

Revista de Investigación Científica y Tecnológica

Llamkasun

Trabajemos



Evaluación del rendimiento y tasa de crecimiento de *Nostoc Sp.* en condiciones de Laboratorio, Huancavelica - 2020



Evaluation of yield and growth rate of *Nostoc Sp.* under laboratory conditions, Huancavelica - 2020



Avaliação do rendimento e da taxa de crescimento da *Nostoc Sp.* em condições de laboratório, Huancavelica - 2020

<https://doi.org/10.47797/llamkasun.v2i4.63>



ISSN: 2709-2275

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
TAYACAJA DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO

VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN
PAMPAS TAYACAJA - HUANCAVELICA

Evaluación del rendimiento y tasa de crecimiento de *Nostoc Sp.* en condiciones de Laboratorio, Huancavelica - 2020

Evaluation of yield and growth rate of *Nostoc Sp.* under laboratory conditions, Huancavelica - 2020


Avaliação do rendimento e da taxa de crescimento da *Nostoc Sp.* em condições de laboratório, Huancavelica - 2020

Victor Guillermo Sanchez Araujo 

Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica

Elmer Rene Chávez Araujo 

Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica

Yojana Romero Taboada 

Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica

Edwin Rojas Felipe 

Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica

Adiel Alvarez Ticllasuca 

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo

RESUMEN

Se realizó un estudio en el laboratorio de microbiología y biología de la Universidad Nacional de Huancavelica donde se aisló y cultivó *Nostoc sp.* conocido como algas andinas (Ilullucha, yuyo, etc), teniendo como objetivo conocer el rendimiento de biomasa y la tasa de crecimiento *in vitro* de esta especie. Las muestras fueron tomadas de las lagunas de Allcaccocha, Tutayacc y Tansiricchocha (Distrito de Nuevo Occoro); y laguna de Pachachaca y Tinyacella (distrito de Huando) que se localizan entre los 3800 a 4000 msnm.; los cultivos se realizaron en tres tipos de soluciones nutritivas: A₁ (A_{1b0}, A_{1b30}, A_{1b50} y A_{1b70}), A₂ (A_{2b0}, A_{2b30}, A_{2b50} y A_{2b70}) y A₃ (A_{3b0}, A_{3b30}, A_{3b50} y A_{3b70}), aplicando dosis de: 00, 30, 50 y 70 ml respectivamente y, con una frecuencia de 07 días. De todos los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluye 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 (SA_{1b70}) y (SA_{3b30}), respectivamente.

Palabras clave: Nostoc, Biomasa, Tricoma, Homogonio.

RECIBIDO : 22-07-2021

ACEPTADO : 11-11-2021

DOI:

<https://doi.org/10.47797/llamkasun.v2i4.63>



ABSTRACT

A study was carried out in the microbiology and biology laboratory of the National University of Huancavelica where *Nostoc* sp. known as Andean algae (Ilullucha, yuyo, etc.), with the objective of knowing the biomass yield and the in vitro growth rate of this species. The samples were taken from the Allcaccocha, Tutayacc and Tansiriccocha lagoons (Nuevo Occoro District); and lagoon of Pachachaca and Tinyacella (district of Huando) that are located between the 3800 to 4000 msnm .; the cultures were carried out in three types of nutritive solutions: A1 (A1b0, A1b30, A1b50 and A1b70), A2 (A2b0, A2b30, A2b50 and A2b70) and A3 (A3b0, A3b30, A3b50 and A3b70), applying doses of: 00, 30, 50 and 70 ml respectively and, with a frequency of 07 days. From all the results obtained in this research work, it is concluded that the nutritive solution (SA1) and (SA3) rich in concentrations of sodium nitrate (NaNO_3) and potassium diphosphate (K_2HPO_4), allows the most vigorous growth of *Nostoc* sp. and in the same way the high growth rate in the dose (SA1 -70) and (SA3 -30), respectively.

Keywords: *Nostoc*, Biomass, Trichome, Homogonio.

