



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Revisión sistemática y meta análisis de la eficacia de remoción del
Cromo y Fierro en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.*, 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORAS:

Castro Córdova, Karla Nicoll Ibir (ORCID: 0000-0001-5023-8509)

Ruiz Huerta, Emely Gianella (ORCID: 0000-0002-7049-7505)

ASESOR:

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios en primer lugar por cuidarnos y guiarnos en nuestro caminar.

A nuestros padres, por formarnos con valores y apoyarnos sin límites en cada paso que damos para poder culminar con nuestros estudios.

Y sobre todo a nuestras familias, por enseñarnos a ser personas de bien, por brindarnos su confianza y ánimos para poder seguir con nuestra investigación.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad César Vallejo, por darnos la oportunidad de estudiar en su prestigiosa institución la carrera de Ingeniería Ambiental y brindarnos educación de primera que nos ha impulsado a seguir estudiando y lograr ser profesionales de bien.

Al Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo por ayudarnos y guiarnos con dedicación en toda la etapa de nuestra tesis.

Y a nuestros maestros que tuvimos a lo largo de cada etapa de nuestra vida porque gracias a ellos adquirimos los conocimientos necesarios para nuestra vida profesional.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	13
3.3.1. Criterios de inclusión y exclusión	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.4.1. Validez	15
3.4.2. Confiabilidad	15
3.5. Procedimiento	15
3.5.1. Estrategia de búsqueda	15
3.5.2. Evaluación de la calidad Newcastle - Ottawa	16
3.6. Método de análisis de datos	20
3.7. Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	40
VI. CONCLUSIONES	42
VI. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Validación de datos	15
Tabla 2. Estudios seleccionados para el meta análisis	23
Tabla 3. Criterios de calidad para los estudios según la metodología Newcastle – Ottawa	25
Tabla 4. Calidad metodológica de los estudios incluidos	26
Tabla 5. Aplicación de la microalga <i>Scenedesmus sp</i>	27
Tabla 6. Características de estudios incluidos en la revisión sistemática para el cromo	29
Tabla 7. Características de estudios incluidos en la revisión sistemática para el Fierro	30
Tabla 8. Remoción de metales pesados mediante el tratamiento de la microalga <i>Scenedesmus sp.</i>	31
Tabla 9. Características operacionales de la microalga <i>Scenedesmus sp.</i>	33
Tabla 10. Seguimiento del porcentaje de remoción de metales pesados (fierro y cromo)	36
Tabla 11. Meta análisis para el cromo	38
Tabla 12. Meta análisis para el fierro	39
Tabla 13: Matriz de operacionalización de variables	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo de la revisión sistemática	21
Figura 2: Características de operación de la microalga <i>Scenedesmus sp</i> en las investigaciones incluidas.	28
Figura 3: Porcentaje de remoción de cromo	32
Figura 4: Porcentaje de remoción de fierro	32
Figura 5: Dosis de microalga <i>Scenedesmus sp.</i> para el cromo	34
Figura 6: Dosis de microalga <i>Scenedesmus sp</i> para el fierro	34
Figura 7: Características de operación de la microalga <i>Scenedesmus sp.</i> para el cromo	35
Figura 8: Características de operación de la microalga <i>Scenedesmus sp</i> para el fierro	35
Figura 9: Porcentaje de remoción (cromo y fierro), con el tiempo y dosis de <i>Scenedesmus sp.</i>	37
Figura 10: Diagrama de árbol del meta análisis para el cromo	39
Figura 11: Diagrama de árbol del meta análisis para el fierro	40

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado con el objetivo evaluar mediante una revisión sistemática y meta análisis la eficacia de remoción del cromo y fierro en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.* La microalga *Scenedesmus sp.* a partir de investigaciones efectuadas en donde es utilizada para remover metales pesados y nutrientes, por tener la capacidad para soportar elevadas concentraciones de metales pesados contenidos en aguas residuales. El tipo de investigación fue aplicada con un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental. La población de estudio fue 100 artículos publicados dentro de revistas indexadas que contienen relación con la presente temática sobre microalgas y la remoción de metales pesados con un periodo de años del 2015 al 2019, la muestra luego de la metodología aplicada fueron 6 artículos científicos seleccionados de los 100 artículos de las bases de datos con un periodo de antigüedad de 5 años y que se sometieron al tratamiento de meta análisis. Los instrumentos utilizados fueron: Fichas de registro de datos sobre la remoción de metales pesados mediante el tratamiento de la microalga *Scenedesmus sp.*, características de estudios incluidos en la revisión sistemática, características operacionales de la microalga *Scenedesmus sp.*, seguimiento del porcentaje de remoción de metales pesados, calidad metodológica de los estudios incluidos. Los estudios analizados comprendieron tres acerca de la remoción de cromo y tres para la remoción fierro usando la microalga *Scenedesmus sp.* Los resultados de los porcentajes de remoción identificados en la revisión sistemática y meta análisis fueron para el cromo 98%, 85,21% y 97% y para el fierro 85%, 96,5% y 94%. Finalmente se concluye que el uso de la microalga *Scenedesmus sp.* es viable para la remoción de cromo y fierro, y dado a su importancia como método amigable con el medio ambiente debería su uso escalarse en procesos de descontaminación para la remoción de metales pesados en aguas residuales.

