimaguas – Tarapoto. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
36. Torres, H. (2017). Inclusión de la torta de sachá inchi, *Plukenetia volubilis* (Euphorbiaceae) en dietas para alevinos de paco, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) criados en corrales en el Centro de Investigación “Carlos Miguel Castañeda Ruiz”, IIAP – San Martín – Perú. Tesis de licenciatura. Universidad nacional de la Amazonía Peruana.
37. Chausse TCC, Dos Santos Brandao C, Da Silva LP, et al. Evaluation of nutrients and major ions in streams—implications of different timescale procedures. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2016; 188(38).
38. Baumann H, Smith EM. Quantification of fluctuations in pH and metabolically driven oxygen in habitats near the USA coast. on diel to inter-annual time scales. *Estuaries and coasts*. 2018; 41 (4): 1102 – 1117.

39. Santos DA, De Paula FCF. Diel changes in aquatic biogeochemistry of a pristine stream receiving untreated urban sewage at Brazilian rainforest. *Environmental Science and Pollution Research*. 2019; 26(12): 12324 – 12334.
40. Arana – Flores N, Reátegui – Tobler J, García – Ruiz L. Índice de mortalidad en cultivo del camarón gigante de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*) en estanques seminaturales en Loreto, Perú. *Ca* [Internet]. 30dic.2013 [citado 12dic.2021]; 3(2):96 – 03. Available from: <http://ojs.ucp.edu.pe/index.php/cienciaamazonica/article/view/57>
41. Gonzales Flores, A. P. P. (2017). Abundancia de monogéneos en juveniles de *Myleus schomburgkii* “banda negra” (Pisces: Serrasalminidae), cultivados en estanques de tierra del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) Iquitos – Perú, 2015. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
42. Puerta López, C.Y. (2019). Determinación de la influencia de la descarga del río Mayo en la calidad de agua del río Huallaga, a través de los ICA – PE. Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.
43. Beltrame AV. Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação. Em: Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis; 1994.
44. Lima WP, Zakia MJB. Hidrologia de matas ciliares. In: Rodrigues RR, Leitão Filho HF. Edição Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo. 2000; 33 – 43.

45. Walling DE. Water in the catchment ecosystem. In: Gowen AM. Edition Water Quality in Catchment Ecosystems. New York. John Wiley; 1980.
46. Pádua DMC. Fundamentos de piscicultura. 2 Edição. Goiânia: Ed. da Universidade Católica de Goiás. 2001.
47. Vaultot D, Marie D. Diel variability of photosynthetic picoplankton in the equatorial Pacific. J. Geophys. Res; 1999; 104: 3297–3310.
48. Binder BJ, Durand MD. Diel cycles in surface waters of the equatorial Pacific. Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanography; 2002; 49: 2601 - 2617.
49. WWF.(2018). Glosario ambiental: ¿Qué es pulso de inundación? Fecha de acceso 15 marzo 2021. Disponible en: <https://www.wwf.org.co/?uNewsID=333773>
50. 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.
51. Sioli, H. Hydrochemistry and Geology. In the Brazilian Amazon region. Rev. Amazoniana. 1968; 1(3): 267-277
52. Rodríguez, A F. et al. Los suelos de la región del amazonas según unidades fisiográficas. Folia amazónica IIAP. 1991; 3: 7 – 20.
53. IIAP/BIODAMAZ (Instituto de Investigaciones de la Amazonia peruana/Proyecto Diversidad Biológica de la amazonia peruana, PE).. Bases biofísicas y propuestas de zonificación y de programas para el Plan Maestro de la Zona Reservada Allpahuayo – Mishana Documento Técnico N° 10 – 88 p. 2004.

