UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

SOBREVIVENCIA DEL "*Nostoc sp*" CULTIVADO A DIFERENTES PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CULTIVO IN VITRO – PERÚ, 2021

TESIS PRESENTADO POR:

Bach. ESTTEFANY JOHANA QUINTO HIDALGO

Para optar el título profesional de:

INGENIERO PESQUERO

MOQUEGUA - PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

SOBREVIVENCIA DEL "*Nostoc sp*" CULTIVADO A DIFERENTES PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CULTIVO IN VITRO – PERÚ, 2021

Tesis sustentada y aprobada el 12 de octubre del 2022; estando como jurado calificador y asesor integrado por:

Presidente : ----------
Mg. Vilma Amalia Vilca Cáceres

Primer miembro : ----------
Mg. Mario Ruiz Choque

Segundo miembro : ----------
Mg. Elvis Alberto Pareja Granda

Asesor : ----------
Dra. Sheda Méndez Ancca

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

Folio Nº 0039

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]
Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]
Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:

Resolución de Facultad N°219-2022-FACIA-UNAM

Fecha: 28 de Setiembre de 2022

III. El jurado ha dictaminado la (el) Tesis, TITULADO:

"SOBREVIVENCIA DEL (Nostoc sp.) CULTIVADO A DIFERENTES PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CULTIVO IN VITRO PERÚ 2021"

Bachiller: Estteçany Johana Quinto Hidalgo

Asesor Principal: Dra. Shoda Mendez Aucca

Co-Asesor: .....

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por MAYORIA la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: TRECE (13) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO PESQUERO.

Siendo las 14: horas, del 12 de Octubre del año 2022 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Mg. Vilma Amalia Vilca Caceres
Presidente

Dr. Mario Ruiz Choque
Primer Miembro

MSc. Elvis Alberto Pareja Granda
Segundo Miembro

Estteçany Johana Quinto Hidalgo

Dedicatoria

A Clara Hidalgo Peña, mi madre, por su amor, trabajo, apoyo incondicional y sacrificio en todos estos años.

A mi compañero de vida Milwar Canqui por su amor y apoyo incondicional.

A mi hijo Joshua, por su amor y alegría que me da, me hace hacer mejor las cosas y gracias a él he logrado llegar hasta aquí.

A mi hermana y hermano por el inmenso cariño que me demuestran.

A la Universidad Nacional de Moquegua – Filial Ilo y la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera.

Agradecimiento

A la Empresa Maricultura las Brisas S.R.L. por la oportunidad, confianza y apoyo en la realización del proyecto de tesis y fase experimental de este estudio.

A la Dra. Sheda Méndez Ancca, por su paciencia, invalorable apoyo y valiosa asesoría brindada durante la fase experimental y redacción de esta tesis.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en la realización de esta tesis.

Resumen

La investigación tuvo como objetivo, determinar el efecto de los parámetros productivos en la sobrevivencia y biomasa del *Nostoc sp* en cultivo in vitro. El cultivo se realizó paralelamente en la ciudad de Puno e Ilo, realizándose pruebas de sobrevivencia en medio sólido en placas petri que contenían Agar Agar con medio de cultivo BG11 que se determinó óptimo, a los 14 días de incubación se formaron colonias de *Nostoc sp*, procediendo a inocularlas en un tubo de 10 ml de medio líquido compuesto por 9 ml agua destilada y 1ml de solución BG11. Los parámetros físicos químicos del agua fueron medidos durante 14 días de cultivo, registrándose para el laboratorio de Ilo valores promedio térmicos de 15.85 ± 0.94 °C, el pH de 6.50 ± 0.35; oxígeno de 6.68 ± 0.43 mg/L y una intensidad de luz que alcanza 1270. 71 ± 285.84 lux, condiciones bajo las cuales se produjo mayor cantidad de biomasa de 0.09 ± 0.01g. En consecuencia, se logró la adaptación y desarrollo del *Nostoc sp* en cultivo "in vitro".

Palabras clave: *Nostoc*, alimentación, crecimiento, sobrevivencia, biomasa, cultivo in vitro.

Abstract

The objective of the research was to determine the effect of the productive parameters on the survival and biomass of Nostoc sp in vitro culture. The culture was carried out in parallel in the cities of Puno and Ilo, performing survival tests in solid medium in petri dishes containing Agar Agar with BG11 culture médium which was determined optimal. After 14 days of incubation, Nostoc sphaericum colonies were formed and inoculated in a 10 ml tube of liquid medium composed of 9 ml of distilled water and 1 ml of BG11 solution. The physical-chemical parameters of the water were measured during 13 days of culture, registering for the Ilo laboratory average thermal values of 15.85 ± 0.94 °C, pH of 6.60 ± 0.46; oxygen of 6.68 ± 0.43 mg/L and a light intensity reaching 1270. 71 ± 285.84 lux, conditions under which a higher amount of biomass of
0.09 ± 0.01g was produced. Consequently, the adaptation and development of Nostoc sphaericum in "in vitro" culture was achieved.

Key words: Nostoc, feeding, growth, survival, biomass, in vitro culture.

Índice

Dedicatoria i

Agradecimiento ii

Resumen iii

Abstract iv

Índice v

Índice de tablas viii

Índice de figuras ix

Lista de Acrónimos x

INTRODUCCIÓN 1

I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2

1.1. Descripción y formulación del problema 2

1.1.1. Interrogante general 3

1.1.2. Interrogantes específicas 3

1.2. Objetivos 3

1.2.1. Objetivo general 3

1.2.2. Objetivo especifico 4

1.3. Justificación e importancia 4

1.4. Hipótesis 5

1.5. Variables 5

II MARCO TEÓRICO 6

2.1. Antecedentes 6

2.1.1. Internacional 6

2.1.2. Nacional 7

2.2. Bases teóricas 9

2.2.1. Cianobacterias 9

2.2.2. Nostoc 9

2.2.3. Nostoc sp 10
2.2.4. Taxonomía 10
2.2.5. Hábitat 10
2.2.6. Reproducción 11
2.2.7. Utilización 11
2.2.8. Parámetros físicos 12
2.2.9. Parámetros químicos 13
2.2.10. Medio de cultivo 13
2.2.11. In vitro 14
2.3. Definición de términos 15
III METODOLOGÍA 17
3.1. Tipo y nivel de investigación 17
3.1.1. Tipo y diseño de investigación 17
3.1.2. Nivel de investigación 18
3.2. Ámbito temporal y espacial 18
3.3. Población y muestra 18
3.3.1. Población 18
3.4.2. Muestra 19
3.4. Instrumentos 20
3.4.1. Materiales 20
3.4.2. Equipos 20
3.5. Procedimiento de cultivo in vitro 21
3.5.1. Acondicionamiento de laboratorio 21
3.5.2. Preparación de medios de cultivo 21
3.5.3. Plaqueo 22
3.5.4. Colecta de Muestras 23
3.5.5. Acondicionamiento de muestra 25

3.5.6. Raspaje del material biológico Nostoc sp 26
3.5.7. Cultivo en agar agar de la cepa de Nostoc sp 26
3.5.8. Inoculación en medio liquido 26
3.5.9. Evaluación de la tasa de sobrevivencia 27
3.5.10. Diagrama de Flujo de la Metodología 28
3.6. Análisis de datos 28
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN 29
4.1. Resultados 29
4.1.1. Parámetros físico químicos en los que se desarrolla la sobrevivencia del Nostoc sp (cushuro) en cultivo in vitro 29
4.1.2. Medio de cultivo en el que se logró la sobrevivencia del Nostoc sp (cushuro) en cultivo in vitro 32
4.1.3. Sobrevivencia 33
4.1.4. Análisis de la Biomasa 34
4.2. Discusión 34
V CONCLUSIONES 36
VI RECOMENDACIONES 37
VII REFERENCIAS 38
VIII ANEXOS 41
8.1. Tabla de valores promedio de sobrevivencia y días transcurridos 41
8.2. Tabla de valores y estadística descriptiva de temperatura 41
8.3. Tabla de valores y estadística descriptiva de pH 42
8.4. Tabla de valores y estadística descriptiva de O_2 42
8.5. Tabla de valores y estadística descriptiva de intensidad de luz 43
8.6. Panel fotográfico 44
8.7. Formatos 48

Índice de tablas

Tabla 1 *Indicadores e índices del experimento* 18

Tabla 2 *Reactivos químicos para el cultivo de Nostoc (BG11)* 21

Tabla 3 *Reactivos químicos para el cultivo de Nostoc (Guillard)* 22

Tabla 4 *Prueba T para la tasa de sobrevivencia* 33

Tabla 5 *Prueba t para la igualdad de medias* 34

Tabla 6 *Cantidad de biomasa producida en 30 ml de cultivo in vitro* 34

Índice de figuras

Figura 1 *Plaqueado de Agar Agar con medio BG11* 23

Figura 2 *Área de colecta de Nostoc sp (cushuro)* 24

Figura 3 *Lugar de toma de muestra del Nostoc sp en Aruntaya* 24

Figura 4 *Área de colecta en Puno de Nostoc sp* 25

Figura 5 *Lugar de toma de muestra del Nostoc sp en Juli* 25

Figura 6 *Placas con Nostoc sp* 26

Figura 7 *Fase de escalamiento de cultivo Nostoc sp* 27

Figura 8 *Diagrama de flujo del proceso de cultivo in vitro del Nostoc sp* 28

Figura 9 *Gráfico de barras de temperatura en Puno e Ilo* 29

Figura 10 *Comparación de pH entre Puno e Ilo* 30

Figura 11 *Gráfico de barras de indicador de oxígeno de Puno e Ilo* 31

Figura 12 *Intensidad de luz durante el cultivo in vitro de Puno e Ilo* 32

Figura 13 *Curva de crecimiento del Nostoc sp de Puno e Ilo* 44

Figura 14 *Toma de muestra del Nostoc sp* 44

Figura 15 *Esterilización de materiales en autoclave* 44

Figura 16 *Preparación de medio de cultivo* 45

Figura 17 *Aislamiento del Nostoc sp* 45

Figura 18 *Obtención de cepas* 46

Figura 19 *Toma de parámetros* 46

Figura 20 *Toma de pH* 47

Figura 21 *Recuento de células de Nostoc sp* 47

Lista de Acrónimos

EPIP **:** Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

pH **:** Potencial de hidrógeno

EDTA **:** Etilendiaminotetraacético

INEI **:** Instituto Nacional de Estadística e Informática

UNT **:** Unidad Nefelométrica de Turbidez

UAM **:** Universidad Autónoma de Madrid

INTRODUCCIÓN

El Nostoc conocido como algas andinas (cushuro, llullucha, yuyo, etc), tiene propiedad nutraceútica, farmacéutica, biorremediadora (Ramírez Revilla et al., 2018) razones por las cuales despierta gran interés comercial dentro del desarrollo de la biotecnología (Aguilar et al. 2020).

Posee la capacidad de producir exopolisacáridos que pueden servir como fertilizantes para la agricultura. Aporta sustancialmente a la asimilación global de CO2, producción de O2 y la fijación de N2; por esa razón presenta ventajas por su gran diversidad y combinación de características, como una alta tasa de crecimiento y metabolismo variable, de manera que responden a cambios en diversos ambientes con tolerancia a la sequía y prosperando en cada uno de ellos.

El cushuro al ser un producto de bajo costo no existe demanda que resalte la importancia para su producción por ello es vendido en los mercados de la zona alto andinas. Esta especie no es cultivada, normalmente es recolectada, como "ojos de agua" y en algunos casos este alimento silvestre es depredado debido a las altas tasas de recolección.

El cultivo in vitro es una alternativa idónea a los métodos convencionales ya que permite aumentar enormemente la productividad, eficiencia y la calidad del producto, consiguiendo además un alto rendimiento. Por ese motivo el consumo de cushuro mejoraría el estilo de vida de la población Ileña, tanto en la salud como en la nutrición, ya que el cushuro es un superalimento por sus nutrientes y proteínas (Aguilar et al. 2020).