Palabras claves: Microalga, cromo, fierro, eficacia, agua residual.

ABSTRACT

The present research work was carried out with the objective of evaluating, through a systematic review and meta-analysis, the efficacy of removal of chromium and iron in wastewater using *Scenedesmus* sp. *Scenedesmus* sp. Microalgae from research carried out where it is used to remove heavy metals and nutrients, as it has the capacity to withstand high concentrations of heavy metals contained in wastewater. The type of research was applied with a quantitative approach, with a non-experimental design. The study population was 100 articles published within indexed journals that contain a relationship with the present topic on microalgae and heavy metal removal with a period of years from 2015 to 2019, the sample after the applied methodology were 6 scientific articles selected from the 100 articles from the databases with a period of 5 years and that underwent meta-analysis treatment. The instruments used were: Data sheets on the removal of heavy metals by the treatment of the microalgae *Scenedesmus* sp., Characteristics of studies included in the systematic review, operational characteristics of the microalgae *Scenedesmus* sp., Monitoring of the percentage of removal of heavy metals, methodological quality of included studies. The studies analyzed included three on chromium removal and three on iron removal using *Scenedesmus* sp. The results of the removal percentages identified in the systematic review and meta-analysis were for chromium 98%, 85.21% and 97% and for iron 85%, 96.5% and 94%. Finally, it is concluded that the use of *Scenedesmus* sp. It is viable for the removal of chromium and iron, and given its importance as an environmentally friendly method, its use should be scaled up in decontamination processes for the removal of heavy metals in wastewater.

Keywords: Microalgae, chrome, iron, efficacy, wastewater.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación consistió en una revisión sistemática y meta análisis de la eficacia de remoción del cromo y fierro en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.* Una revisión sistemática es la recopilación de evidencia científica de un tema en específico, y a la acción de combinar diversos resultados de estudios diferentes y realizar un análisis estadístico, se le denomina meta análisis, y este método empieza con la formulación de un problema. Esta metodología llevada a cabo, en la incidencia de utilización de microalgas para remover Cr y Fe serán de gran ayuda para extender la utilización de dicho proceso en las distintas instituciones. Con ello y de forma indirecta, se contribuirá a difundir la manera de mejorar la calidad del agua y evitar que se extingan las especies marinas.

Con el paso del tiempo, a nivel universal, la preocupación por la contaminación del ambiente ha dado el resultado de investigaciones más intensas, desarrollando tecnologías sustentables. La contaminación por metales pesados, tanto al aire, agua y cielo, son identificados como uno de los dilemas más graves, además de ser muy complicados de resolver. Los metales pesados, al no ser biodegradables como los contaminantes orgánicos, pueden persistir e ir acumulándose en el medio ambiente. Se ha encontrado que las diversas fuentes de aguas residuales contienen un gran número de metales pesados, por ello la humanidad se vio en la necesidad de desarrollar rentables, novedosos y eficientes métodos sostenibles para la remoción de dichos metales pesados, ya que al ser generadas por las actividades tanto domésticas como industriales, ocasionan grandes problemas de contaminación y algunos efectos que causan son mortalidad de peces, mortandad de plancton, intoxicación de ganados, entre otros. Algunos metales pesados encontrados en mayor concentración en las aguas residuales son el cadmio, cromo, níquel, mercurio, fierro. Estos metales, al ser catalogados como sustancias contaminantes, se han fijado valores límites de sus emisiones. Existen diversos procesos físicos como químicos que se han utilizado para eliminar metales pesados, como alternativa para tratar aguas contaminadas que contenían metales pesados surgió la biorremediación, ya que

los adsorbentes utilizados son económicos, así mismo son amigables con el ambiente (Olortegui, 2015, p.17).

De esta manera la revisión sistemática y meta análisis llevada a cabo, contribuye con dar mayor conocimiento, información eficiente, exacta y precisa sobre el tema de remoción del cromo y fierro con ayuda de la microalga *Scenedesmus sp.* Así mismo, permitió comparar datos de investigaciones los cuales fueron de utilidad para mejorar y aportar en el dimensionamiento del problema.

Por todo ello se planteó las siguientes interrogantes. Como problema general se cuestionó lo siguiente: ¿Será posible evaluar mediante una revisión sistemática y meta análisis la eficacia de remoción del cromo y fierro en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.*, 2020?, y como problemas específicos se plantearon las siguientes interrogantes: ¿será posible identificar las características operacionales de la microalga *Scenedesmus sp.* en la eficacia de la remoción del cromo y fierro en aguas residuales?, ¿será posible identificar la dosificación adecuada de la microalga *Scenedesmus sp.* en la remoción del cromo y fierro en aguas residuales?, ¿qué investigaciones desarrollan la eficacia de la remoción del cromo y fierro en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.*?, ¿cuál es el porcentaje removido del cromo en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.*? y ¿cuál es el porcentaje removido del fierro en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.*?