54. 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>
55. KÖPPEN, W. P. Grundriss der Klimakunde. Berlin, Germany: Walter de Gruyter, 1931.
56. 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>
57. Santos MLS, Eschirique SA, Pereira JAR. Et al. Estudio nictemeral de Parâmetros físicos e químicos na plataforma continental do Amazonas, Bol. Téc. Cient. Cepnor. 2012; 12(1): 25 – 33.
58. Costa O, Barbieri R, Costa ETF. Estudo da variação nictemeral dos parâmetros físico-químicos em um estuário de Macromaré - rio Anil, Maranhão. 17º Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar – COLACMAR; 2017 nov. 13 – 17; Balneario Camboriú, Brasil.
59. BESCHTA, R. L.; PLATTS, W. S. Morphological features of small streams: Significance and function. Water Resources Bulletin, [S.I.]. 1986; 22: 369 – 379.
60. JONES, K. L.; POOLE, G. C.; MEYER, J. L.; et al. Quantifying expected ecological response to natural resource legislation: a case study of riparian buffers, aquatic habitat, and trout populations. Ecology and Society, [S.I.]. 2006; 11(15)

61. RUTHERFORD, J. C.; MARSH, N. A.; DAVIES, P. M.; BUNN, S. E. Effects of patchy shade on stream water temperature: how quickly do small streams heat and cool? *Marine and Freshwater Research*, [S.I.]. 2004; 55: 737 - 748
62. JOHNSON, S. L.; JONES, J. A. Stream temperature responses to forest harvest and debris flows in western Cascades, Oregon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, [S.I.]. 2020; 57: 30 - 39
63. PARKER, G.G. Throughfall and stemflow in the forest nutrient cycle. *Advances in Ecological Research*, Great Britain; 13, : 57 – 133, 1983.
64. Lee, C. W., Kudo, I., Yokokawa, T., Yanada, M., & Maita, Y. Dynamics of bacterial respiration and related growth efficiency, dissolved nutrients and dissolved oxygen concentration in a subarctic coastal embayment. *Marine & Freshwater Research*. 2002; 53(1): 1–7.
65. You, S. J.; Yin, Y.; Allen, H. E. Partitioning of organic matter in soils: effects of pH and water/soil ratio. *Science of the Total Environment*, [S.I.]. 1999; 227: 155 - 160.
66. Zhang, C.; Wang, L.; PU, J.B. Diel aqueous chemical cycling in a typical karst spring-fed stream: Controls of biogeochemical processes. *Acta geoscientica sinica*, Guangxi – China. 2015; 36(2): 197 – 203.
67. SILVA, D. M. L., Ometto, J. P. H. B., Lobo, G. A., Lima, W. P., Scaranello, M. A., Mazzi, E., & Rocha, H. R. Can land use changes alter carbon, nitrogen and major ion transport in subtropical Brazilian streams? *Scientia Agricola*, [S.I.] 2007; 64: 317 – 324.

68. SILVA, D. M. L.; PEREIRA, M. A.; COSTA, E. N. D.; CARNEIRO, J. S. Caracterização hidrológica e biogeoquímica de nitrogênio em microbacias: estudo de caso em áreas com diferentes usos do solo. In: MORAES, M. E. B.; LORANDI, R. (Org.). Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas. Ilhéus (BA):Editus. 2016: 1 – 27.
69. DELGADO, M.I.; CAROL, E.; MAC DONAGH, M.E.; CASCO, M.A. Chemical variation of surface water and groundwater in relation to water balance in the watershed of el pescado creek (Central-Eastern Argentina). *Environmental Earth Sciences*, [S.I.]. 2020; 79 (17)
70. SILVA, J. S. O.; BUSTAMANTE, M. M. C., MARKEWITZ, D., KRUSCHE, A. V., FERREIRA, L. G. Effects of land cover on chemical characteristics of streams in the Cerrado region of Brazil. *Biogeochemistry*, [S.I.]. 2011; 105 ( 1-3), pág.75 – 88.
71. Muñoz H, Orozco S, Vera A, et al. Relación entre oxígeno disuelto, precipitación pluvial y temperatura: río Zahuapan, Tlaxcala, México. *Tecnol. Cienc. Agua*. 2015; 6(5): 59 – 74.
72. SOUZA, E. R.; PAULA, F. C. F. Spatial and Temporal Hydrochemical Variation of a Third Order River Network in a Quasi Pristine Coastal Watershed, at Southern Bahia, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, [S.I.]. 2013; 85(4): 1357 – 1370.
73. Noriega, C. E., Santiago, M. F., Façanha, P., Silva, M. D. G. G., Silva, R. A., Montes, M. D. J. F., Araújo Filho, M., Costa, A. M. P., Eskinazi Leça, E., & Neumann-Leitão, S. The instantaneous transport of inorganic and organic material in a highly polluted tropical estuary.