El presente estudio busca evaluar los parámetros fisicoquímicos, crecimiento, y biomasa del cultivo de *Nostoc sp* in vitro, fertilizado con medio de cultivo BG11 en condiciones de laboratorio para su posterior escalamiento.

I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema

El *Nostoc sp* (cushuro), es propio de las zonas altoandinas de Perú, Bolivia y Ecuador. Ha sido tradicionalmente destinado para el consumo humano como suplemento alimenticio y fuente medicinal desde tiempos ancestrales. Su alta tasa de crecimiento, contenido proteico y su metabolismo variable (adaptación al ambiente) hacen de este recurso un organismo importante en el medio ambiente y como alimento en la población (Galetovic & Goméz, 2017).

El Perú es un país con 32 millones 626 mil 948 habitantes (INEI, 2020) donde la pobreza, desigualdad y exclusión son el vivir de cada día. El ingreso familiar no llega a cubrir las necesidades básicas y es por eso que hay niños desnutridos, siendo un factor limitante para el desarrollo de los niños, por ello necesitamos alimentos de fácil accesibilidad y económica en zonas de vital importancia. La calidad alimentaria del *Nostoc sp* está en su contenido de proteínas que tiene 32 a 42%, también vitaminas B1, B2, B5 es considerado de fácil digestión, contiene carbohidratos, grasas y minerales como Ca, P, Fe, Na y (Zavaleta & Astete, 2017).

En las zonas de cultivo o alrededores, las personas la extraen de manera natural, pero, hasta el momento no se conoce un sistema tecnificado encargado de la extracción (Idesia,2014). En los mercados altoandinos no es común encontrar cushuro, sin embargo, la poca presencia es solicitada por personas que han tenido contacto o información sobre este alimento, limitando el acceso hacia la otra parte de la población. Frente a este problema se plantea realizar una investigación experimental para el cultivo in vitro del *Nostoc sp.*

Formulación del problema

El crecimiento de la población trae como consecuencia la demanda en el consumo de alimentos, de alto contenido proteico de buena calidad, la cual presenta una demanda insatisfecha. Se busca aprovechar las propiedades del *Nostoc sp* como enriquecedor de proteínas.

La tecnología de cultivo in vitro permite mejorar el acceso a una gran cantidad de *Nostoc sp* a partir de cantidades mínimas de material y su desarrollo productivo representa una oportunidad de crecimiento y diversificación a nivel del sector de nuestro país. Así mismo se conoce que para mantener las poblaciones de manera sostenible, se debe de asegurar los stocks poblacionales.

Para la optimización del cultivo *Nostoc sp* (cushuro), en la provincia de Ilo, se debe tener en cuenta la temperatura y la luz para lograr obtener el mayor crecimiento y rendimiento de biomasa en el menor tiempo por lo que es necesario realizar estudios sobre la temperatura de cultivo de cushuro, en consecuencia, se desconoce el efecto de las diferentes condiciones ambientales como la presión, temperatura, altura sobre el nivel del mar, sobre la sobrevivencia del *Nostoc sp* en la provincia de Ilo.

Por lo cual se plantea la siguiente interrogante:

1.1.1. Interrogante general

¿Cuál será el efecto de los parámetros productivos en la sobrevivencia del *Nostoc sp* (cushuro)?

1.1.2. Interrogantes específicas

- ¿Cuál será los parámetros físico químicos en los que se desarrolle la sobrevivencia del *Nostoc sp*, "cushuro" en cultivo in vitro?
- ¿Qué medio de cultivo será viable lograr la sobrevivencia del *Nostoc sp* en cultivo in vitro?
- ¿Cuánto será la tasa de sobrevivencia?
- ¿Cuánto será su biomasa?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Determinar el efecto de los parámetros productivos en la sobrevivencia del *Nostoc sp* (cuchuro) en cultivo in vitro.

1.2.2. Objetivo especifico

- Estimar parámetros físico químicos en los que se desarrolla la sobrevivencia del *Nostoc sp* (cushuro) en cultivo in vitro.
- Determinar el medio de cultivo en el que es viable lograr la sobrevivencia cushuro *Nostoc sp* en cultivo in vitro.
- Estimar la tasa de sobrevivencia.
- Estimar la biomasa.

1.3. Justificación e importancia

En nuestra localidad de Ilo los pobladores de bajos recursos económicos carecen de alimentos nutritivos con alto valor proteico, es por ello que a través de la producción del *Nostoc sp* rica en proteínas, el presente proyecto busca identificar los parámetros productivos de sobrevivencia a nivel experimental, los cuales generaran nuevas oportunidades de negocio con un fuerte impacto potencial en términos económicos, orientado principalmente al desarrollo del sector pesquero y productivo.

La temperatura adecuada para este recurso, sería un factor controlador de la tasa de desarrollo y supervivencia, favoreciendo el cultivo del *Nostoc sp* con fines comerciales, aumentando la sobrevivencia de esta especie en condiciones controladas.

En recientes investigaciones se ha demostrado que el valor nutricional del *Nostoc sp* puede ser un complemento para enriquecer nuevos productos, aprovechando que la tecnología está creciendo, se pueden crear alimentos de mejor calidad nutricional en el Perú.

Así mismo, usar un recurso natural alimentario que está en pleno desarrollo, puede convertirse en una fuente de ingresos económicos. Por ello, aprovechando la tecnología, queremos demostrar que el cultivo in vitro *Nostoc sp* es una fuente viable de proteínas.

Relevancia científica, conocer la productividad de *Nostoc sp* en un ambiente controlado y su relación con los parámetros fisicoquímicos en Puno e Ilo, será información validada científicamente dejando como base para posteriores estudios relacionados.

Relevancia técnica, conocer la productividad de *Nostoc sp* en un ambiente controlado, permitirá obtener información valida y al mismo tiempo se podrá tomar decisiones adecuadas para considerar las condiciones óptimas fisicoquímicos con el objeto de determinar la sobrevivencia y biomasa de este recurso, así mismo se podrá informar a la sociedad en el desenvolvimiento de la actividad relacionado al cushuro *Nostoc sp*.

Relevancia socioeconómica ambiental, en términos económicos el cultivo in vitro del *Nostoc sp* se puede convertir en una actividad generadora de divisas, empleo para el país y ambientalmente son importantes por ser organismos autótrofos que generan su propio alimento mediante el proceso de fotosíntesis.

1.4. Hipótesis

$\mathbf{H_0}$ = Los parámetros productivos no influencian en la sobrevivencia del *Nostoc sp* (cushuro), en cultivo in vitro.

$$\mu 1 = \mu 2 = \mu 3$$

$\mathbf{H_1}$ = Los parámetros productivos influencian en la sobrevivencia del *Nostoc sp* (cushuro), en cultivo in vitro.

$$\mu 1 \neq \mu 2 \neq \mu 3$$

1.5. Variables

Variable independiente

Parámetros productivos (Ilo, Puno).

Variable dependiente

Sobrevivencia del *Nostoc sp* (cushuro).

II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacional

Se realizaron estudios de "*Análisis de la producción de biomasa de Nostoc muscorum en sistema hidropónico",* en Colombia, donde realizaron cultivos de *N. muscorum* por triplicado, en un sistema hidropónico bajo condiciones semi controladas de temperatura (29 ± 13°C), intensidad lumínica (32 ± 54 μmol/m2/s) y fotoperiodo (12 horas), durante 23 días en un invernadero. La temperatura, el pH, la conductividad eléctrica y la producción de biomasa seca, fueron monitoreados en días alternados. Los resultados obtenidos mostraron que la producción máxima de biomasa seca fue de 0.2276 ± 0.0114 g/m2/día, y la productividad promedio fue de 0.4149 ± 0.0207 g/m2/día. A su vez, la producción máxima de biomasa de *N. muscorum* se obtuvo el día trece con 0.3185 ± 0.0159 g/m2/día. El sistema hidropónico proporcionó un flujo continuo de nutrientes que podría prevenir el ataque de bacterias y hongos oportunistas, generando una alta tasa de crecimiento (Ortiz, 2019).

Estudios de investigación que realizaron en Colombia titulado *"Comparación del crecimiento y Composición Bioquímica de cuatro cepas de Nostoc y Anabaena (Cyanobacteria, Nostocales) en relación con el nitrato de sodio"*, donde su objetivo fue evaluar el crecimiento y composición bioquímica de Nostoc cuyas cepas fueron LAUN0015 y UAM206 en diferentes concentraciones (0 - 4,25 - 8,5 - 17 mm) de nitrógeno combinado, obteniendo resultados significativos en la producción de proteínas y carbohidratos, 644,86 ±19,77 μg mL -1, y 890 μg mL-1, respectivamente. Determinaron que la cepa más eficiente para la producción de proteínas, carbohidratos y lípidos, en condiciones diazotróficas, correspondió a Nostoc LAUN0015. En cambio, las cepas de UAM206 requieren de elevadas concentraciones de nitrógeno para alcanzar los mayores valores de metabolitos (Rosales, et al.2017).

La investigación realizada en la ciudad de la Habana, Cuba titulada *"Cultivos a cielo abierto de las cianobacterias Nostoc LAUN0015 y Anabaena MOF015 para la producción de biomasa enriquecida. Pruebas piloto para cultivo masivo"* tuvo como objetivo evaluar la producción de biomasa de las cianobacterias filamentosas fijadoras de nitrógeno Nostoc LAUN0015 y Anabaena MOF015 a cielo abierto a dos volúmenes de cultivo: 50 y 100 L usando como medio de cultivo BG11. Cuando compararon la Anabaena MOF015 con el cultivo de Nostoc produjo el mayor valor, de masa seca, clorofila a, ficocianina, ficoeritrina, proteínas y lípidos con 3,85 ± 0,41 g L-1; 3,76 ± 0,51; 6,16 ± 0,85; 2,79 ± 0,25; 250,31 ±10,01 y 20,11 ± 1,01 µg mL-1, respectivamente en un volumen de 50 L de cultivo. A partir de los resultados determinaron que el Nostoc LAUN0015 alcanzó la máxima producción de carbohidratos con 754,17 ±79,86 µg mL-1. Por lo tanto, la Anabaena MOF015 destaco por tener un mayor crecimiento y producción de biomasa seca ($p<0,05$) en condiciones diazotróficas; lo cual supone sistemas de cultivos más económicos y de gran valor biotecnológico (Rosales, et al.2016).

2.1.2. Nacional

Tesis del título profesional *"Efecto de los medios BG11 y CHU sobre el crecimiento de Nostoc punctiforme cultivado a diferentes concentraciones, en condiciones de laboratorio",* donde se determinó el crecimiento de cultivo de *Nostoc punctiforme* en dos medios de cultivo (BG11 y CHU) a diferentes concentraciones preparados en líquido y sólido (agar) bajo condiciones de laboratorio, por lo que trabajo con nueve tratamientos, siendo cuatro del medio BG11 (T1-T4), cuatro con medio CHU (T5-T8) y un control (T0). Las colonias cultivadas en medio sólido y líquido fueron evaluadas semanalmente por un periodo de 30 y 35 días respectivamente, considerando su tamaño en milímetros (mm) y peso en gramos (g). Los parámetros físico-químicos registrados en la evaluación fueron: temperatura (19.5±0.76°C), intensidad de luz (2000 lux), pH (8.66±0.35) y oxígeno (6.93±0.47 mg/L) (Echevarria, 2021).