Teniendo en consideración lo descrito en la justificación y siguiendo los problemas de investigación, se expuso los siguientes objetivos. Como objetivo general, evaluar mediante una revisión sistemática y meta análisis la eficacia de remoción del cromo y fierro en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.*, 2020, y como objetivos específicos, identificar las características operacionales de la microalga *Scenedesmus sp.* en la eficacia de la remoción del cromo y fierro en aguas residuales, identificar la dosificación adecuada de la microalga *Scenedesmus sp.* en la remoción del cromo y fierro en aguas residuales, identificar las investigaciones que desarrollan la eficacia de la remoción del cromo y fierro en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.*, determinar el porcentaje removido del cromo en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.* y determinar

el porcentaje removido del fierro en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.* La presente investigación estableció como hipótesis la eficacia de remoción del cromo y fierro en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.*, 2020.

II.MARCO TEÓRICO

Como antecedentes se tiene a Rosales et al. (2018) en su artículo evaluaron la remoción cromo utilizando la microalga *Scenedesmus sp.* y su crecimiento con células libres e inmovilizadas, evaluaron las microalgas con tres tratamientos por quince días, donde obtuvieron un mayor crecimiento las células libres y una remoción de 98% para el cromo total. Por otro lado, Ballen et al. (2016) también estudiaron la microalga *Scenedesmus sp.* en tres diluciones de agua residual de curtiembre 100%, 50% y 20% por quince días, para ver el porcentaje de remoción de cromo, donde realizaron el cultivo de microalgas y tres veces cada tratamiento, obteniendo el 98% de remoción del cromo. Similarmente, Ajayan et al. (2015) evaluaron la fitorremediación de las aguas residuales usando *Scenedesmus sp.* aislado, pero la especie se cultivó en el laboratorio y se cosechó a los doce días y los resultados de remoción fueron para Cr 81.2-96%.

Petrovic et al. (2016) en su estudio evaluaron a la *Chlorella sorokiniana* inmovilizada para eliminar cobre (II), Níquel (II) y Cadmio (II). Los mayores rendimientos de eliminación para estos fueron 97.10%, 50.94% y 64.61%, respectivamente. Concluyeron que *Chlorella sorokiniana* inmovilizada con alginato puede eliminar los metales que contaminan fuentes de agua.

Meneses et al. (2018) evaluaron la remoción del cromo en aguas residuales industriales por tratamientos químico (precipitación química con sulfato de aluminio y óxido de calcio), físico (con una sedimentación primaria) y biológico (con la microalga *Spirulina sp.* Obteniendo que la biomasa remueve hasta el 96.5% y el tratamiento químico el 99% pero genera muchos lodos.

Ahmad et al. (2015) en su estudio determinaron la efectividad de la microalga *Scenedesmus sp.* para contaminantes recolectando las aguas residuales durante las 8 a.m. y a las 4 p.m. y las microalgas se inyectaron al reactor con cinco células de diferente concentración, donde la concentración uno

fue la dominante con una remoción de hierro en 88.22% y 69.63% respectivamente. Por otro lado, Jais et al. (2018) también evaluaron el cultivo de *Scenedesmus sp.*, recolectando muestras a las 7 a.m. y a las 9 a.m. y se utilizó las concentraciones de 1.235×10^6 , 1.224×10^6 , 1.220×10^6 , 1.213×10^6 y 1.203×10^6 células / ml, donde el resultado fue que la concentración óptima para la muestra de las 7 a.m. y 9 a.m. es la concentración uno, obteniendo 81.18-100% de remoción de Fe, Zn y Cu. Similarmente Jais et al. (2015) tomaron las muestras de agua a las 9 a.m. y con cinco concentraciones (6.50×10^5 , 49.88×10^4 , 34.75×10^4 , 19.63×10^4 y 49.88×10^4 células / ml) por 16 días, resultando la concentración dos la más óptima debido al mayor porcentaje que logró remover de Fe 65.76% y Zn 82.12%.

Park et al. (2019) en su artículo evaluaron las eficiencias de eliminación N, P, Cu y Zn de aguas residuales sintéticas usando la microalga *Scenedesmus obliquus*, donde la eliminación de metales en cada concentración de 10, 30 y 50 mg/L fueron 13.7-40.3% Cu y 10-30% Zn en el tratamiento único y 16-40% Cu y 12-20% de Zn en el de mezcla binaria. Similarmente, Amézquita (2018) evaluó la biorremediación de Cd también usando *Scenedesmus obliquus* a través de un sistema de flujo utilizando 3 soluciones de Cd para obtener concentraciones de 25 mg/L, 50 mg/L y 100 mg/L de Cd, logrando remover un 99%, 98% y 99% respectivamente.

Malgorzata et al. (2018) en su estudio evaluaron la biomasa seca de *Pseudopediastrum boryanum* para la biorremediación de iones de cromo (VI) en soluciones acuosas. Se cultivó en condiciones de fotobiorreactor la biomasa de microalgas y se utilizó para la biorremediación a partir de una solución acuosa. Como resultado se logró remover a un 70% el Cr (VI). Se concluyó que la biomasa de la *Pseudopediastrum boryanum* es eficiente para eliminar Cr (VI) de las aguas residuales.