Research. 2013; 64(6): 562–572.

74. Saeck, E. A., Hadwen, W. L., Rissik, D., O'Brien, K. R., & Burford, M. A. Flow events drive patterns of phytoplankton distribution along a river-estuary-bay continuum. *Marine & Freshwater Research*. 2013; 64(7): 655–670.
75. Lee CW, Lim JH, Heng PL, et al. Influence of elevated river flow on hypoxia occurrence, nutrient concentration and microbial dynamics in a tropical estuary. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2020; 192(10).
76. Middelburg, J. J., & Levin, L. A. Coastal hypoxia and sediment biogeochemistry. *Biogeosciences*. 2009; 6, 1273–1293.
77. Rabalais, N. N., Turner, R. E., & Wiseman Jr., W. J. Gulf of Mexico hypoxia a.k.a. “The dead zone”. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 2002. 33: 235–263.
78. Diaz, R. J., & Rosenberg, R. Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science*. 2008; 321: 926–929
79. Zhang, J., Gilbert, D., Gooday, A. J., et al. Natural and human-induced hypoxia and consequences for coastal areas: synthesis and future development. *Biogeosciences*. 2010; 7: 1443–1467.
80. Wong, V. N. L., Johnston, S. G., Burton, E. D., Bush, R. T., Sullivan, L. A., & Slavich, P. G. Anthropogenic forcing of estuarine hypoxic events in sub-tropical catchments: landscape drivers and biogeochemical processes. *Science of the Total Environment*. 2011; 409: 5368–5375.

81. Lee, C. W., & Bong, C. W. (2006). Carbon flux through bacteria in a eutrophic tropical environment: Port Klang waters. In E. Wolanski (Ed.), *The environment in Asia Pacific harbours*. Dordrecht: Springer. 2006: 329–345.
82. Okamura, K., Tanaka, K., Siow, R., Man, A., Kodama, M., & Ichikawa, Spring tide hypoxia with relation to chemical properties of the sediments in the Matang Mangrove Estuary, Malaysia. *Japan Agricultural Research Quarterly JARQ*. 2010; 44(3): 325–333.
83. Lee, H. L., Tangang, F., Wahap, M. H., & Ang, S. Y. Seasonal hypoxia occurrence at Terengganu estuary, Malaysia and its potential formation mechanisms. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2015; 136.
84. Corredor, J. E., Howarth, R. W., Twilley, R. R., & Morell, J. M. Nitrogen cycling and anthropogenic impact in the tropical inter-American seas. *Biogeochemistry*. 1999; 46: 163–178.
85. Dubuc, A., Waltham, N., Malerba, M., & Sheaves, M. Extreme dissolved oxygen variability in urbanized tropical wetlands: the need for detailed monitoring to protect nursery ground values. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2017; 198: 163–171.

## ANEXOS

### Anexo 01. Fichas de registros de datos limnológicos de muestreos en creciente y vaciante

#### FICHA DE REGISTROS DE DATOS LIMNOLÓGICOS

LUGAR DE PROCEDENCIA: Microcuenca "Tamshi", ubicada en el km. 23.5 de la Carretera Iquitos - Nauta, distrito de San Juan Bautista, Loreto - Perú

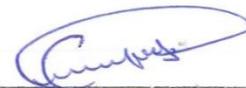
PROYECTO : Variación nictemeral en periodos estacionales de algunos parámetros limnológicos en una microcuenca Amazónica - Rio Nanay, Loreto - Perú