RESUMO

Um estudo foi realizado no laboratório de microbiologia e biologia da Universidade Nacional de Huancavelica onde *Nostoc* sp. conhecidas como algas andinas (Ilullucha, yuyo, etc.), com o objetivo de conhecer a produção de biomassa e a taxa de crescimento in vitro desta espécie. As amostras foram coletadas nas lagoas Allcaccocha, Tutayacc e Tansiriccocha (Distrito de Nuevo Occoro); e a lagoa de Pachachaca e Tinyacella (distrito de Huando) que se localizam entre os 3800 a 4000 msnm .; as culturas foram realizadas em três tipos de soluções nutritivas: A1 (A1b0, A1b30, A1b50 e A1b70), A2 (A2b0, A2b30, A2b50 e A2b70) e A3 (A3b0, A3b30, A3b50 e A3b70), aplicando-se doses de: 00 , 30, 50 e 70 ml respectivamente e, com frequência de 07 dias. De todos os resultados obtidos neste trabalho de pesquisa, conclui-se que a solução nutritiva (SA1) e (SA3) rica em concentrações de nitrato de sódio (NaNO_3) e difosfato de potássio (K_2HPO_4), permite o crescimento mais vigoroso de *Nostoc* sp. e da mesma forma a alta taxa de crescimento na dose (SA1 -70) e (SA3 -30), respectivamente.

Palavras-chave: *Nostoc*, Biomassa, Trichome, Homogonium.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en un mundo en el cual la depredación de los recursos naturales ocasiona grave deterioro a la economía y estando dentro de una sociedad en la que existe inseguridad alimentaria y desnutrición, más aún cuando las posibilidades de producir se ponen cada vez más difíciles, tenemos que ser realistas y utilizar nuestros ingentes recursos hidrobiológicos como alimentos para la humanidad y algunas especies animales de crianza doméstica a fin de desterrar el menosprecio de nuestros alimentos oriundos altoandinos (Aldave, 1978).

Un trato de suprema indiferencia ha recaído sobre *Nostoc sp.*, especie de agua dulce que se encuentra en las zonas altoandinas y que sirve para la alimentación cuando el campesino pobre no tiene otro recurso de sustento, y que debe ser apreciado por contener 35 – 40 % de proteína (Aldave, 1978). Asimismo, estos seres acuáticos participan en el equilibrio físico-químico de las lagunas, favoreciendo de esta manera la vida de los demás recursos hidrobiológicos (Ballantine y Aponte, 2002). Por todas estas bondades que presenta este producto alimenticio existe una creciente demanda y sobreexplotación mediante extracción selectiva, y sumándose a ello la

estacionalidad que incita a la extinción de dicha especie; pues una vez destruida esta especie, su posibilidad de recuperar queda virtualmente eliminada (Hegewald, 1975).

En este proyecto de investigación, se llevaron a cabo diversas actividades cuyo objetivo fue evaluar el rendimiento de biomasa de *Nostoc sp.* in vitro, teniendo como perspectiva económica demostrar la posibilidad de producción masiva in vitro durante el año y a bajo costo para la alimentación humana e insumo proteico en la producción animal, por lo cual se plantea el siguiente problema de investigación. ¿Cuál es el rendimiento de biomasa de *Nostoc sp.* in vitro? Contribuyendo de este modo con la mejora de la alimentación humana en lo que respecta al insumo proteico; para lo cual es preciso una profusa divulgación de la importancia de *Nostoc sp.* en la alimentación humano y animal

METODOLOGÍA

La producción del *Nostoc. Sp* se llevó a cabo dentro de un fitotoldo en la Universidad Nacional de Huancavelica, a unos 100 m del centro experimental de porcinos de la Escuela Académica Profesional de Zootecnia, cuyas coordenadas de ubicación son: UTM 504158.70 m Este y UTM 8587744.21 m

Norte, Datum WGS 84, Zona 18 Sur, cuya cubierta fue de 70% plástico de color amarillo y 30% transparente en la parte superior. Internamente se instaló un toldo de fierro de 36 casillas para ubicar los baldes de cultivo de 8.0 lts de capacidad con su respectiva pileta ubicada a 5 cm de altura desde la base.

Las muestras fueron tomadas de las lagunas Tutayacc (UTM: 486923 m Este y 8598738 m Norte), Allcaccocha (UTM: 489247 m Este y 8599149 m Norte), Tansiriccocha (UTM: 484102 m Este y 8594400 m Norte), Taccraccocha (UTM: 482151 m Este y 8596886 m Norte), pertenecientes al distrito de Nuevo Occoro, laguna Tinyacclla (UTM: 492579 m Este y 8598648 m Norte) y Pachachaca (UTM: 488750 m Este y 8594130 m Norte), pertenecientes a la jurisdicción del distrito de Huando; ubicados a 3800 a 4000 m.s.n.m,

Se recolectó con ayuda de una espátula todos los crecimientos nostocales que quedaron atrapados en el anillo censor de 30 x 30 cm y luego se colocó en baldes translucidos de 8.0 lts correctamente rotulados por laguna, y para luego ser transportados al laboratorio central de la Universidad Nacional de Huancavelica, y posterior evaluación microscópica y

selección de los futuros reproductores (Morales et al., 2017).