Silva et al. (2016), evaluaron el empleo de la microalga *Scenedesmus sp.* para la reducción de la concentración de Cr y Al en aguas residuales industriales, primero se realizaron 3 diluciones de agua residual (100, 50 y 20%) y por triplicado, luego se realizó la centrifugación de 500 ml del cultivo en seco la cual tenía una concentración aproximadamente de 10^6 células/ml para ser adicionadas

a cada concentración de agua residual evaluada, donde el resultado fue que la *Scenedesmus sp.* mostró un crecimiento superior en la concentración de 100% dando una remoción de 85% y 88% de Cr y Al respectivamente. Pham et al. (2019) también usaron la microalga *Scenedesmus sp.* para examinar la absorción de metal, donde primero se cultivó en régimen continuo en presencia de plomo (Pb) a concentraciones de 0.05, 0.5, 1, 2 y 10 mg / L en un sistema a escala de laboratorio, donde las tasas máximas de eliminación fueron (83.5-84.2%) y se observaron en el tratamiento con 1 y 2 mg / L de Pb.

Balaji et al. (2015), determinaron el potencial de la *Arthrospira (Spirulina) platensis* para remover metales pesados, se utilizó las concentraciones de 50% y 100% de efluentes con metales y los resultados fueron mejores para el tratamiento de efluentes al 50% con 71.92%, 81.54% y 73.04% para Cr, Cd y Pb, respectivamente. Por otro lado, Malakootian et al. (2016) determinaron la biorremediación de Pb de aguas residuales industriales también por *Spirulina platensis*, se utilizaron concentraciones de biomasa 0.1, 0.5, 1, 1.5 y 2 gr, que fueron expuestas a concentraciones de plomo de 10, 50, 70, 100 y 150 mg / L y la tasa de Pb residual se determinó por absorción atómica, donde los resultados de absorción de Pb fueron 84.32% para muestra real y 92.13% para la muestra sintético.

Mathialagan et al. (2016), probaron la eficacia de dos microalgas marinas *Nannochloropsis oculata* y *Tetraselmis chunii* para el tratamiento de Pb en aguas industriales. Se preparó la solución madre del metal pesado agregando 100 mg de Pb (NO₃)₂ en 1 L de agua destilada para obtener la concentración final de 100 mg / L, a partir de ella se realizó una dilución en serie para obtener concentraciones de prueba 0, 10, 20, 40, 60, 80 y 100 mg / L donde el volumen final de cada matraz fue de 20 ml. Se descubrió que *Tetraselmis chunii* es más sensible en comparación con *Nannochloropsis oculata*, que demostró por su capacidad para tolerar la concentración de Pb de hasta 20 mg / L y 60 mg / L, respectivamente.

Urrutia et al. (2019) seleccionaron a la *Chlorella vulgaris* para la biorremediación de metales pesados, las soluciones de Cu y Mo se prepararon a 0.1 y 0.5 mg / L, la solución de Cu se preparó a 0.1 y 0.5 mg / L, donde se

obtuvieron las muestras después de 48, 72, 96, 144 y 192 h y los resultados mostraron que removi6 un 64.7%. Por otro lado, El-Sheekh et al. (2016) evaluaron la reducci6n de los contaminantes t6xicos de las diferentes mezclas de muestras de agua utilizando tambi6n la *Chlorella vulgaris* y el alga marina *Chlorella salina*, donde la eficiencia de remoci6n de metales pesados (Zn, Cu, Mn, Ni, Co, Fe y Cr) luego de 10 d6as de tratamiento fue 13.61–100%. Similarmente, Zabihollah et al. (2017) evaluaron la eliminaci6n de cobre utilizando de igual manera esta microalga, realizando tres muestras de aguas residuales y 63 muestras sint6ticas de biorremediaci6n de cobre por *Chlorella*, donde la remoci6n fue de 82.62% y 91.5% de cobre y muestras sint6ticas, respectivamente.

Ganka et al. (2018) evaluaron el efecto de metales pesados en el alga verde *Scenedesmus incrassatulus*. Se cultiv6 el alga y se trat6 con concentraciones de Cu, Cd y Pb agreg6ndolos a su medio de nutrici6n y el contenido de metal pesado en la biomasa se obtuvo con un espectrof6tometro de absorci6n at6mica Perkin-Elmer. Como resultado obtuvieron que el Cd prohibi6 su crecimiento disminuyendo un 60% y el Pb disminuy6 un 50%, mientras que el Cu pareci6 ser la menos da6ina.

Rugini et al. (2017), evaluaron el efecto de Cu y Ni sobre el crecimiento de dos cepas de microalgas verdes, *Chlorella vulgaris* y *Desmodesmus sp.* y *C. vulgaris*, respectivamente. En cuanto al Ni, a la concentraci6n de 5,7 mg L⁻¹, la eficiencia de eliminaci6n alcanz6 el 32% para *C. vulgaris* y el 39% para *Desmodesmus sp.* Los resultados indicaron que es de gran potencial usar microalgas verdes para la biorremediaci6n de aguas que est6n contaminadas con metales por su capacidad de crecer en presencia de altas concentraciones de metales y eliminarlas de manera eficiente.

Hyeong et al. (2017) evaluaron los efectos del monocrom6tico (LED azul, amarillo y rojo) y las longitudes de onda mixtas sobre la absorci6n de absorci6n de Cu y Zn por *Phaeodactylum tricornutum*, *Nitzschia sp.*, *Skeletonema sp.*, Y cultivado bajo LED rojo. El resultado fue que la *C. vulgaris* cultivado bajo LED rojo tuvo mayor eliminaci6n de Cu y Zn con valores de 17.5 × 10⁻¹⁵ g Cu / celda y 38.3 × 10⁻¹⁵ g Zn / celda, respectivamente, concluyendo que es 6til para la

fitorremediación y que la fitorremediación usando un tubo LED y SPM con microalgas podría usarse para remediar los sedimentos marinos contaminados.