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				PARÁMETROS DE ANÁLISIS						OBSERVACIONES DE CAMPO	PERIODO DE COLECTA
N°	Identificación de la Muestra	Georreferencia (UTM WGS84)	Altitud (m.s.n.m.)	Muestreo		T° Agua (°C)	pH	Conduct. (µS)	OD (%)		
				Fecha	Hora						
1	AGUA SUPERFICIAL DE ORIGEN AMAZÓNICO	677790.4788 E. 9563953.1042 N.	97	31/03/21	15:40	25.95	5.55	10.6	51.2	TIEMPO SIN LLUVIAS DURANTE EL DÍA DE MUESTREO	CRECIENTE
2				31/03/21	16:40	25.7	5.11	10.55	56.95		
3				31/03/21	17:40	25.7	4.67	10.5	62.7		
4				31/03/21	18:40	25.7	4.61	10.55	46.45		
5				31/03/21	19:40	25.65	4.55	10.6	30.2		
6				31/03/21	20:40	25.6	4.57	10.5	27.65		
7				31/03/21	21:40	25.55	4.58	10.4	25.1		
8				31/03/21	22:40	25.5	4.57	10.35	24.15		
9				31/03/21	23:40	25.4	4.56	10.3	23.2		
10				01/04/21	00:40	25.3	4.58	10.3	23		
11				01/04/21	01:40	25.25	4.6	10.3	22.8		
12				01/04/21	02:40	25.2	4.64	10.3	22.9		
13				01/04/21	03:40	25.05	4.68	10.3	23		
14				01/04/21	04:40	24.9	4.68	10.35	23.05		
15				01/04/21	05:40	24.9	4.68	10.4	23.1		
16				01/04/21	06:40	24.9	4.71	10.4	26.35		
17				01/04/21	07:40	24.75	4.74	10.4	29.6		
18				01/04/21	08:40	24.6	4.74	10.4	31.3		
19				01/04/21	09:40	24.9	4.73	10.4	33		
20				01/04/21	10:40	25.2	4.72	10.35	35.6		
21				01/04/21	11:40	25.45	4.71	10.3	38.2		
22				01/04/21	12:40	25.7	4.67	10.2	37.15		
23				01/04/21	13:40	25.95	4.63	10.1	40.4		
24				01/04/21	14:40	26.2	4.77	10.35	43.65		

EQUIPOS Y/O MATERIALES EMPLEADOS : EQUIPO MULTIPARÁMETRO DE MARCA AKSO MODELO AK88

RESPONSABLES REGISTRO DE DATOS :

  
PIERRE M. MÁRQUEZ MALARÍN

  
CALEB H. LÓPEZ DEL ÁGUILA

### FICHA DE REGISTROS DE DATOS LIMNOLÓGICOS

LUGAR DE PROCEDENCIA: Microcuenca "Tamshi", ubicada en el km. 23.5 de la Carretera Iquitos - Nauta, distrito de San Juan Baulista, Loreto - Perú

PROYECTO : Variación nictemeral en periodos estacionales de algunos parámetros limnológicos en una microcuenca Amazónica - Río Nanay, Loreto - Perú