Estudios de investigación que realizaron de la "*Evaluación del rendimiento y tasa de crecimiento de Nostoc sp en condiciones de laboratorio, Huancavelica – 2020"* tuvieron como objetivo conocer el rendimiento de biomasa y la tasa de

crecimiento in vitro del *Nostoc sp*. Tomaron muestras de las lagunas de Allccaccocha, Tutayacc y Tansiriccocha (Distrito de Nuevo Occoro); y laguna de Pachachaca y Tinyacclla (distrito de Huando), realizaron cultivos en tres tipos de soluciones nutritivas: A1 (A1b0, A1b30, A1b50 y A1b70), A2 (A2b0, A2b30, A2b50 y A2b70) y A3 (A3b0, A3b30, A3b50 y A3b70), aplicando dosis de: 00, 30, 50 y 70 ml respectivamente y con una frecuencia de 7 días. Obtuvieron como resultados que la solución nutritiva (SA1) y (SA3) rica en concentraciones de nitrato de sodio (NaNO3) y difosfato de potasio (K2HPO4), permite el mayor crecimiento vigoroso de *Nostoc sp* y del mismo modo la alta tasa de crecimiento en la dosis (SA1b70) y (SA3b30) (Hernández,2021).

Tesis del título profesional *"Evaluación de la producción de Nostoc sp (cushuro) en cochas construidas a diferentes profundidades dentro de un ecosistema humedal, en el sector Carpa, distrito de Catac – Ancash*" donde se determinó que la producción del *Nostoc sp*, depende de las condiciones adecuadas para su producción, demostrando una mejor producción a menores profundidades (10 o 20 cm). También influye otros factores como la precipitación, la radiación solar y la concentración de nutrientes, permitiendo concluir que a menores profundidades hay una producción inmediata del *Nostoc sp*. Trabajo con tres tratamientos, en el cual los diámetros de las colonias de los tratamientos a 20 y 30 cm de profundidad, tuvieron una relación directamente proporcional con sus cantidades, evidenciada por el crecimiento y muerte progresiva de dichas colonias. Mientras que los diámetros del tratamiento a 10 cm de profundidad tuvieron una relación indirecta, mostrando mayores cantidades, pero de tamaños menores o regulares. La calidad de agua de los tres tratamientos a distintas profundidades mostró valores de pH cercanos 6.80 - 8.39, oxígeno disuelto entre 3.40 - 5.16 mg/L, conductividad eléctrica entre 82 – 104 µS/cm, temperaturas entre 8.68 - 15.46 °C, nitratos y metales totales en porciones muy bajas, la turbiedad entre 4.63 - 13.90 UNT y los fosfatos entre 0.066- 0.015 mg/L (Rubio, 2018).

Tesis del título profesional *"Actividad hipoglucemiante in vitro de los polisacáridos digeridos de Nostoc sphaericum Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)"* donde tuvo como objetivo evaluar el potencial inhibitorio de las enzimas α-amilasa y α-glucosidasa, así como la inhibición de la difusión de la

glucosa, por los polisacáridos aislados de *Nostoc Sphaericum Vaucher* ex Bornet & Flahault tratados mediante digestión gastrointestinal simulada a nivel in vitro. De los polisacáridos que obtuvieron lo purificaron y trataron mediante digestibilidad gastrointestinal in vitro, con la finalidad de simular su digestión. Evaluaron la actividad hipoglucemiante mediante los métodos de inhibición de la α-glucosidasa, α-amilasa y la difusión de la glucosa de los polisacáridos digeridos, comparando con el medicamento acarbosa. Obtuvieron como resultado que la concentración de 50 mg/mL de polisacáridos digeridos disminuye en un 85,26 % la difusión de la glucosa a nivel in vitro. La concentración inhibitoria (CI50) de la enzima α-glucosidasa fue de 314,23 ± 4,87 mg/mL y la enzima α-amilasa 113,59 ± 3,10 mg/mL. Concluyendo que los polisacáridos de Nostoc sphaericum tratados mediante digestión gastrointestinal in vitro, mostraron capacidad de inhibir las enzimas α-amilasa, α-glucosidasa y la difusión de glucosa; motivo por el cual la especie sería considerado promisoria para un posible tratamiento coadyuvante de la diabetes tipo 2 (Inocente, et al.2019).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cianobacterias

Las cianobacterias son organismos fotoautotróficos, por lo que la fotosíntesis es el principal modo de obtención de energía. Presentan una gran heterogeneidad morfológica, donde se distinguen formas unicelulares, coloniales y filamentosas, con o sin ramificaciones (Aguilera & Echenique, 2017).

2.2.2. Nostoc

El Nostoc es una cianobacterias de agua dulce, presente en lagunas, lagos, ríos, de forma esférica, forman colonias, presenta células vegetativas esféricas, cilíndricas, discoidales dispuestas en filamentos sencillos y flexibles.

Las colonias de Nostoc son compuestos por tricomas agregados y enredados (cadenas de células) que pueden crecer en tapetes macroscópicos y colonias gelatinosas, y ser de color azul-verde, amarillo-marrón o marrón oscuro. Estas colonias son generalmente esféricas al comienzo de la etapa vegetativa y después se tornan irregulares, foliares o filiformes.

2.2.3. Nostoc sp

El *Nostoc sp* tiene aspecto de uvas traslúcidas, gelatinosas y esféricas, con un diámetro que varía de 10 a 25 mm. Contiene innumerables compuestos químicos altamente nutritivos, especialmente rico en hierro y proteína. Forman colonias tanto microscópicas como macroscópicas sobre diversos ambientes acuáticos.

2.2.4. Taxonomía

En el trabajo de investigación titulado *"Cianobacterias del Perú"* por el Dr. Manuel Fernández Honores, experto ficólogo, determino que el *Nostoc sp* en el Perú es una sola especie, y que sus diversos nombres (commune, sphaericum, pruniforme, etc.) se deben a sus diferentes estadios condicionados por el clima (época de lluvia o estiaje). Por ejemplo: en época de lluvia tiene forma de esfera y textura turgente y se le llama "sphaericum", en época de estiaje (escasez de agua) se arruga y se le llama "pruniforme".

Reino: Bacteria
Phylum: Cyanobacteria
Subclase: Nostocophycidae
Clase: Cyanophyceae
Orden: Nostocales
Familia: Nostocaceae
Género: Nostoc
Especie*: Nostoc sphaericum*

(Gomez, 2021)

2.2.5. Hábitat

Forman colonias gelatinosas esféricas que flotan libremente por el borde de superficies de lagos, lagunas, charcos, puquios y diversos ambientes altoandinos. En el Perú se ha registrado *Nostoc sp* en los departamentos de Amazonas, Áncash, Arequipa, Apurímac, Cajamarca, Cusco, Junín, La Libertad, Pasco y Puno (Chili, 2010).

Pueden vivir con temperaturas bajo cero, es por eso, que se les encuentra sobre los 3000 m.s.n.m. hasta los 5000 m donde la atmósfera es escasa de oxígeno. Son resistentes a la radiación ultravioleta, siendo favorable para su fotosíntesis. Cuando no hay lluvia, se empiezan a secar porque disminuye el nivel del agua donde habitan, permaneciendo en estado latente hasta que vuelve a llover haciendo que se rehidraten. Además del Perú, se han registrado su presencia en otros lugares como: en Asia: China, Indonesia, Mongolia y la India. También en Europa: Alemania, España y Francia. En Centroamérica (México). En Sudamérica: Venezuela, Ecuador, Brasil, Bolivia, Noroeste de Argentina y al Sur y Norte de Chile, y Sudáfrica (Ponce, 2014).

2.2.6. Reproducción

Se reproduce vegetativamente, llevándose a cabo de las siguientes formas:

- Reproducción por fragmentación, las células se rompen en pequeños fragmentos ocasionados por factores mecánicos o fisiológicos. Cada fragmento tiene la capacidad de formar una nueva colonia
- Reproducción por heterocistos, el protoplasma de los heterocistos puede germinar formando un nuevo tricoma, esta célula germina hasta formar cuatro células nuevas la cual se da por ruptura de pared celular
- Reproducción por hormogonia, que son secciones cortas de filamento que contienen entre tres y diez células, capases de generar nuevos individuos (Singh Pande, 2010).

2.2.7. Utilización

En la medicina, se ha demostrado que tiene propiedades curativas por ejemplo la de inhibir la formación de colesterol, también ayuda a la regeneración de los huesos.

Como alimento el Nostoc, contiene proteínas, vitaminas, carbohidratos en diferentes porcentajes, llegando a 50%, siendo lo necesario, para que una persona que consume *Nostoc* este saludable.

Lu utilización del Nostoc podría ser una fuente de alternativa para la población Ileña de escasos recursos, debido a su alto contenido de proteínas, lípidos y aminoácidos esenciales. Por consiguiente, se podría cultivar y comercializar como suplemento alimenticio y a su vez generar trabajo.

Estudios realizados internacionalmente, reportan que la biomasa de cianobacterias posee numerosos efectos benéficos sobre la salud humana. Así mismo que posee efectos antivirales, antineoplásicos, hipoglicémicos, antibióticos, mejorador del sistema inmunitario.

2.2.8. Parámetros físicos

Temperatura

Diferentes estudios científicos han demostrado que las cianobacterias crecen mejor a temperaturas comprendidas entre los 15°C y los 30°C, sin embargo, se ha reportado que las mayores tasas de crecimiento y reproducción se alcanzan a los 25°C que es considerada la temperatura óptima de crecimiento (Domingo & Romero, 2011).

Oxígeno

El Nostoc produce su oxigeno durante su proceso de fotosíntesis, son capaces de generar materia orgánica para otros organismos; cuando este queda atrapado en el medio de cultivo, causa un efecto desfavorable reduciendo la eficiencia fotosintética, generando inhibición en el crecimiento del microorganismo incluso a concentraciones altas de CO_2. La acumulación de este elemento ocasionaría problemas en fotobiorreactores que carecen de intercambio de gas (Ramírez et al.2015).

Turbidez

La turbidez es un indicador de la dificultad de la luz para atravesar una masa de agua (opuesto a transparencia), por la presencia de materiales en suspensión, coloidales o muy finos (difíciles de decantar y filtrar). Es habitualmente utilizado para determinar la calidad y la productividad de las aguas; la fotosíntesis, depende de la cantidad de luz que consiga entrar en el agua.

Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es un indicador de que haya presencia de sales y otros materiales ionizables en el agua, a través de la medida indirecta de la capacidad del agua para conducir la electricidad. El agua pura contribuye mínimamente a la conductividad, en su casi totalidad es el resultado de la presencia de iones de las sustancias en suspensión y disolución.

2.2.9. Parámetros químicos

pH

El pH, debido que infiere en el crecimiento y composición bioquímica de las cianobacterias, prefiriendo estos organismos ambientes alcalinos con pH entre 7 y 9, debido a que están adaptadas a utilizar el bicarbonato disuelto en el agua como forma de asimilación de carbono inorgánico para el proceso fotosintético. Por ese motivo su incremento afecta la polaridad de compuestos del medio de cultivo, así como también la disponibilidad de nutrientes, solubilidad y concentración de CO_2 (Domingo & Romero, 2011).

2.2.10. Medio de cultivo

Es una técnica de laboratorio que consta de un gel o una solución que contiene los nutrientes necesarios que permite el crecimiento de células, microorganismos, tejidos vegetales o incluso pequeñas plantas.

- **Medio Guillard f/2**

  Este medio es recomendado especialmente para el cultivo de microalgas marinas. Es rico en silicato y borato, pero pobre en fosfato, sales de hierro, cobalto, zinc, manganeso, cobre, molibdeno y EDTA. Para estos ensayos, se evaluó el crecimiento de la cianobacteria a 2,2 mm de Nitrato.

- **Medio WC**

  Utilizado para el cultivo de especies de agua dulce, tiene una concentración de 1mm de Nitrato. Contiene Bicarbonato de Sodio, Cloruro de Calcio, Silicato, Sulfato, Magnesio y una baja concentración de Fosfato (0,05 mm).

- **Medio BG11**

  Especialmente recomendado para el cultivo de cianobacterias, debido a su alta concentración de Nitrato de Sodio 17mm, además presenta sales de Calcio, Magnesio, Cobre, Manganeso, Zinc, Molibdeno, Borato y EDTA.