Patil et al. (2019) determinaron el potencial de la biorremediación de metales pesados utilizando la *Chlorella* y *Scenedesmus*, primero se cultivaron las microalgas en aguas residuales con concentraciones de 50% y 100%, se analizaron y los resultados máximos obtenidos fueron la remoción de cromo a 85%, de arsénico a 84.19% y níquel a 99.17% con la concentración de 100%. Por otro lado, Kwarciak et al. (2015) en su estudio utilizaron la *Chlorella vulgaris* y *Scenedesmus armatus* para eliminar metales pesados, pero ellos analizaron el agua en intervalos de 1, 3, 5, 10, 20, 30 y 60 min, y en laboratorio se analizó los pesos de concentración de metales, donde determinaron que la *Scenedesmus Armatus* fue la más eficiente para eliminar metales pesados, removiendo 89.72% en zinc, 60% en manganeso y 56% en hierro.

Arias (2017) analizó la remoción del cromo utilizando la microalga *Chlorella sp.* inmovilizada usando perlas de alginato de calcio en solución de dicromato de potasio durante 80 minutos con concentraciones de 10 mg/L, 50 mg/L y 100 mg/L con tres repeticiones, dando como resultado 61%, 51% y 60% respectivamente. Por otro lado, Abdel-Raouf et al. (2015) evaluaron el tratamiento de aguas residuales también utilizando la *Chlorella sp.*, realizaron un proceso por lotes a escala de laboratorio bajo la iluminación continua de luz y aireación y el rendimiento de absorción de metales fue para níquel 99.5%, Mn 73.2%, Fe 92.2%, Cu 54.5%, Zn 51.4, Cr 56.3%.

Worku et al. (2014) determinaron la reducción de metales pesados de aguas subterráneas utilizando la *Synechocystis salina*. Primero recolectaron la microalga y diseñaron un estanque piloto donde la velocidad de flujo del efluente se mantuvo a 59,6 l /día. A los quince días de tratamiento la microalga redujo el 60% de Cr, 66% de Fe, 70% de Ni y 77% de Hg. La conclusión fue que la fitorremediación a través de la *Synechocystis salina* ofrece una oportunidad para reducir el impacto ambiental de varios contaminantes.

Bello (2015) comparó la eficiencia de diferentes combinaciones de microalgas en la eliminación de metales de las aguas residuales mediante

fotobiorreactores. Doce cepas diferentes de algas se dividieron en cuatro grupos y se introdujeron en veinticuatro fotorreactores. Se eliminó un promedio del 88 % del contenido de metales y para el níquel, los resultados se obtuvieron con una combinación de algas *Anabaena cilíndrica* y *Planktothrix rubescence* con una tasa de eliminación promedio del 100%. Se concluyó que más del 50% de metal se retiene en la biomasa de las microalgas.

Iye (2015) determinó la eficiencia de biorremediación de metales pesados de *Botryococcus sp.* libre e inmovilizado. Las células libres redujeron eficientemente el cromo a 94%, cobre a 45%, arsénico a 9% y cadmio a 2%, para la biomasa inmovilizada se eliminó para cadmio, arsénico y cromo en 76%, 68% y 67%, mientras que, la mayor remoción de cobre se observó en las perlas de alginato en blanco al 84%.

Monsef (2014) determinó la capacidad de biorremediación de organismos acuáticos para eliminar el plomo soluble y el cadmio. Los organismos acuáticos (micro-macro algas y *Eichhornia sp*) fueron expuestos al plomo o cadmio a una concentración de 10 mg/l durante 240 minutos, las mediciones se realizaron por triplicado y de acuerdo con los métodos estándar. Los resultados mostraron que *Eichhornia sp.* tenía una alta capacidad de biorremediación de plomo y cadmio a 97.15% y 97.48% durante 15 minutos, mientras que *Gellidium sp.* tuvo la mayor eficiencia para la eliminación de cadmio a 96.80% pero durante 30 minutos.

Hajdu (2014) determinó las propiedades y el comportamiento de la biorremediación de la microalga *Desmodesmus subspicatus*. La solución de metal pesado fue 300 mg/l Pb y 30 mg/l As, Cd, Hg. El porcentaje de remoción de metales fue de 15% As, 7% Pb, 24% Cd, 21% Hg. Concluyeron que la biorremediación de *Desmodesmus subspicatus* en un entorno con uno o varios de los métodos mencionados anteriormente aplicados debe investigarse más a fondo.

Según Hernández (2014) una de las características de las microalgas es que tienen la capacidad fitorremediadora que biotransforma o elimina contaminantes de un medio gaseoso o líquido al ser percibidos por la biomasa algal, por lo que son utilizadas como biofertilizantes. Al estar en contacto con la luz y CO₂, son

capaces de generar biomasa orgánica, los cuales tienen nutrientes esenciales para recuperar aguas contaminadas. Con respecto a las condiciones para el crecimiento de las microalgas, Hernández et al. (2014) mencionaron que, para realizar un cultivo de microalgas debe haber una alta tasa de crecimiento, variación estacional y diaria, capacidad para formar agregados. La luz, el pH, los nutrientes y el área de cultivo son factores que se deben considerar para el crecimiento de la microalga.