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					PARÁMETROS DE ANÁLISIS				OBSERVACIONES DE CAMPO	PERIODO DE COLECTA	
N°	Identificación de la Muestra	Georreferencia (UTM WGS84)	Altitud (m.s.n.m.)	Muestreo		T° Agua (°C)	pH	Conduct. (µS)			OD (%)
				Fecha	Hora						
1	AGUA SUPERFICIAL DE ORIGEN AMAZÓNICO	677790.4788 E.  9563953.1042 N.	97	04/10/21	15:40	26.2	4.36	16	22.2	FUERTE LLUVIA DURANTE ALGUNOS MOMENTOS DEL MUESTREO SOBRETODO POR LA NOCHE.	VACIANTE
2				04/10/21	16:40	25.5	4.38	17.1	23.5		
3				04/10/21	17:40	25.5	4.3	17	23.2		
4				04/10/21	18:40	25.6	4.25	16.9	26.8		
5				04/10/21	19:40	25.6	4.11	16.8	34.6		
6				04/10/21	20:40	25.6	4	16.8	44		
7				04/10/21	21:40	25.6	4.19	16.6	51.8		
8				04/10/21	22:40	25.6	3.97	16.5	56.4		
9				04/10/21	23:40	25.4	3.96	16.4	52.2		
10				05/10/21	00:40	25.4	4.34	16.4	49.1		
11				05/10/21	01:40	25.3	4.01	16.2	26.3		
12				05/10/21	02:40	25.3	3.86	16.1	23.6		
13				05/10/21	03:40	25.3	4.02	16.1	22.2		
14				05/10/21	04:40	25.3	3.97	16.6	21.7		
15				05/10/21	05:40	25.7	4.1	16.9	22		
16				05/10/21	06:40	25.2	4.12	15.9	22.9		
17				05/10/21	07:40	25.2	4.22	15.9	21.6		
18				05/10/21	08:40	25.3	4.37	16	21.4		
19				05/10/21	09:40	25.6	4.44	16.4	21.2		
20				05/10/21	10:40	25.7	4.74	16.1	22.3		
21				05/10/21	11:40	26	4.74	16.1	20.6		
22				05/10/21	12:40	26.3	4.55	14.6	21		
23				05/10/21	13:40	26.7	4.52	16	17.9		
24				05/10/21	14:40	26.4	4.55	16.9	22.5		

EQUIPOS Y/O MATERIALES EMPLEADOS : EQUIPO MULTIPARÁMETRO DE MARCA AKSO MODELO AK88

RESPONSABLES REGISTRO DE DATOS :

  
PIERRE M. MÁRQUEZ MALARÍN

  
CALEB H. LÓPEZ DEL ÁGUILA

**Anexo 02.** Imágenes del equipo multiparámetro marca Akso, modelo AK88, junto con las sondas de medición y las soluciones buffer de calibración de pH, solución para calibración de conductividad eléctrica, y maleta protectora.



**Anexo 03.** Imágenes del área de muestreo.



En la parte izquierda: imagen del punto de muestreo en microcuenca Amazónica con vegetación de palmeras en el fondo. En la parte derecha: imágenes de la microcuenca estudiada y la vegetación herbácea en zona ribereña.

**Anexo 04.** Imágenes de los registros de datos limnológicos en periodo de creciente y vaciante durante el día y la noche.



En la parte izquierda: imagen del multiparámetro durante un registro diurno. En la parte central: imagen del multiparámetro durante un registro nocturno. En las dos primeras fotos se observa en la pantalla los registros de parámetros limnológicos como temperatura, conductividad eléctrica, pH, temperatura del agua, tanto de día como de noche respectivamente (muestreo en periodo nictemeral). En la parte derecha: imagen del proceso de acoplo del multiparámetro a la orilla de la quebrada para el posterior registro de información.

**Anexo 05. Cronograma de trabajo**

ACTIVIDADES (Mes)	2021							
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
Revisión de Información.	X	X	X	X	X	X	X	X
Muestreos de registros de datos.	X							X
Análisis de datos limnológicos.	X	X						X
Análisis y procesamiento de la información			X	X	X			X
Redacción del informe final						X	X	X
Presentación del informe								X

Muestreos de registros de datos								
Periodo	fecha de inicio	Fecha de finalización	hora inicial	hora final	N° de parámetros evaluados*	N° registros por parámetro	N° registros totales	Frecuencia de registro
Creciente	31/03/2021	1/04/2021	15:40	14:40	4	24	96	1 por hora
Vacante	4/10/2021	5/10/2021	15:40	14:40	4	24	96	1 por hora
						<b>48</b>	<b>192</b>	

\* Parámetros evaluados: temperatura, Conductividad eléctrica, pH y Oxígeno disuelto