Para el medio nutritivo (A₁), se utilizó el medio de cultivo BG – 11₁, descrito por Rippka et al, (1979), cuya composición en macro nutrientes es: NaNO₃ 20g/L; NaCO₃ 13.44 g/L; K₂HPO₄ 8.0g/L. Así mismo tenemos los micronutrientes: CaCO₃ 0.9g/L; FeSO₄ 0.48 g/L. El medio nutritivo (A₂), utilizó el medio de cultivo cultivo BG-11₂ (Allen y Arnon, 1987), cuya composición en macro nutrientes es: Urea CO (NH₂)₂ dosis de 22 g/8L; KClO₃ dosis de 15g/L; K₂HPO₄ dosis de 7.0 g/L; en micro nutrientes tenemos: CuSO₄ dosis de 0.65g/4L; ZnSO₄ dosis de 0.46g/L; LUZ 12:12 del día; pH 6.0 – 7.3. Para el medio nutritivo (A₃), se utilizó BG-11₃ descrito por Hegewal (1984) cuya composición en macro nutrientes es: NaNO₃ dosis de 19 g/L; KHCO₃ dosis 14 g/L; Ca₅ (PO₄)₃OH dosis de 7.4g/L y como principales micro nutrientes que interviene en la solución: CaCO₃ dosis de 0.86g/L; MgSO₄ dosis 0.72g/L.; Luz 12:12 pm; pH 6.0 – 7.3. Como disolvente principal se utilizó el agua destilada. Seguidamente se realizó la selección de las algas reproductoras con la ayuda de un microscopio compuesto y lupa, siendo seleccionadas de 1.0 cm de Φ, de coloración verde claro y vigorosos; seguidamente se colocó 900 g por balde en

05 litros de agua destilada a los cuales finalmente se le dosifica con una jeringa los nutrientes (A₁, A₂, y A₃) como corresponda: 00, 30, 50, y 70.ml.

Se evaluó el rendimiento de biomasa, usando la fórmula de Deboer (1977) $P = [(N_t - N_0)1/t] [(PS / PF)]/A$. La tasa específica de crecimiento aplicando la fórmula de (Lignell et. Al 1987), cuya fórmula es: $\mu = [(N_t / N_0)1/t - 1] \times 100 \%$. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de 3A4B, cuyo modelo aditivo lineal es: $\gamma_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$. Usando programa de estadístico

SPSS versión 15.0 y Excel versión 2007 para el procesamiento de datos

RESULTADOS

Se estudiaron un total de 36 unidades experimentales, 12 unidades por tipo de solución nutritiva (A₁, A₂, y A₃) y tres repeticiones por dosis (b₀, b₃₀, b₅₀ y b₇₀). En las Tabla 01 y 02 se muestran el ANOVA de los efectos principales y simples de los diversos tratamientos. y se demostró que existen diferencias estadísticamente significativas (P>0.05)

Tabla 1

Análisis de Varianza de efectos principales (ANOVA)

F. V.	SC	Gl	MC	Fc	Sig.
Modelo corregido	40819514.525(b)	11	3710864.96	158.709	0.000
Intersección	58013473.68	1	58013473.7	2481.169	0.000
Solnutri	17838048.6	4	4459512.15	190.728	0.000
Dosis	5820131.501	2	2910065.75	124.46	0.000
Solnutri * Dosis	9314868.693	4	2328717.17	99.597	0.000
Error	561156.114	24	23381.505		
Total	107828736.9	36			
Total corregida	41380670.64	35			

En la tabla 1, se observa que la interacción entre la solución nutritiva (A₁, A₂, y A₃) y las dosis (00, 30, 50 y 70 ml) con un nivel de significancia de 95% resulta (F_C = 99.59), y el valor de la tabla tabulada es (F_C (0.95; 2,15) = 2.87); y el estadístico de prueba del experimento resulta mayor que el valor de la tabla tabulada (F_C > 2.87); en tal sentido se rechaza la hipótesis nula (H₀).