- **Medio Algal**

  Este medio es rico en vitaminas y nutrientes esenciales como fosfato, sales de hierro, cobalto, zinc, manganeso, cobre, molibdeno y EDTA.

2.2.11. In vitro

Significa cultivar cepas dentro de un recipiente de vidrio en un ambiente artificial. Esta forma de cultivar tiene dos características fundamentales: la asepsia (ausencia de gérmenes, etc), y el control de los factores que afectan el crecimiento (Castillo, 2014).

En el siguiente listado se presenta una comparación de las características de una cianobacteria en condiciones de laboratorio (in vitro) y en condiciones naturales (in vivo):

In vitro

- No realiza fotosíntesis.
- Crecimiento en condiciones controladas.
- Crecimiento en condiciones de asepsia.
- Alta humedad relativa.

In vivo

- Realiza fotosíntesis.
- Crecimiento en condiciones no controladas.
- Exposición a los patógenos y gérmenes del ambiente.
- Humedad relativa variable.

2.3. Definición de términos

- **Nostoc:** Género de la división Talofita, clase cianoficea, esta especie puede vivir en agua dulce y tierra formando colonias esféricas, como pequeñas perlas unidas, están compuestas por filamentos.

- **Biomasa:** Peso vivo o peso total de la materia viva en una superficie determinada. En acuicultura, peso total de los organismos por unidad de área del lugar donde se realiza el cultivo.

- **Producción:** La productividad primaria es igual a la producción de nueva materia orgánica (biomasa) por los autótrofos de un ecosistema.

- **Crecimiento:** Es el Aumento gradual del tamaño de cushuro, *Nostoc sp* hasta alcanzar la madurez.

- **Parámetros:** Dato o factor que se toma como necesario para analizar o valorar parámetros físico químicos.

- **In vitro:** Designa los procesos biológicos que se realizan fuera de los organismos vivos. Literalmente “en vidri”.

- **Cultivo in vitro:** Es el crecimiento o mantenimiento de células vegetales, tejidos que consiste en tomar una porción de una planta (semilla, etc.) y colocarla en un medio nutritivo estéril donde se regenerará una o muchas de ellas.

- **Efecto:** Es el resultado, la conclusión, la consecuencia, lo que se deriva de una causa.

- **Parámetro productivo:** Es un indicador que establece parámetros con la finalidad de comparar resultados de fisicoquímico.

- **Recolección:** Medio de extracción de las cianobacterias desde su ambiente natural.

- **Medio de cultivo:** Mezcla de sustancias en las cuales pueden crecer células, tejidos u órganos.

- **Ficología:** Parte de la botánica que se dedica al estudio de la estructura celular, la función, los ciclos de vida, ecología, y otras propiedades de las algas.

- **Estiaje:** Nivel más bajo o caudal mínimo que en ciertas épocas del año tienen las aguas de un río, laguna, etc., por causa de la sequía.

- **Heterocisto:** Célula vegetativa modificada que carece de pigmentos. De posición intercalar, terminal o lateral en el caso de las ramificadas. Su función es intervenir en la fijación de nitrógeno atmosférico.

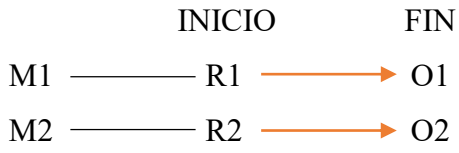
- **Nutraceútica:** Cualquier alimento o ingrediente de los alimentos que ejerce acción benéfica en la salud del hombre.

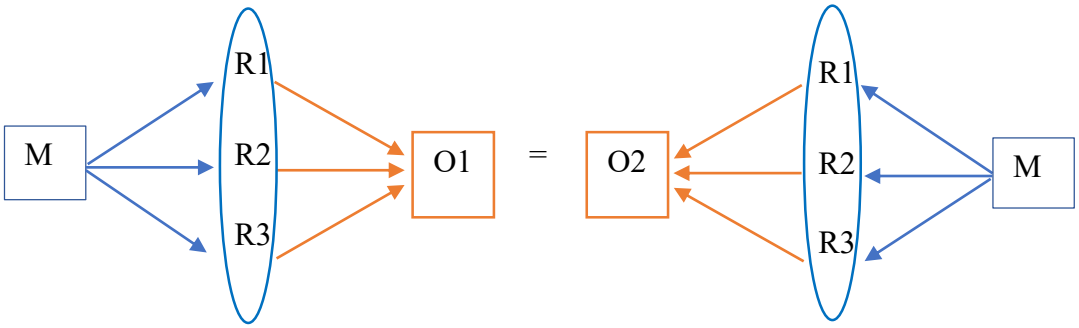
III METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación fue cuantitativa de tipo cuasiexperimental, debido a que se desarrolló en condiciones de laboratorio y el diseño fue de Comparación de medias t-student para muestras independientes (Puno e Ilo) (Ortiza & Moreno, 2016). Evaluándose el efecto de la variable independiente parámetros productivos, sobre la variable dependiente sobrevivencia y biomasa procedentes de dos lugares diferentes Ilo y Puno.





Donde:

M1: Selección de la muestra (Ilo).

M2: Selección de la muestra (Puno).

R1,2 y 3: Replica de tratamiento Ilo.

R1,2 y 3: Replica de tratamiento Puno.

O1; O2: Medición de la tasa de sobrevivencia.

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es comparativo porque se realizó en dos lugares diferentes, por tanto, se evaluó los resultados del efecto de la variable independiente parámetros productivos (Ilo, Puno) y la variable dependiente (sobrevivencia).

Operacionalización de variables

Tabla 1

Indicadores e índices del experimento

Variable conceptual	Dimensión	Indicador
Rendimiento de Parámetros productivos	Factores físicos químicos	
	Temperatura	°C
	Presión	Atm
	Altitud	m.s.n.m.
	Iluminación	Lux
	Oxigeno	Mg/L
	pH	
	Medio de cultivo	BG11
Sobrevivencia	Tasa de sobrevivencia	% m = 100 - % sobrevivencia
	Biomasa	g
	Densidad	N° individuos /ml

3.2. Ámbito temporal y espacial

El cultivo "in vitro" de *Nostoc sp* fue evaluado en un periodo de 8 meses en el laboratorio implementado en la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Moquegua, filial Ilo. En forma simultánea se desarrolló el mismo experimento en un laboratorio instalado en la ciudad de Puno.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población se inició desde cero, para poder observar si iba a sobrevivir la cepa de la macroalga *Nostoc sp* proveniente del rio de la comunidad Aruntaya del distrito Carumas y provincia de Mariscal Nieto del departamento de Moquegua, las cuales fueron recolectadas del medio natural.

3.4.2. Muestra

Se colectó una cantidad de 400g y la muestra utilizada fue de 3 a 4 unidades por un proceso de raspado para la inoculación.

El tipo de muestreo fue no probabilístico, por conveniencia o a juicio del experimentador.

Para determinar el crecimiento celular, se determinó la velocidad del crecimiento y concentración celular, tomando 0.05 µm del cultivo de *Nostoc sp*, agregando 1 gota de lugol, fueron observadas con la ayuda de un microscopio, realizando recuentos diarios y estableciendo la concentración celular en N° de (cél/mL).

Luego se realizó una base de datos:

FORMATO N° 01: Ficha de recuento (anexos)

FORMATO N° 02: Ficha de control de parámetros de cultivo (anexos)

Para la obtención de biomasa se usó muestras de 5ml para cada replica, de ahí se llevó a la centrifuga eppendorf centrifuge 5910 Ri, a 4000 rpm por 7 min, visualizándose la separación de líquido y sólido. Posteriormente, se procedió a pesar la muestra solida descontando el peso del envase, a través de la fórmula siguiente.

Cálculo:

$$Biomasa\ (g) = P_i - P_f$$

Donde:

P_i = Peso inicial

P_f = Peso final

3.4. Instrumentos

3.4.1. Materiales

- 06 tubos de ensayo
- 01 pipeta
- 01 micropipeta
- 05 placas Petri
- 01 espátula
- 01 asa de cultivo
- 01 gradilla de pipetas
- 01 gradilla de tubos
- 01 mechero
- BG11 (R1-R2) vitamina
- 10 portaobjetos
- 10 cubreobjetos
- 01 bombilla de pipeta
- Papel aluminio
- Parafin
- Agua estéril
- Alcohol

3.4.2. Equipos

- 01 microscopio
- 01 autoclave
- 01 multiparámetro
- 01 luxómetro
- 01 GPS

3.5. Procedimiento de cultivo in vitro

3.5.1. Acondicionamiento de laboratorio

Se instalo un laboratorio para la adaptación de cultivo de Nostoc, mediante el convenio de la Universidad Nacional de Moquegua y la empresa Maricultura las Brisas S.R.L., viene ejecutando el subproyecto N° PNIPA-ACU-SIADE-PP-000793, lo que permitió el acondicionamiento e implementación de equipos y materiales.

3.5.2. Preparación de medios de cultivo

Medio BG11

La preparación del medio de cultivo se obtuvo como primera instancia los componentes químicos que describe la Tabla 1, donde la solución es 1 L de agua destilada estéril.

Tabla 2

Reactivos químicos para el cultivo de Nostoc (BG11)

Químicos		**mg/L^{-1}**
Macronutrientes	$NaNO_3$	1500.00
	K_2HPO_4	40.00
	$MgSO_4.7H_2O$	75.00
	$CaCl_2.7H_2O$	36.00
	$C_6H_8O_7$	6.00
	Na_2CO_2	20.00
	Na_2EDTA	1.00
	$C_6H_{5+4}yFexNyO_7$	6.00
Micronutrientes	H_3BO_3	2.860
	$MnCl_2.4H_2O$	1.810
	$ZnSO_4.7H_2O$	0.222
	$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.390
	$CuSO_4.5H_2O$	0.079
	$Co(NO_3)_2.6H_2O$	0.0494

Nota. Fue recopilado de Rippka (1988)

Medio Guillard F/2

Tabla 3

Reactivos químicos para el cultivo de Nostoc (Guillard)

Químicos		**g/L**
Macronutrientes	KNO_3	75.00
	$NaH_2PO_4.2H_2O$	5.65
Micronutrientes	EDTA Na_2	4.360
	$FeCl_3.6H_2O$	3.150
	$CuSO_4.5H_2O$	0.010
	$ZnSO_4.7H_2O$	0.02
	$CoCl_2.6H_2O$	0.010
	$MnCl_2.4H_2O$	0.180
	$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.006
Vitaminas	Cyanocobalamina	0.002
	Tiamina HCl	0.100
	Biotina	0.001

Nota. Recopilado de Guillard (1975); FAO (2006)

Los suministros fueron pesados en una balanza de precisión de error 1.0 mg y sensibilidad de d = 0.1 mg.

3.5.3. Plaqueo

Se realizó, previo autoclavado la solución de Agar Agar con medio BG11 y posteriormente se refrigero.

Sirvió para fijar el medio de cultivo para obtener el crecimiento de *Nostoc sp*, siendo el tiempo de cultivo de 10 a 14 días aproximadamente, dejándose las muestras a condiciones del medio ambiente

Figura 1

Plaqueado de Agar Agar con medio BG11



3.5.4. Colecta de Muestras

Se inicio con la preparación de materiales (cooler, colador, papel toalla) y equipos (oxímetro, termómetro, luxómetro) para la colecta de cepas de *Nostoc sp*.

Se preparó el cooler con una capa de papel toalla humedecida con agua limpia, luego se utilizó un colador para colectar *Nostoc sp*, seguidamente se le dio un lavado con agua limpia del lugar y se colocó en el cooler. Al término de la colecta se adicionó una capa de hielo para mantener el frio y la frescura del Nostoc, luego fue trasladado al laboratorio de microalgas que se encuentra en la Universidad Nacional de Moquegua, Filial Ilo.