El agua es un líquido que disuelve más sustancias porque es polar y dieléctrica. Existen distintos tipos de agua según su procedencia, usos y características fisicoquímicas. Es importante conocer las características fisicoquímicas del agua, de qué manera la actividad humana las modifica y entender que es crucial que las condiciones físicas del agua sean las mejores posibles (Carbajal, 2012).

Las aguas residuales son reflejo de la vida de los habitantes (Gray, 1989). El agua residual tiene M.O, sólidos en suspensión, compuestos xenobióticos y compuestos inorgánicos. Estas aguas mayormente proceden de las actividades humanas como agricultura, industria, urbanización, entre otras.

Andrade et al. (2009), mencionaron que la microalga *Scenedesmus sp.* pertenece a la división *Chlorophyta*, familia *Scenedesmaceae*, este tipo de microalgas son utilizadas comúnmente para remover diferentes metales pesados y nutrientes, ya que tienen capacidad para soportar elevadas concentraciones de nutrientes y metales pesados contenidos en aguas residuales, así mismo son resistentes a variaciones ambientales (p.25). Las microalgas *Scenedesmus sp.* poseen altos niveles de aminoácidos y proteínas (Quevedo et al. 2008).

Caviedes et al. (2016) mencionaron que la remoción es el acto de remover, quitar o eliminar, modificando el estado en que se encuentra. Distintas plantas se han utilizado para la remoción de metales obteniendo resultados eficientes y la tasa de remoción depende de la clase de elemento, el estado del sustrato y su forma iónica.

Antón (2017) mencionó que los metales pesados son elementos que tienen propiedades metálicas con una densidad alta que es tóxica para la población y

para el medio ambiente y están integrados por cuarenta elementos químicos con un número atómico mayor a 20, excepto metales alcalinotérreos y alcalinos. Hablamos de metales pesados para referirnos a la toxicidad que tienen estos metales en el medio natural.

Antón (2017) mencionó que el cadmio (Cd) es un elemento químico raro y se relaciona con el zinc ya que se encuentran mezclados en la naturaleza. El cadmio forma parte del grupo IIb en la tabla periódica, con ion incoloro y divalente con sus compuestos estables. Las aguas residuales que contienen cadmio y que provienen de industrias se posan en el suelo y entran al aire mediante la quema de residuos y combustibles fósiles.

Morton (2016) mencionó que el zinc es un elemento químico esencial para la función y el metabolismo normal de las células, desempeña un papel central en más de 300 reacciones enzimáticas y protege a las células del daño de los radicales libres. Debido a las industrias existe gran cantidad de zinc en aguas residuales ya que no son depuradas correctamente causando la contaminación de ríos e incrementando la acidez de sus aguas.

Según Aspinall (2018) comentó que su número atómico del cobre es un metal de transición, es un metal no ferroso y es útil al combinar sus propiedades tanto fisicoquímicas como mecánicas. Hay una inmensa cantidad de cobre en la tierra y lo encontramos cerca de minas, vertederos, asentamientos industriales, entre otros.

Blesa et al. (2015) mencionaron que el mercurio es un elemento químico, su símbolo es Hg y es denominado como metal noble, ya que es soluble en soluciones oxidantes, así mismo es suave y sus compuestos son tóxicos. En el ambiente la concentración de mercurio crece por actividades antrópicas liberándolo al suelo o al agua, como en vertidos de aguas residuales industriales.

Según Aspinall (2018) mencionó que el hierro es tenaz, magnético, maleable y gris plateado. Hay diferentes formas alotrópicas del hierro, es un agente reductor y se usa más para obtener aceros estructurales.

García et al. (2011), definieron que las microalgas son microorganismos que realizan fotosíntesis oxigénica y sin diferenciar, tallo, hojas y raíz, mayor a

cualquier planta terrestre, tienen un rango alto de variabilidad y estas fueron las encargadas de aumentar el oxígeno en la atmósfera y responsabilizándose de la productividad primaria de la tierra, permitiendo el desarrollo de la vida. Las microalgas son consideradas eco-amigables y reciclan contaminantes de medios líquidos y gaseosos. El tipo de cultivo y la especie depende del objetivo que se quiere conseguir (Hernández et al. 2014).

Casierra et al. (2015) mencionaron que las propiedades de la luz varían con la longitud de onda. La luz es importante en la energía para la fotosíntesis ya que sin esta no podrían crecer. Los seres vivos utilizan la mayoría del espectro electromagnético, especialmente la parte visible que llamamos luz.

Bargis et al. (2016) mencionaron que los nutrientes son componentes nutricionales que en la digestión libera el organismo, reconstruye las células y brindan energía y contribuyen en funcionar el organismo. Se distingue entre los macronutrientes (lípidos, proteínas, glúcidos), los micronutrientes (elementos minerales y vitaminas), el colesterol, agua y las fibras.

Mansilla (2014) mencionó que el pH indica la acidez de una sustancia y distintos procesos químicos solo pueden ocurrir con un pH determinado. El agua tiene como una de sus propiedades a la acidez y el pH aquel indicador que va a comparar los iones más solubles del agua. Se determina el pH considerando el número de protones y de iones hidroxilo y cuando son iguales el agua es neutra con un pH de 7.