Existiendo suficiente evidencia estadística para aceptar la interacción entre el tipo de solución nutritiva (A₁, A₂, y A₃) y la dosis (00, 30, 50 y 70 ml), aceptándose la hipótesis alterna (H_a): al menos una de las soluciones nutritivas tiene una efectividad diferente en el crecimiento y desarrollo del Nostoc.

Tabla 2

Análisis de Varianza de efectos simples (ANOVA)

F.V.	Gl	SC	CM	FC	Sig.
Ab ₀	2.00	27571.75	13785.88	0.442201761	n.s*
Ab ₃₀	2.00	1342371.04	671185.52	21.52923871	0.00
Ab ₅₀	2.00	1768649.30	884324.65	28.3659823	0.00
Ab ₇₀	2.00	24014364.56	12007182.28	385.1476033	0.00
Ba ₁	3	63758352.58	21252784.19	681.7135532	0.00
Ba ₂	3	8070586.353	2690195.45	86.29187983	0.00
Ba ₃	3	8621759.315	2873919.77	92.18510108	0.00
Error	18	561159.62	31175.53		
Total	36.00				
Total corregido	35				

En la tabla 2 se puede observar las diversas fuentes de variación, donde los efectos simples del factor tipos de solución nutritiva (A) son comparados con el valor de la tabla FC (0,95; 2,18) = 3.49; y el factor niveles de dosis (b) con FC (0,95; 3,18) = 3.29; teniendo como resultado para la dosis (b₀) considerado como testigo en los tres tipos

de solución, resultando $FC < 3.49$; indicando una baja producción de biomasa en comparación con las otras dosis que se aplicaron en el experimento (b₃₀, b₅₀ y b₇₀). Teniendo altos rendimientos en la dosis y tratamientos SA₁b₇₀, SA₂b₇₀, y SA₃b₃₀.

Tabla 3

Estadísticos de la producción de biomasa

Solución nutritiva	Dosis (ml)	\bar{Y}	$\bar{Y} \pm DS$	Nº repeticiones
SA ₁	b ₃₀	1809.36	1809.36 ± 94.87	3.0
	b ₅₀	1927.74	1927.74 ± 141.48	3.0
	b ₇₀	4590.93	4590.93 ± 113.08	3.0
	Total	2776.01	2776.01 ± 457.87	9.0
SA ₂	b ₃₀	879.25	879.25 ± 35.21	3.0
	b ₅₀	929.67	929.67 ± 17.28	3.0
	b ₇₀	1247.28	1247.27 ± 118.94	3.0
	Total	1018.73	1018.73 ± 68.00	9.0
SA ₃	b ₃₀	1194.80	1194.79 ± 162.45	3.0
	b ₅₀	1058.29	1058.28 ± 18.37	3.0
	b ₇₀	1015.91	1015.91 ± 87.69	3.0
	Total	1089.66	1089.66 ± 59.97	9.0
TA ₁	b ₀	520.01	520.01 ± 18.36	3.0
TA ₂	b ₀	627.58	627.58 ± 24.07	3.0
TA ₃	b ₀	502.32	502.32 ± 26.47	3.0

En la tabla 3, se observa que la producción promedio de biomasa de *Nostoc sp.* con la solución nutritiva (A₁) es de 2776.01 ± 457.87 g en una área de 34.56 cm² en 30 días, con un nivel de confianza de 95%; el rendimiento superior se obtuvo dentro de este grupo con la dosis A₁b₇₀ con 4763.39 g; en cambio con la solución nutritiva A₂ se obtuvo una producción promedio de 1018.73 ± 68.00 g, y el mejor resultado fue

en A₂b₇₀ con 1247.28 g y con la solución nutritiva A₃ se obtuvo en promedio 1089.66 ± 59.97 g, con mejores resultados en A₃b₃₀ con 1194.80 g, lo que no ocurre con los testigos de los tres tratamientos (TA₁b₀, TA₂b₀, TA₃b₀) quienes presentaron un reducido crecimiento y desarrollo durante el experimento siendo de 520.01 ± 18.36; 627.58 ± 24.07 y 502.32 ± 26.47 respectivamente.