Descripción del lugar de colecta

Distrito: Carumas

Provincia: Mariscal Nieto

Región: Moquegua

Ubigeo:180102

Latitud Sur: 16° 36' 19.9" S (-16.60552272000)

Longitud Oeste: 70° 18' 1.2" W (-70.30032852000)

Altitud: 4434 m s. n. m

Figura 2

Área de colecta de Nostoc sp (cushuro)



Nota. Obtenido del Mapa Satelital del rio Aruntaya (http://www.viajetop.com/pe/mapas-satelite-moquegua.php?plano=R%EDo%20Aruntaya)

Figura 3

Lugar de toma de muestra del Nostoc sp en Aruntaya



Distrito: Juli

Provincia: Chucuito

Región: Puno

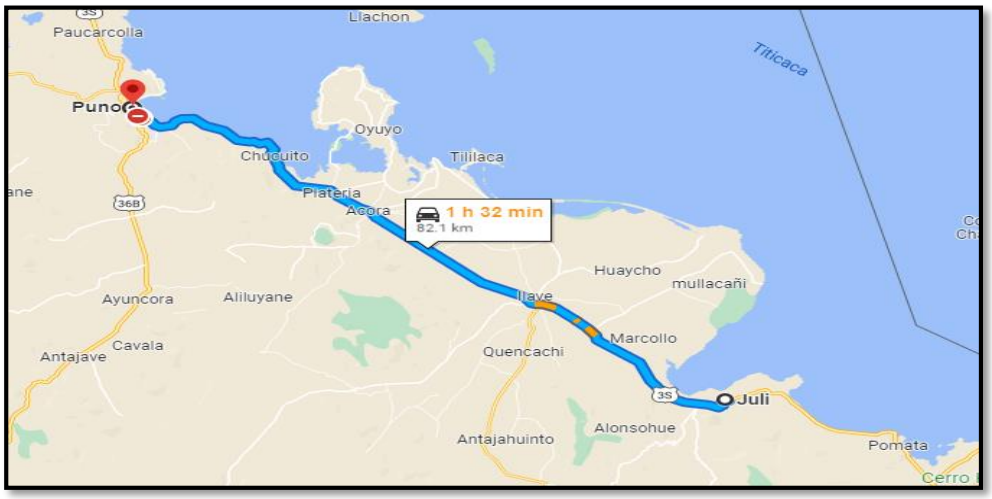
Latitud Sur: 15° 52' 57.8" S

Longitud Oeste: 69° 53' 34.6" W

Altitud: 3888 m s. n. m.

Figura 4

Área de colecta en Puno de Nostoc sp



Nota. Obtenido del portal de internet mapa Perú (https://mapas.deperu.com/puno/chucuito/juli/)

Figura 5

Lugar de toma de muestra del Nostoc sp en Juli



3.5.5. Acondicionamiento de muestra

Las muestras colectadas de *Nostoc sp*, se conservaron en medio líquido (contenido en tubos de ensayo), se acondiciono la temperatura ambiente e iluminación de luz.

3.5.6. Raspaje del material biológico Nostoc sp

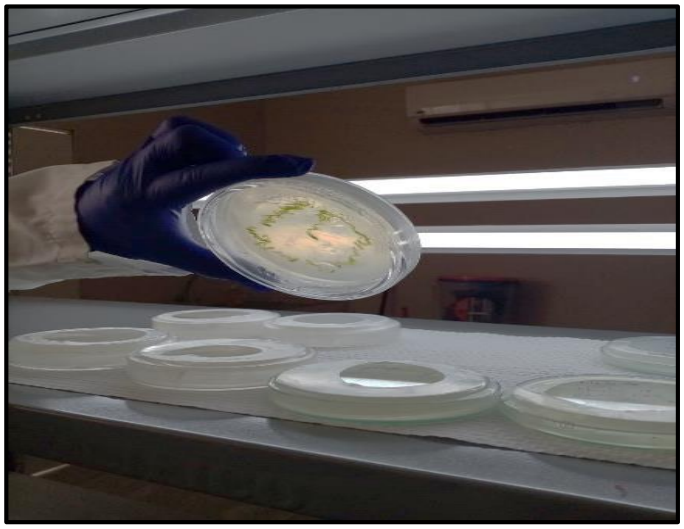
Se uso el asa de cultivo previamente esterilizado, para observar en el microscopio el crecimiento de *Nostoc sp*.

3.5.7. Cultivo en agar agar de la cepa de Nostoc sp

Posteriormente del raspaje de cepas *Nostoc sp*, se transfirió a un medio de cultivo sólido (Agar Agar) contenidos en placas petri, proporcionándoles nutrientes, condiciones de iluminación y temperatura, factores necesarios para su crecimiento.

Figura 6

Placas con Nostoc sp

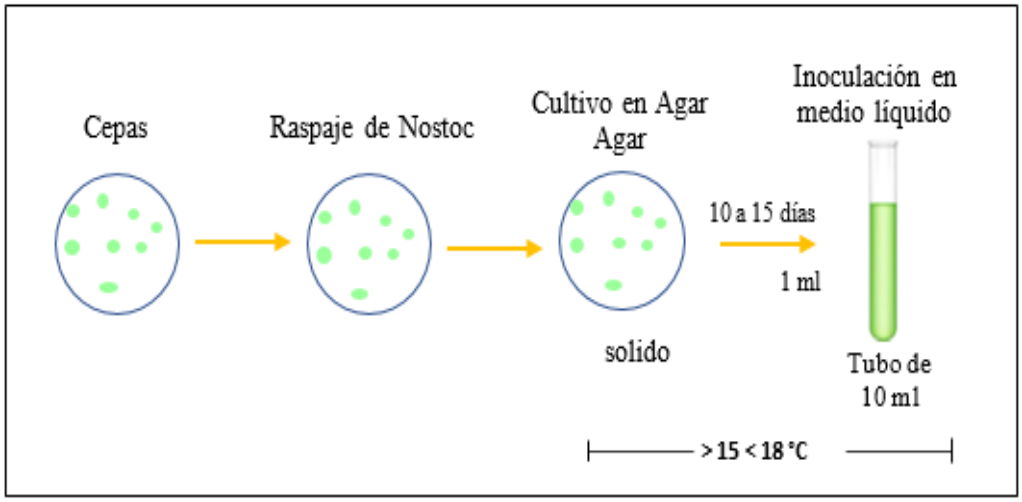


3.5.8. Inoculación en medio liquido

Luego del periodo de adaptación se transfirieron a tubos de 10 ml, que contenían 1ml de inóculo de la cepa y 9ml de agua destilada, utilizando una micropipeta estéril previamente flameada en el mechero y en condiciones de estricta asepsia.

Figura 7

Fase de escalamiento de cultivo Nostoc sp



3.5.9. Evaluación de la tasa de sobrevivencia

La sobrevivencia porcentual final de filamentos de *Nostoc sp* fue contada empleando para ello 1 ml de muestra para proceder al conteo en un microscopio trinocular 40x-2000x, con cámara digital de marca ESCOP. La sobrevivencia se estimó utilizando la fórmula siguiente:

$$S = \frac{(\Delta \text{ de biomasa inicial} - \Delta \text{ de biomasa final}) \times 100}{\Delta t}$$

Donde:

S: sobrevivencia

Δ: incremento

t: tiempo

3.5.10. Diagrama de Flujo de la Metodología

Figura 8

Diagrama de flujo del proceso de cultivo in vitro del Nostoc sp



3.6. Análisis de datos

Los datos obtenidos se pasaron al programa Microsoft Excel, para realizar las tablas y gráficos, para poder observar la dinámica de los parámetros analizados en el experimento.

Se evaluaron por triplicado, los resultados obtenidos con respecto a cada replica, se empleó el test estadístico de t-student (p=0,05).

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

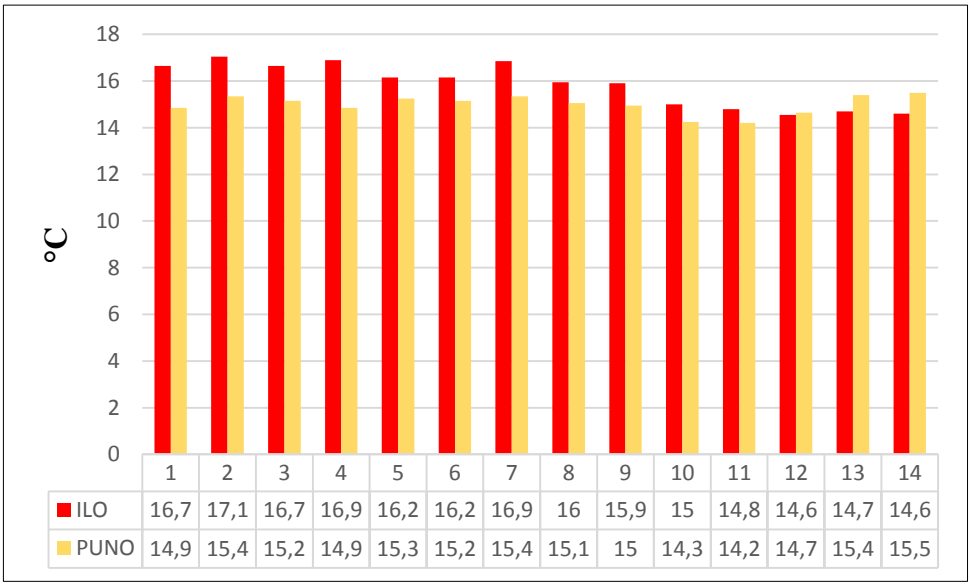
4.1.1. Parámetros físico químicos en los que se desarrolla la sobrevivencia del Nostoc sp (cushuro) en cultivo in vitro

Temperatura

En la figura 9, expresa los valores de temperatura de los 2 lugares (Ilo y Puno); en los que Ilo presenta valores entre 14.5 – 17.05 °C y Puno 14.2 – 15.5 °C.

Figura 9

Gráfico de barras de temperatura en Puno e Ilo



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ILO	16,7	17,1	16,7	16,9	16,2	16,2	16,9	16	15,9	15	14,8	14,6	14,7	14,6
PUNO	14,9	15,4	15,2	14,9	15,3	15,2	15,4	15,1	15	14,3	14,2	14,7	15,4	15,5

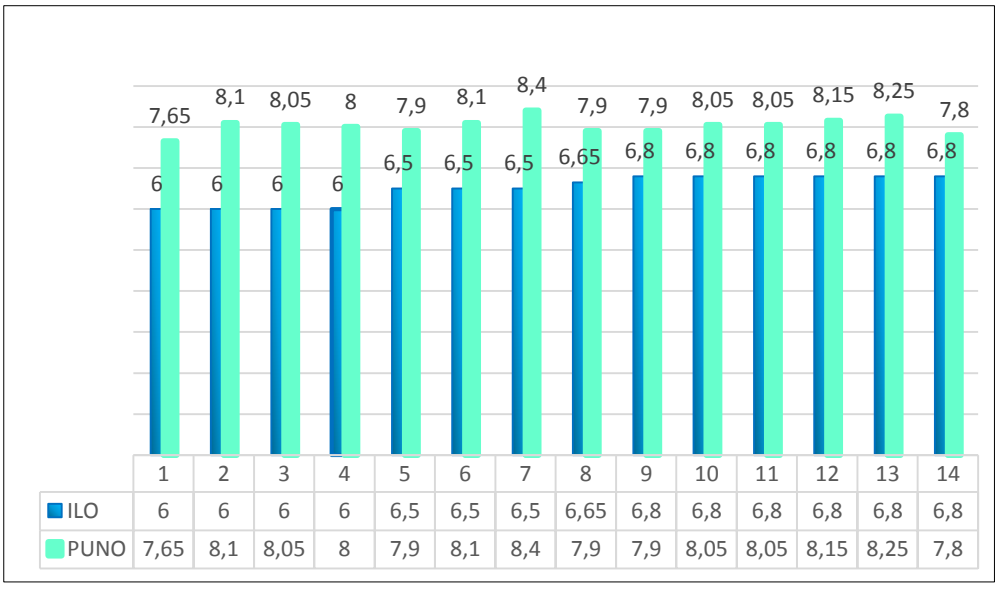
Nota. En el gráfico de barras se puede observar la temperatura de Ilo donde se reportaron los mayores registros térmicos en el día 2 (17.05 °C) y 4 (16.9 °C); asimismo, los menores valores se presentaron los días 12 (14.5°C) y 14 (14.6°C), teniendo un valor promedio de 15.85 ± 0.94 %. En Puno se observó que el día 13 (15.4°C) y 14 (15.5°C) se reportaron los mayores registros térmicos; asimismo, los menores valores se presentaron los días 10 (14.2°C) y 11 (14.2°C), teniendo un valor promedio de 15.00 ± 0.41 %.

pH

La figura 10, expresa los valores del pH tomados diariamente, en el cual Ilo presenta un pH entre 6 – 6.8 y Puno un pH entre 7.6 – 8.4; por ende, los resultados obtenidos en el sistema de cultivo del *Nostoc sp*, indica que son capaces de mantener un crecimiento sostenible entre un pH de 6.5 y 8.5. En efecto el crecimiento de Nostoc tiene un mejor desarrollo en las aguas neutras y alcalinas entre los pH de 6.5 y 10, debido a que están adaptadas a utilizar el bicarbonato disuelto en el agua como forma de asimilación de carbono inorgánico para el proceso fotosintético (Cadena & Molina, 2013).