Delgado (2018) explicó que el oxígeno (O) es primordial para el proceso de respiración de las células vivas y el de combustión. La quinta parte del aire es oxígeno y es el que más abunda en la capa terrestre. El oxígeno siendo en condición normal un gas insípido, incoloro e inodoro. También forma parte del grupo de gases paramagnéticos y al condensarse es un líquido azul claro.

Según Yamori (2014), la temperatura intercambia el calor entre dos cuerpos. La variación de la temperatura ambiental es esencial para la supervivencia. La respuesta de temperatura de la fotosíntesis puede ser descrito con una curva parabólica con temperatura óptima y, por lo tanto, la fotosíntesis se inhibe tanto a bajas y altas temperaturas.

III. METODOLOGÍA

Para realizar la revisión sistemática de la actual investigación se tomó como modelo al artículo “Revisiones sistemáticas y meta análisis: bases conceptuales e interpretación” para considerar los criterios de inclusión y exclusión.

3.1. Tipo y diseño de investigación

De acuerdo con las preguntas de investigación y los objetivos descritos, el presente informe de investigación fue de tipo aplicada, en donde se evaluó mediante una revisión sistemática y meta análisis la aplicación de la microalga *Scenedesmus sp.* para la remoción de cromo y fierro en aguas residuales. Para Díaz (2015), la investigación aplicada busca generar conocimientos relacionados con incertidumbres de la sociedad o problemas dentro del sector productivo, basándose en hallazgos tecnológicos utilizados en la investigación básica.

El diseño de investigación científica fue no experimental, transversal descriptivo (comparativo), ya que se realizó la comparación de artículos científicos mediante la revisión sistemática y meta análisis. Para Hernández et al. (2015) los estudios transversales descriptivos, son aquellos donde van a describir la exposición o los distintos resultados en una población determinada.

3.2. Variables y operacionalización

Variables:

Independiente: *Scenedesmus sp.*

Dependiente: Eficacia de remoción del cromo y fierro en aguas residuales.

3.3. Población, muestra y muestreo

Se utilizó como población 100 artículos de revistas indexadas que contenían relación con la presente temática sobre microalgas y la remoción de metales pesados con un periodo de años del 2015 al 2019. Para Suárez (2011) es el conjunto de individuos relacionados de quienes se espera inferir algo.

En cuanto a la muestra, se seleccionaron 6 artículos científicos seleccionados de los 100 artículos de las bases de datos con un periodo de antigüedad de 5 años para realizar el respectivo meta análisis, para Suárez (2011) la muestra es todo subconjunto de una población.

En este informe de investigación para determinar la muestra se usó el método probabilístico y su técnica de muestreo fue aleatorio simple, tomando de los 100 artículos encontrados, 6 artículos que contengan la temática sobre la eficacia de la microalga (*Scenedesmus sp.*) para la remoción de cromo y fierro. El muestreo aleatorio simple tiene por finalidad escoger cada uno de los individuos al azar mediante casos aleatorios. Casal y Mateu (2003) p.3.

En cuanto a la unidad de análisis, son los estudios de revistas científicas que contengan microalgas en aguas residuales y metales pesados. Para Calduch (2014), la unidad de análisis pueden ser diferentes categorías sociales como familias, regiones, entre otros.

3.3.1. Criterios de inclusión y exclusión

Los artículos científicos debían obedecer los siguientes criterios de inclusión:

- Aportar datos que hayan sido obtenidos por los mismos autores
- Metales pesados en aguas residuales
- Porcentajes de remoción
- Microalgas
- Microalga *Scenedesmus sp.*
- Diseño de investigación experimental
- Muestreo aleatorio

En cuanto a criterio de exclusión se siguieron los siguientes criterios:

- Estudios in vitros en donde utilicen otras microalgas en distintos medios de aplicación (suelo, otros contaminantes).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se realizaron revisiones bibliográficas sistematizadas en base a la microalga *Scenedesmus sp.* para la remoción de metales. Para Codina (2018), una revisión bibliográfica sistematizada cuenta con 4 fases, los cuales son la búsqueda, posteriormente la evaluación, lo cual llevará a realizar un análisis para su posterior síntesis.

3.4.1. Validez

Para la validación de los instrumentos se realizó por la calificación de los expertos en donde ejercieron su calificación en base a sus finalidades a lograr en el estudio de investigación.

Nombre del experto	Especialidad	CIP	Valoración
Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez	Medio Ambiente	899972	90%
Dr. Carlos Cabrera Carranza	Medio Ambiente	46572	90%
Promedio de valoración			

Tabla 1. Validación de datos

3.4.2. Confiabilidad

La confiabilidad viene a ser dado por el nivel de aceptación en el cual el instrumento de recolección de datos en las mismas condiciones, ocasiona resultados parecidos por lo tanto se aprecia que el instrumento es confiable.

3.5. Procedimiento

En la siguiente sección se muestra la estrategia de búsqueda, los criterios de calidad para la selección de los estudios, y la estrategia de exploración y los métodos para la recolección y síntesis de la información.