Tabla 4

Estadísticos de la tasa específica de crecimiento

Solución nutritiva	Ȳ	Intervalo de confianza al 95%.		Ȳ ± DS	N° repeticiones
		Límite inferior	Límite superior		
SA ₁	0.103	0.098	0.107	0.103 ± 0.001	9
SA ₂	0.038	0.033	0.042	0.038 ± 0.001	9
SA ₃	0.04	0.036	0.045	0.04 ± 0.001	9
TA ₁	0.02	0.006	0.034	0.02 ± 0.003	3
TA ₂	0.023	0.009	0.037	0.023 ± 0.003	3
TA ₃	0.022	0.008	0.036	0.022 ± 0.003	3
Tasa Especifica de Crecimiento (mínimo) = 0.017					
Tasa Especifica de Crecimiento (máximo) = 0.176					

En la tabla 4, señala que la tasa específica de crecimiento mensual del *Nostoc*, es de: 0.176 como máximo y un mínimo de 0.017. Existe una correlación positiva entre la producción de biomasa y tasa de crecimiento; a mayor producción de biomasa mayor tasa de crecimiento y la inversa.

DISCUSIÓN

La elección de las especies a cultivar depende directamente de la finalidad que se le desea brindar a la biomasa resultante (e.g., pigmentos, alimento) y/o si el cultivo es para ficorremediación. Las especies algales predominantes dentro de un sistema abierto o cerrado dependen de factores

ambientales, operacionales y parámetros biológicos (Park et al. 2011, Abdel - Raouf et al. 2012). Las microalgas en situaciones de estrés provocadas por condiciones ambientales, estos estímulos que afectan el crecimiento de estos microorganismos son la temperatura, la intensidad luminosa, la deficiencia de nutrientes (nitrógeno, fósforo, azufre y silicio), la salinidad, la concentración de CO₂ y el pH del medio de cultivo lo que fue evaluado en nuestra investigación para poder obtener en in vitro un excelente comportamiento en producción de biomasa por parte de *Nostoc sp.*

Cabe mencionar que los cultivos de microalgas son considerados una tecnología de mediana complejidad, con desarrollo en escala de plantas pilotos (Flotats et al. 2011). Al tratarse de organismos vivos involucran una serie de parámetros (i.e., nutrientes, luz y otros) que deben ser considerados, evaluados, determinados y medidos para realizar con éxito un cultivo, además que cambian sus óptimos según la especie cultivada (Grobbelaar 2004, Richmond 2004, Park et al. 2011). Así mismo, los cultivos presentan una gran variedad de diseños, pudiéndose clasificar en dos grandes grupos: sistemas abiertos y cerrados; cada uno con una variedad importante de diseños diferentes

(Contreras-Flores et al. 2003, Tredici 2004). El tipo de cultivo y la especie a utilizar dependerá entre otros, del objetivo que se quiera conseguir como fue el caso de nuestra investigación donde evaluamos el rendimiento de biomasa de *Nostoc sp. in vitro*.

Con relación a los resultados obtenidos sobre la producción de biomasa de *Nostoc sp.*, la producción promedio de biomasa con la solución nutritiva (A₁) es de 2776.01 ± 457.87 g. en una área de 34.56 cm² en 30 días, obteniendo el rendimiento máximo con la dosis A₁b₇₀ con 4763.39 g; en cambio con la solución nutritiva A₂ se obtuvo una producción promedio de 1018.73 ± 68.00 g, y los mejores resultados dentro de este grupo fue en A₂b₇₀ con 1247.28 g y con la solución nutritiva A₃ se obtuvo en promedio 1089.66 ± 59.97 g, con mejores resultados en A₃b₃₀ con 1194.80 g. Al análisis estadístico (ANOVA), para el caso de los efectos principales, muestra diferencia significativa ($F_c > 2.87$) entre los tipos de solución nutritiva (A₁, A₂, y A₃) y las dosis (b₀, b₃₀, b₅₀, y b₇₀), indicando que hay suficiente evidencia estadística para aceptar la interacción positiva entre ambos factores. Asimismo, el ANOVA de efectos simples, indica no significativa ($F_c < 3.49$) para los testigos de los tres tratamientos (TA₁b₀, TA₂b₀, TA₃b₀) quienes presentaron

un reducido crecimiento y desarrollo durante el experimento siendo de 520.01; 627.58 y 502.32 respectivamente.