Figura 10

Comparación de pH entre Puno e Ilo



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ILO	6	6	6	6	6,5	6,5	6,5	6,65	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
PUNO	7,65	8,1	8,05	8	7,9	8,1	8,4	7,9	7,9	8,05	8,05	8,15	8,25	7,8

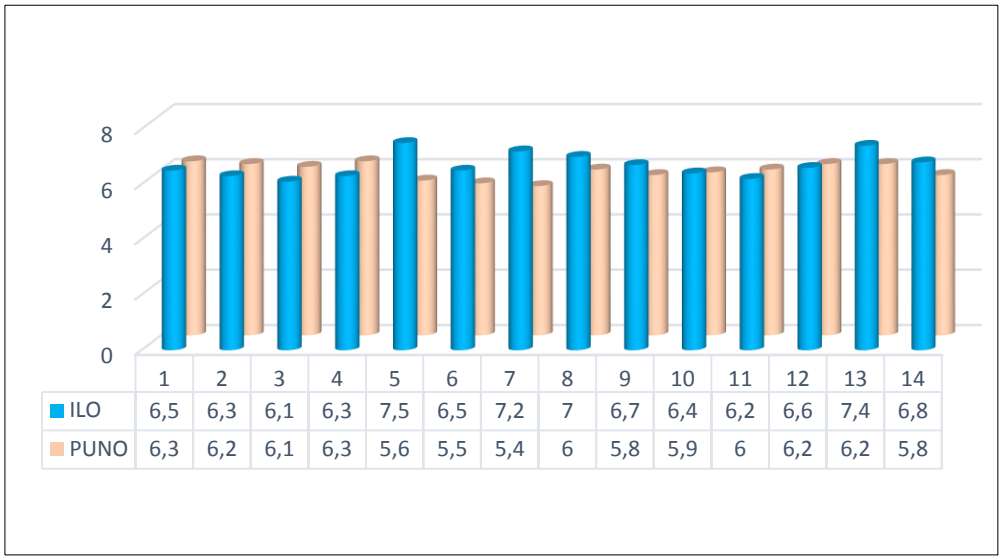
Nota. En la gráfica de barra se observa que en Ilo los valores mínimos se registraron en el día 1 al 4 (6.0) y máximos en el día 9 al 14 (6.8), asimismo, no se observa una relación en la distribución de los días, por ende, su valor promedio es de 6.50 ± 0.35 %. En Puno se observa que los valores mínimos se registraron en el día 1 (7.6) y el día 14 (7.8); los máximos en el día 7 (8.4) y el día 13 (8.2), asimismo, no se observa una relación en la distribución de los días, consecuentemente su valor promedio es de 8.04 ± 0.19 %.

Oxigeno

En la figura 11, expresa los valores de oxígeno disuelto en los cultivos de *Nostoc sp* de Puno e Ilo; en los que los valores promedio son entre 5.95 - 6.68mg/L.

Figura 11

Gráfico de barras de indicador de oxígeno de Puno e Ilo



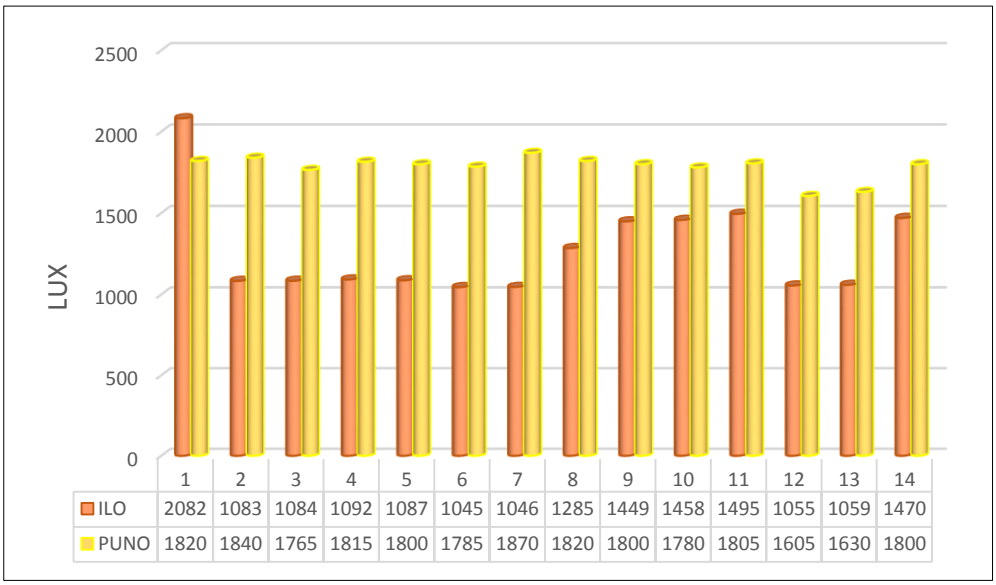
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ILO	6,5	6,3	6,1	6,3	7,5	6,5	7,2	7	6,7	6,4	6,2	6,6	7,4	6,8
PUNO	6,3	6,2	6,1	6,3	5,6	5,5	5,4	6	5,8	5,9	6	6,2	6,2	5,8

Intensidad de Luz

En Ilo se observó crecimiento de células a pesar de tener baja intensidad de luz que, en Puno, la influencia de luz es característica propia para la adaptación a bajas intensidades de luz y mayor eficiencia en la absorción lumínica.

Figura 12

Intensidad de luz durante el cultivo in vitro de Puno e Ilo



Nota. En Ilo los valores mínimos se registraron en el día 6 (1045 lux) y el día 7 (1046 lux), los máximos en el día 1 (1082 lux) y 11 (1495 lux), con un promedio de 1270.71 ± 296.63 %. En Puno los valores mínimos se registraron en el día 12 (1605 lux) y 13 (1630 lux), los máximos en el día 2 (1840 lux) y 7 (1870 lux), con un promedio de 1781.07 ± 74.06 % durante el periodo de estudio.

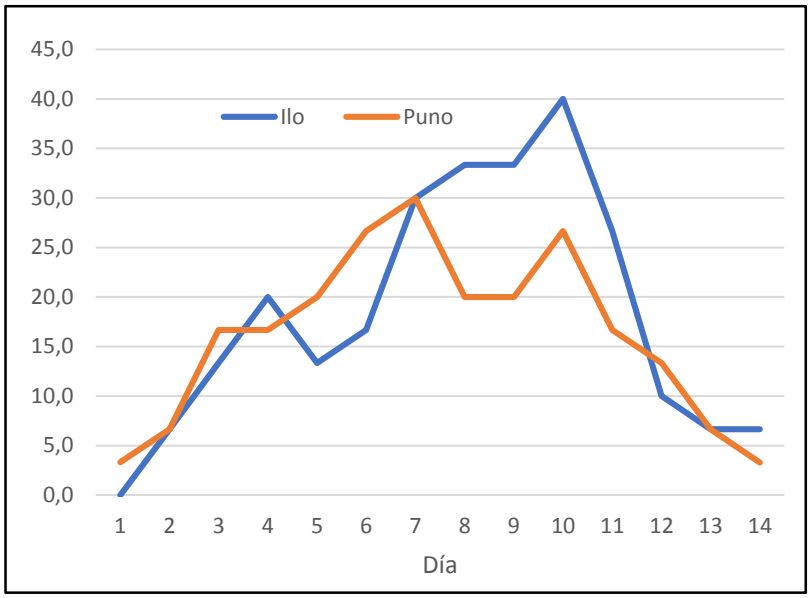
4.1.2. Medio de cultivo en el que se logró la sobrevivencia del Nostoc sp (cushuro) en cultivo in vitro

Se utilizo 2 medios de cultivo el BG11 y Guillard (f/2), observándose un color verde pardo, que se expande homogéneamente en toda la superficie del agar (solido) con el medio BG11, a su vez al observar la placa con medio Guillard (f/2), se tuvo que descartar al no ver proliferación de cepas de *Nostoc sp.*

Así mismo se escaló en cultivo líquido, en tubos de 10 ml en condiciones de laboratorio, logrando transferir cepas de *Nostoc sp* desde el medio sólido a medio líquido con BG11 al 5% de nutrientes, de tal manera, que la adaptación del medio sólido al líquido se produjo con éxito, hasta lograr su aislamiento.

Figura 13

Curva de crecimiento del Nostoc sp de Puno e Ilo



Nota. La figura 13 muestra la curva de crecimiento del cultivo in vitro de *Nostoc sp*, en la que se observa que el máximo crecimiento ocurre a los 7 días y 10 días de cultivo "in vitro" para Ilo y Puno respectivamente.

4.1.3. Sobrevivencia

En el análisis estadístico realizado a la sobrevivencia de cepas *Nostoc sp*, se pudo observar que el medio de cultivo BG11, presentan diferencias estadísticas significativas. Estos resultados nos muestran que es viable, logrando una sobrevivencia significativa en las cepas de *Nostoc sp*.

Tabla 4

Prueba T para la tasa de sobrevivencia

Lugares	N	Media	Desv. Estandar	Desv. Error promedio
Ilo	13	243.846	168.6267	46.7686
Puno	14	162.000	86.6798	23.1661

Nota. En la tabla nos indica la sobrevivencia final siendo los valores de 243.846 ± 168.6267, 162.000 ± 86.6798 filamentos de *Nostoc sp* para Ilo y Puno respectivamente.

Tabla 5

Prueba t para la igualdad de medias

t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
1.604	25	0.121	81.8462	51.0336	-23.2594	186.9517
1.568	17.631	0.135	81.8462	52.1917	-27.9692	191.6615

4.1.4. Análisis de la Biomasa

A partir de los datos tomados mediante el recuento celular, se estableció un modelo de cuantificación de células por mililitro, mediante la correlación de los dos grupos de datos. A partir de los datos de concentración celular obtenidos, se procedió al análisis estadístico con relación a la biomasa (cel/mL).

La biomasa fue obtenida de la centrifugación del cultivo contenido en los tubos de 10 ml preexistente en medio BG11. Los resultados del peso promedio de biomasa obtenida por cada replica se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 6

Cantidad de biomasa producida en 30 ml de cultivo in vitro

Lugar	Biomasa (g)	Biomasa (g)	Biomasa (g)	Promedio de biomasa (g)
Ilo	0.1	0.08	0.09	0.09
Puno	0.08	0.11	0.06	0.08

Nota. En la tabla correspondiente nos indica la biomasa obtenida de muestras húmedas del cultivo con sus respectivas réplicas de Ilo y Puno en un periodo de 14 días, teniendo un promedio de 0.09 ± 0.01% para Ilo y 0.08 ± 0.02 % para Puno.