Para contrastar los resultados de producción de biomasa obtenidos con lo reportado por Esau y Katherine, (1959) quienes trabajando con microalgas lograron un rendimiento de 150 g de biomasa por m² en 40 días. De igual manera el proyecto Sausal sobre el cultivo de microalgas en Trujillo, (Aldave, 1969) informó un rendimiento de 17 g/m²/día, oscilando entre 15 – 28 g/m²/día. Richmond (2004) quien obtuvo un rendimiento de 3.0 g de biomasa de microalgas/litro de agua/30 días. Asimismo, la tasa específica de crecimiento mensual de *Nostoc* en nuestro experimento es de 0.176 como máximo y un mínimo de 0.017, coincidiendo con los valores reportados por Lignell et.al. (1987) de 0.4. asimismo

CONCLUSIONES

Existen diferencias significativas en la interacción de los tipos de solución nutritiva y las dosis establecidas, siendo el mejor rendimiento con la dosis A₁b₇₀ con 4763.39 g.

La solución nutritiva (SA₁) rica en concentraciones de nitrato de sodio

(NaNO₃) y difosfato de potasio (K₂HPO₄), permite el mayor crecimiento de *Nostoc sp.*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdel-Raouf N, AA Al-Homaidan & IBM Ibraheem. (2012). Microalgae and wastewater treatment. Saudi Journal of Biological Sciences 19: 257-275.

Aldave, A. (1978). Cushuro, algas azul-verdes como alimento en la región alta andina peruana. Bol. Soc. Bot Libertad Trujillo (Peru) I, 5-43.

Allen, M.B. y Arnon, D.I. (1955). Estudios sobre algas azul verdosas fijadoras de nitrógeno. I. Crecimiento y fijación de nitrógeno por *Anabaena cylindrica* Lemm. Fisiología vegetal, 30 (4), 366.

Arnon, D.I. (1987). Asimilación fotosintética de CO₂ por cloroplastos: afirmación, refutación, descubrimiento. Tendencias en ciencias bioquímicas, 12, 39-42.

Ballantine, D. L., & Aponte, N. E. (2002). A checklist of the benthic marine algae known to Puerto Rico, Second revision. Constancea, 83(8).

- Contreras-Flores C, J Peña-Castro, L Flores-Cotera & R Cañizares-Villanueva. 2003. Avances en el diseño conceptual de fotobiorreactores para el cultivo de microalgas. *Interciencia* 28(8): 450-456.
- De Boer, J. A., & Ryther, J. H. (1977). Potential yields from a waste-recycling algal mariculture system. The marine plant biomass of the Pacific Northwest coast, 231-248.
- Flotats X., HL Foged, A.B. Blasi, J Palatsi, A. Magri & K.M. Schelde. 2011. Manure Processing Activities in Europe - Project reference: ENV.B.1/ETU/2010/0007 Manure Processing Technologies. Technical Report 2, European Commission, Directorate-General Environment, 184 pp. Vol. 49, N° 2, 2014 171 *Revista de Biología Marina y Oceanografía*.
- Hegewald, E. (1975). Taxonomische und floristische Studien an Planktonalgen aus ungarischen Gewässern.
- Herdman, M., Janvier, M., Rippka, R. y Stanier, RY (1979). Tamaño del genoma de las cianobacterias. *microbiología*, 111 (1), 73-85.
- Grobbelaar JU. 2004. Algal nutrition: mineral nutrition. In: Richmond A (ed). *Handbook of microalgal culture: Biotechnology and applied phycology*, pp. 97-115. Blackwell Science, Iowa.
- Lignell, Å., Ekman, P., & Pedersén, M. (1987). Cultivation technique for marine seaweeds allowing controlled and optimized conditions in the laboratory and on a pilotscale. *Bot. Mar.:(Germany, Federal Republic of)*, 30(5).
- Park J, R Craggs & A Shilton. (2011). Recycling algae to improve species control and harvest efficiency from a high rate algal pond. *Water Research* 45: 6637-6649.
- Richmond, A. (2004). *Manual de cultivo de microalgas: biotecnología y ficología aplicada* (Vol. 577). Oxford: Blackwell Science.
- Tredici MR. (2004). Mass production of microalgae: Photobioreactors. In: Richmond A (ed). *Handbook of microalgal culture: Biotechnology*

and applied psychology, pp. 178-214.

Blackwell Science, Iowa.

Contacto

Victor Guillermo Sanchez Araujo

victor.sanchez@unh.edu.pe