4.2. Discusión

El presente estudio mostró que cuando se cultivó in vitro bajo condiciones controladas, las cepas del *Nostoc sp,* mostraron filamentos que empezaron a fragmentarse para formar células nuevas. Así mismo, la familia *Nostocaceae* se

compone de cianobacterias heterocísticas no ramificadas con filamentos isopolares o heteropolares y producen acinetos

De acuerdo a los datos mostrados en la Tabla 4; donde se muestra las medias y desviación estándar de Ilo y Puno; se observa que para la variable de sobrevivencia del *Nostoc sp* no hay diferencia significativa porque el resultado es mayor al valor (0.05) de muestra.

La biomasa promedio obtenida del *Nostoc sp* en Ilo fue de 0.09 g; para Puno fue de 0.08g, indicando que hubo una diferencia de 0.01% entre Puno e Ilo.

Al comparar con un trabajo de investigación sobre el Nostoc con respecto a los parámetros limnológicos (temperatura, intensidad de luz, pH y O_2) que fue evaluado en nuestra investigación para poder obtener un excelente comportamiento en sobrevivencia y desarrollo del cultivo in vitro, utilizaron bajas intensidades lumínicas en cultivos de cianobacterias a nivel de laboratorio. Siendo la luz un factor importante para la sobrevivencia y crecimiento de las cianobacterias, puesto que, en sistemas abiertos la luz solar es la principal fuente de energía, mientras que para cultivos en sistemas cerrados hay distintas fuentes luminosas como: lámparas de tungsteno o halógeno, diodos emisores de luz (LED), lámparas fluorescentes, fibra óptica y láser (Ramírez-Mérida et al. 2015).

En cuanto a los valores de temperatura, las cianobacterias muestran gran adaptabilidad, incluyendo aquellas temperaturas como consecuencia del cambio climático.

Respecto al pH, los valores de Ilo (6 – 6.8) se aproximaron a la neutralidad a diferencia de los valores de Puno (7.6 – 8.4) que se mantuvo por encima de 8 (pH alcalino). El carbono no es limitante para el desarrollo de las cianobacterias debido a los aportes de CO2 atmosféricos. Sin embargo, altas tasas fotosintéticas pueden disminuir la concentración de CO2 produciendo un aumento del pH. Este aumento de pH hace que la forma más abundante de carbono inorgánico sea el bicarbonato (HCO3). La mayoría de las cianobacterias y algunas algas eucariotas contienen la enzima anhidrasa carbónica y pueden recurrir al HCO3- como fuente alterativa de carbono inorgánico (Graham, 2019).

Los valores de Oxígeno disuelto (O.D.) muestran una relación con la temperatura del agua. Los mayores valores de O.D. medidos se relacionaron con el aumento de producción del *Nostoc sp* en el séptimo y décimo día. Siendo el oxígeno de 5.95 - 6.68 mg/L.

V CONCLUSIONES

Los parámetros físico químicos en los que se desarrolló la sobrevivencia del *Nostoc sp* en cultivo in vitro, fueron temperatura ambiente 15.85 ± 0.94 °C, intensidad de luz: Ilo (1270.71 ± 296.63 lux) y Puno (1781.07 ± 74.06 lux), pH de 6.50 ± 0.35, oxigeno 5.95 - 6.68 mg/L.

Se determino optimo el medio de cultivo BG11 en el que fue viable lograr la sobrevivencia *Nostoc sp* en cultivo in vitro.

La sobrevivencia final fue de 243.846 ± 168.6267, 162.000 ± 86.6798 filamentos de *Nostoc sp* para Ilo y Puno respectivamente.

Se logró obtener una biomasa de *Nostoc sp* de 0.09 ± 0.01 g para Ilo y 0.08 ± 0.02 g para Puno, a los 14 días de cultivo.

Se logró la adaptación y desarrollo del *Nostoc sp* en cultivo “in vitro”.

VI RECOMENDACIONES

1. Tener en consideración un mayor tiempo de evaluación, para obtener más información que permita mejorar su productividad a mayor escala.

2. Se recomienda incluir otros indicadores paramétricos, que pueden influenciar en el crecimiento o composición de *Nostoc sp* como turbidez, conductividad eléctrica, salinidad.

3. Dar continuidad al presente proyecto, con el objetivo de informar a la población Ileña sobre su potencialidad en la acuicultura y como alimento rico en nutrientes que posee el *Nostoc sp.*

VII REFERENCIAS

Aguilera, A., & Echenique, R. (2017). *Cianobacterias como determinantes ambientales de la salud.* Buenos Aires: Ministerio de Salud de la Nación.

Aguilar, M., Asunción O., Pinto, R., Rios, C., & Velasquez, Y. (2020). *Caramelos elaborados a base de Cushuro. Tesis para bachillerato*. Universidad San Ignacio de Loyola. Lima, Perú.

Castillo, A. (2014). *Cultivo in vitro: una biotecnologia que nos acompaña hace mucho tiempo.* Uruguay: Unidad de Biotecnología, INIA Las Brujas.

Cadena & Molina. (2013). *Bioprospección de macrocolonias de Nostoc sp. en los Andes Ecuatorianos.* Acta Botánica Venezuélica, 36(2), 287–308. https://www.jstor.org/stable/26611043

Chili, E. (2010). *Evaluación de la cinética de secado y valor biológico de Cushuro (Nostoc sphaericum) [tesis].* Puno: Universidad del Altiplano.Facultad de Ciencias Agrarias.

Domingo, P., & Romero, M. (2011). *La Cianobacteria- Caso Lago de Atitlán.* Guatemala: AMSCLAE.

Echevarria, E. (2021). *Efecto de los medios BG11 y CHU sobre el crecimiento de Nostoc punctiforme cultivado a diferentes concentraciones, en condiciones de laboratorio.* Lima, Perú: Universidad Cientifica del Sur.

Galetovic, A., & Goméz, B. (2017). *The Atacama Desert: A Biodiversity Hotspot and Not Just a Mineral-Rich Region.* Chile.

Graham. (2019). *Algae*. Obtenido de Benjamin Cummings, San Francisco.

Gomez.(2021). *Cushuro (Nostoc sphaericum): Hábitat, características fisicoquímicas, composición nutricional, formas de consumo y propiedades medicinales.* Ancash, Perú.

Hernández, D. (2021). *Evaluación del rendimiento y de crecimiento de Nostoc sp en condiciones de laboratorio, Huancavelica – 2020.* Perú: Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamkasun. Vol.2, N°4. *tasa* ISSN: 2709 - 2275

IDESIA (2014). *Un alimento diferente y su presencia en la precordillera de Arica*. Vol.32, N° 2. Pág. 1.

INEI. (2020). *Compedio estadistico.* Lima, Perú.

Inocente, M.; Jurado Teixeira B, Ramos Llica E, Alvarado Chávez B, Fuertes Ruiton C, Cárdenas Montoya L, Rivera Castillo B. (2019). *Actividad hipoglucemiante in vitro de los polisacáridos digeridos de Nostoc sphaericum Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro).* Horiz Med [Internet]. Obtenido de: https://www.horizontemedico.usmp.edu.pe/index.php/horizontemed/article/view/829

Ortiz, M. (2019). *Análisis de la producción de biomasa de Nostoc muscorum.* Colombia: Universidad de los Llanos, Villavicencio.

Ortiza,J & Moreno, E. (2016).*Comunicaciones en Estadística* Diciembre, Vol. 4, N°2 Colombia

Ponce, E. (2014). *Nostoc: un alimento diferente y su presencia en la precordillera de Arica.* Chile: IDESIA.

Ramírez, D. W. (2015). *Flora vascular y vegetación de los humedales de Conococha, Ancash, Perú*. Obtenido de Lima, Perú: http://docplayer.es/31230437-Universidad-nacional-mayor-de-san-marcos-floravascular-y-vegetacion-de-los-humedales-de-conococha-ancash-peru.html

Rosales, N. et al. (2016). *Cultivos a cielo abierto de las cianobacterias Nostoc LAUN0015 y Anabaena MOF015 para la producción de biomasa enriquecida. Pruebas piloto para cultivo masivo.* Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 48, N°3, pp. 081-086, septiembre-diciembre, 2017.

Rosales, N. et al. (2017). *Comparación del crecimiento y Composición Bioquímica de cuatro cepas de Nostoc y Anabaena (Cyanobacteria, Nostocales) en relación con el nitrato de sodio*. Obtenido de Colombia [online]. Vol.21, N°2, pp.347-354. ISSN 0120-548X. https://doi.org/10.15446/abc.v21n2.48883.

Rubio, R. (2018). *Evaluación de la producción de Nostoc sp (cushuro) en cochas construidas a diferentes profundidades dentro de un ecosistema humedal,en el sector carpa, distrito de Catac - Ancash(Tesis para el Título).* Huaraz, Ancash,Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Moyolo.

Singh Pande, J. (2010). *Libro de Botánica. India: Publicación Rastogi* . India: Rastogi.

Zavaleta, N., & Astete, L. (2017). *Efecto de la anemia en el desarrollo infantil: consecuencias a largo plazo.* Perú: Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica.

VIII ANEXOS

8.1. Tabla de valores promedio de sobrevivencia y días transcurridos

Día	Ilo	Puno
1	0.0	3.3
2	6.7	6.7
3	13.3	16.7
4	20.0	16.7
5	13.3	20.0
6	16.7	26.7
7	30.0	30.0
8	33.3	20.0
9	33.3	20.0
10	40.0	26.7
11	26.7	16.7
12	10.0	13.3
13	6.7	6.7
14	6.7	3.3

8.2. Tabla de valores y estadística descriptiva de temperatura

Día	Ilo	Puno
1	16.65	14.85
2	17.05	15.35
3	16.65	15.15
4	16.9	14.85
5	16.15	15.25
6	16.15	15.15
7	16.85	15.35
8	15.95	15.05
9	15.9	14.95
10	15	14.25
11	14.8	14.2
12	14.55	14.65
13	14.7	15.4
14	14.6	15.5

	Ilo	Puno
Media	15.85	15.00
Error típico	0.25	0.11
Mediana	16.05	15.1
Moda	16.65	14.85
Desviación estándar	0.94	0.41
Varianza de la muestra	0.88	0.16
Curtosis	-1.63	0.03
Coeficiente de asimetría	-0.27	-0.89
Rango	2.5	1.3
Mínimo	14.55	14.2
Máximo	17.05	15.5
Suma	221.9	209.95
Cuenta	14	14

8.3. Tabla de valores y estadística descriptiva de pH

Día	Ilo	Puno
1	6	7.65
2	6	8.1
3	6	8.05
4	6	8
5	6.5	7.9
6	6.5	8.1
7	6.5	8.4
8	6.65	7.9
9	6.8	7.9
10	6.8	8.05
11	6.8	8.05
12	6.8	8.15
13	6.8	8.25
14	6.8	7.8

	Ilo	Puno
Media	6.50	8.02
Error típico	0.09	0.05
Mediana	6.575	8.05
Moda	6.8	8.05
Desviación estándar	0.35	0.19
Varianza de la muestra	0.12	0.04
Curtosis	-1.35	0.65
Coeficiente de asimetría	-0.68	0.03
Rango	0.8	0.75
Mínimo	6	7.65
Máximo	6.8	8.4
Suma	90.95	112.3
Cuenta	14	14

8.4. Tabla de valores y estadística descriptiva de O_2

Día	Ilo	Puno
1	6.5	6.3
2	6.3	6.2
3	6.1	6.1
4	6.3	6.3
5	7.5	5.6
6	6.5	5.5
7	7.2	5.4
8	7	6
9	6.7	5.8
10	6.4	5.9
11	6.2	6
12	6.6	6.2
13	7.4	6.2
14	6.8	5.8

	Ilo	Puno
Media	6.68	5.95
Error típico	0.12	0.08
Mediana	6.55	6
Moda	6.5	6.2
Desviación estándar	0.45	0.30
Varianza de la muestra	0.20	0.09
Curtosis	-0.67	-0.78
Coeficiente de asimetría	0.67	-0.59
Rango	1.4	0.9
Mínimo	6.1	5.4
Máximo	7.5	6.3
Suma	93.5	83.3
Cuenta	14	14

8.5. Tabla de valores y estadística descriptiva de intensidad de luz

Día	Ilo	Puno
1	2082	1820
2	1083	1840
3	1084	1765
4	1092	1815
5	1087	1800
6	1045	1785
7	1046	1870
8	1285	1820
9	1449	1800
10	1458	1780
11	1495	1805
12	1055	1605
13	1059	1630
14	1470	1800

	Ilo	Puno
Media	1270.71	1781.07
Error típico	79.28	19.79
Mediana	1089.5	1800
Moda	1089.5	1800
Desviación estándar	296.63	74.06
Varianza de la muestra	87988.99	5485.30
Curtosis	3.33	2.52
Coeficiente de asimetría	1.71	-1.73
Rango	1037	265
Mínimo	1045	1605
Máximo	2082	1870
Suma	17790	24935
Cuenta	14	14

8.6. Panel fotográfico

Figura 14

Toma de muestra del Nostoc sp



Nota. Se observa la colecta de Nostoc sp en Aruntaya (Moquegua), para posteriormente ser trasladado al laboratorio de microalgas de la EPIP – UNAM.

Figura 15

Esterilización de materiales en autoclave



Nota. Se observa los materiales envueltos en papel aluminio, papel craf para ser colocados en la canastilla y posteriormente ser llevado al autoclave.

Figura 16

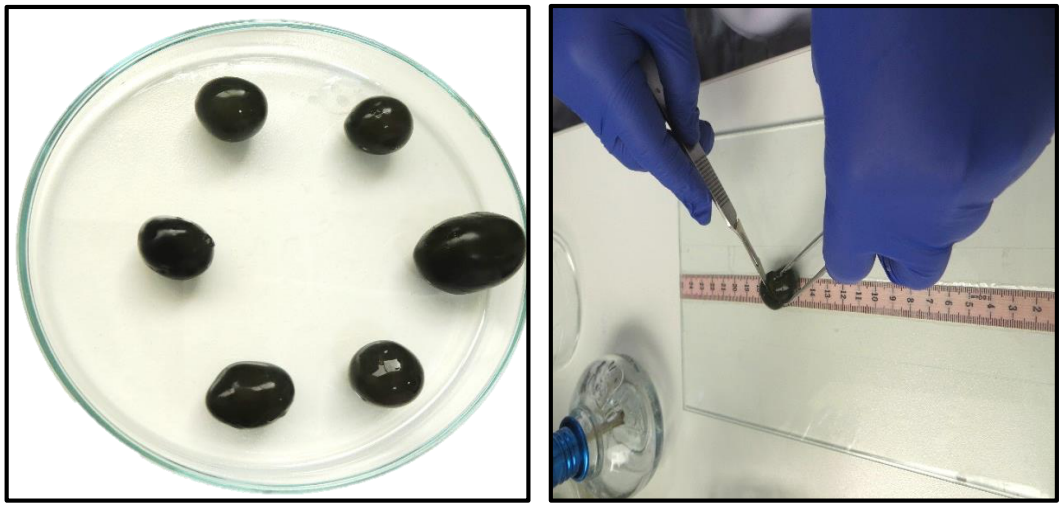
Preparación de medio de cultivo



Nota. Pesaje de reactivos químicos en la balanza de precisión, para la preparación de medio de cultivos.

Figura 17

Aislamiento del Nostoc sp



Nota. Se realizo el corte histológico del *Nostoc sp*, seguidamente se usó el asa de cultivo para la extracción de cepas.

Figura 18

Obtención de cepas



Figura 19

Toma de parámetros

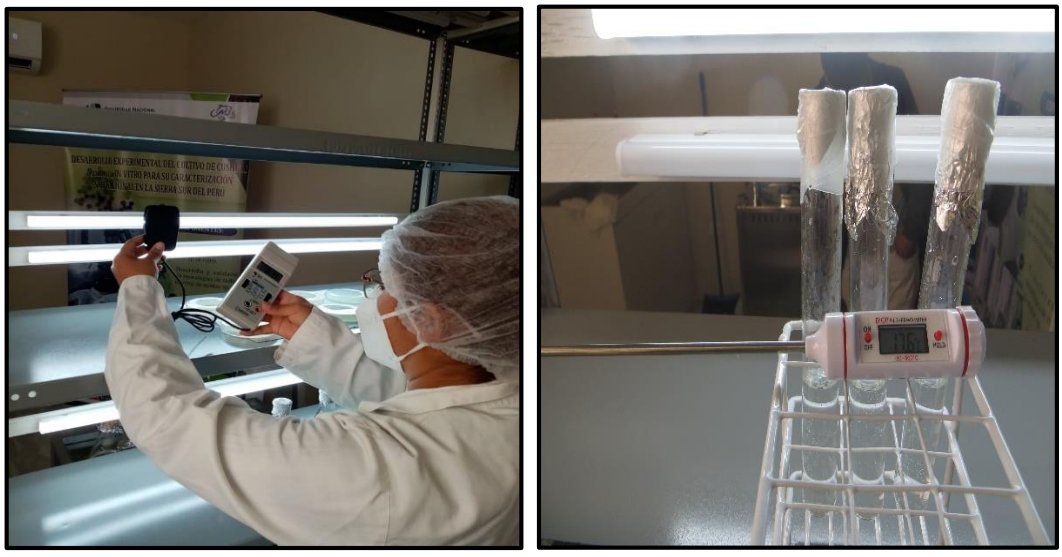


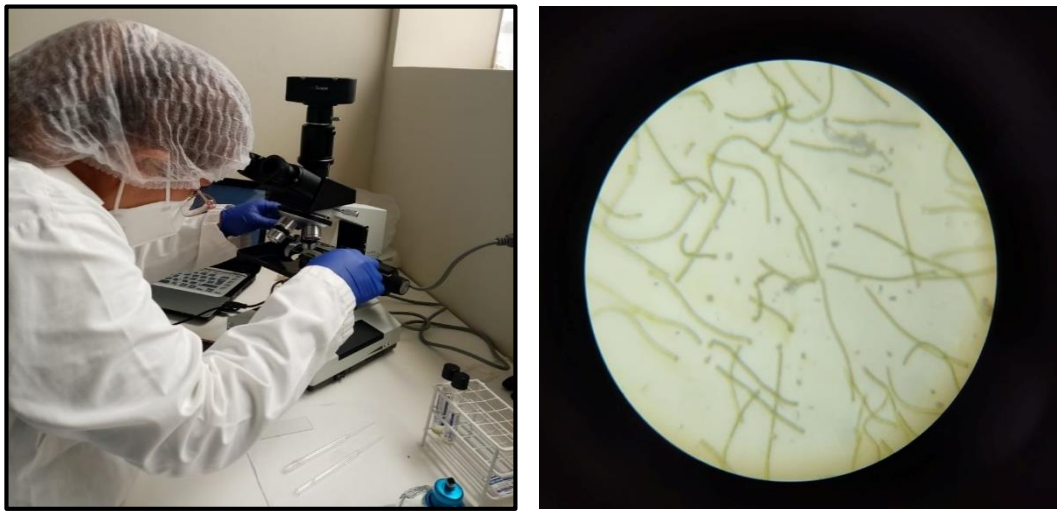
Figura 20

Toma de pH



Figura 21

Recuento de células de Nostoc sp



8.7. Formatos

FORMATO N° 01

FICHA DE RECUENTO

Fecha	Día de cultivo	Lugar de cultivo	N° de Replicas	Recuento	Total

FORMATO N° 02

FICHA DE CONTROL DE PARÁMETROS DE CULTIVO

Parámetros (Ilo)

DÍA	HORA	T° Cultivo	pH	O2	Intensidad de luz
1	01:00pm	16.65 ± 0.2	6	6.5 ± 0.5	2082
2	01:00pm	17.05 ± 0.2	6	6.3 ± 0.5	1083
3	01:00pm	16.65 ± 0.2	6	6.1 ± 0.5	1084
4	01:00pm	16.9 ± 0.2	6	6.3 ± 0.5	1092
5	01:00pm	16.15 ± 0.2	6.5	7.5 ± 0.5	1087
6	01:00pm	16.15 ± 0.2	6.5	6.5 ± 0.5	1045
7	01:00pm	16.85 ± 0.2	6.5	7.2 ± 0.5	1046
8	01:00pm	15.95 ± 0.2	6.65	7 ± 0.5	1285
9	01:00pm	15.9 ± 0.2	6.8	6.7 ± 0.5	1449
10	01:00pm	15 ± 0.2	6.8	6.4 ± 0.5	1458
11	01:00pm	14.8 ± 0.2	6.8	6.2 ± 0.5	1495
12	01:00pm	14.55 ± 0.2	6.8	6.6 ± 0.5	1055
13	01:00pm	14.7 ± 0.2	6.8	7.4 ± 0.5	1059
14	01:00pm	14.6 ± 0.2	6.8	6.8 ± 0.5	1470

Parámetros (Puno)

DÍA	HORA	T° Cultivo	pH	O2	Intensidad de luz
1	01:00pm	14.85 ± 0.2	7.65	6.3 ± 0.5	1820
2	01:00pm	15.35 ± 0.2	8.1	6.2 ± 0.5	1840
3	01:00pm	15.15 ± 0.2	8.05	6.1 ± 0.5	1765
4	01:00pm	14.85 ± 0.2	8.0	6.3 ± 0.5	1815
5	01:00pm	15.25 ± 0.2	7.9	5.6 ± 0.5	1800
6	01:00pm	15.15 ± 0.2	8.1	5.5 ± 0.5	1785
7	01:00pm	15.35 ± 0.2	8.4	5.4 ± 0.5	1870
8	01:00pm	15.05 ± 0.2	7.9	6 ± 0.5	1820
9	01:00pm	14.95 ± 0.2	7.9	5.8 ± 0.5	1800
10	01:00pm	14.25 ± 0.2	8.05	5.9 ± 0.5	1780
11	01:00pm	14.2 ± 0.2	8.05	6 ± 0.5	1805
12	01:00pm	14.65 ± 0.2	8.15	6.2 ± 0.5	1605
13	01:00pm	15.4 ± 0.2	8.25	6.2 ± 0.5	1630
14	01:00pm	15.5 ± 0.2	7.8	5.8 ± 0.5	1800

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos : Esttefany Johana Quinto Hidalgo.....
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : 70689412.....
Correo electrónico : esttefany2106@gmail.com.....
Teléfono/Celular : 918352490.....

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis **(X)**
b) Trabajo de Investigación **( )**
c) Trabajo de suficiencia profesional **( )**
d) Trabajo académico **( )**

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título: SOBREVIVENCIA DEL "*Nostoc sp*" CULTIVADO A DIFERENTES PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CULTIVO IN VITRO – PERÚ, 2021 .....
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 4.01.03 – Pesquería.....
c) Fecha de publicación : 2022.....

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : Sheda Méndez Ancca.....
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 29646000.....
c) ORCID : 0000-0002-3797-1316.....

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 70689412.....
NOMBRES Y APELLIDOS : Esttefany Johana Quinto Hidalgo.....

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(_X_) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 70689412.....

NOMBRES Y APELLIDOS : Esttefany Johana Quinto Hidalgo.....

FECHA : 21/12/2022.....