3.5.1. Estrategia de búsqueda

El presente informe de investigación se llevó a cabo buscando revistas relevantes en bases de datos electrónicas. Para ello se realizó una revisión sistemática con un meta análisis de artículos que fueron publicados en revistas científicas desde el 1 de enero del 2015 hasta el 31 de diciembre del 2019, sin excepción de los tipos de idioma de publicación, que contengan información sobre la remoción de metales pesados utilizando microalgas.

Se consultaron bases de datos como:

- EBSCO
- ProQuest
- Web of Science
- Scielo
- Scopus
- Libertpub
- revistas UMNG
- Redib
- Redalyc
- ProQuest
- Gale on life
- ResearchGate

Se buscaron los siguientes términos en inglés del UNESCO Thesaurus “Metals”, “Calcium”, “Iron”, “Mercury”, Uranium”, “Water treatment”, “Water analysis”, “Waste treatment” y en español “Metales”, “Calcio”, “Hierro”, “Mercurio”, “Agua residual”.

3.5.2. Evaluación de la calidad Newcastle - Ottawa

Estudios de cohorte (conjunto de sujetos que comparten una característica definitoria).

Nota: Un estudio puede recibir un máximo de una estrella por cada elemento numerado dentro de las categorías de selección, comparabilidad y resultado. Se puede dar un máximo de dos estrellas para la comparabilidad.

Selección:

- 1) Representatividad de la cohorte expuesta
 - a) Verdaderamente representativo a la media de metales pesados (cromo ó fierro) presente en aguas residuales por actividades industriales. (Concentración) (*)
 - b) Algo representativo a la media de metales pesados (cromo o fierro) presente en aguas residuales por actividades industriales. (Concentración) (*)
 - c) Mínima media de concentración de (cromo o fierro) presente en aguas residuales por actividades industriales.
 - d) Sin descripción de la derivación para la cohorte
- 2) Selección de la cohorte no expuesta
 - a) Extraído del efluente final contaminado con metales pesados (cromo o fierro) (*)
 - b) Extraído de una fuente diferente (Efluentes contaminados por otras contaminantes)

c) Sin descripción de la derivación para la cohorte no expuesta

3) Verificación de la exposición

a) Análisis de laboratorio de las aguas residuales contaminadas con metales pesados (cromo o fierro) (*)

b) Registro de las características fisicoquímicas de las aguas residuales contaminadas con metales pesados (cromo o fierro) (*)

c) Autoinforme escrito (Ficha de registro)

d) Sin descripción

4) Demostración de que el resultado de interés estaba presente al inicio del estudio

a) Si ((*)

b) No

Comparabilidad:

1) Comparación de cohortes en función de diseño o análisis

a) Cualquiera de los estudios los porcentajes de remoción deben coincidir con el diseño y deben ser ajustados para el análisis (*)

Ninguno de los datos de porcentaje de remoción no coincidió con el diseño y no se ajustó para el análisis

b) Los datos de los porcentajes de remoción si presentaron diferencias estadísticamente significativas para establecer una compatibilidad (*)

Los datos de los porcentajes de remoción no presentaron diferencias estadísticamente significativas para establecer una compatibilidad

Resultado

1) Evaluación de resultado

- a) Evaluación del porcentaje de remoción de metales pesados (cromo o fierro) (*)
 - b) Tabla comparativa de la evaluación inicial y final de la concentración de metales pesados (cromo o fierro) (*)
 - c) Autoinforme (Ficha de registro)
 - d) Sin descripción
- 2) El seguimiento se hizo el tiempo suficiente para que se produjeran los resultados
- a) Si (análisis pre y post de la eficiencia del tratamiento de la microalga *Scenedesmus sp.* (*)
 - b) No
- 3) Adecuación del seguimiento de cohortes
- a) Seguimiento completo-(tiempo establecido 15 días) para que la microalga *Scenedesmus sp.* remueva los metales pesados (cromo o fierro) (*)
 - b) Seguimiento intermedio-(tiempo establecido 8 días) para que la microalga *Scenedesmus sp.* remueva los metales pesados (cromo o fierro) (*)
 - c) Seguimiento bajo-(tiempo establecido 1 día) para que la microalga *Scenedesmus sp.* remueva los metales pesados (cromo o fierro)
 - d) Sin declaración

Umbrales para convertir las escalas Newcastle-Ottawa a los estándares AHRQ (bueno, aceptable y malo):

Buena calidad: 3 o 4 estrellas en el dominio de selección, 1 a 2 estrellas en el dominio de comparabilidad Y 2 a 3 estrellas en el dominio de resultados.

Calidad aceptable: 2 estrellas en el dominio de selección, 1 estrella en el dominio de comparabilidad Y 2 a 3 estrellas en el dominio de resultados.

Mala calidad: 0 a 1 estrella en el dominio de selección, 0 a 1 estrellas en el dominio de comparabilidad y 0 a 1 estrellas en el dominio de resultados.

3.5.3. Extracción y recolección de datos para el meta análisis

Los datos fueron recolectados considerando los siguientes ítems:

- a) Autor
- b) Año de publicación
- c) Diseño del estudio
- d) Métodos
- e) Resultados
- f) Conclusiones

Las diferencias fueron resueltas mediante discusión para llegar a un consenso entre las dos revisoras.

3.6. Método de análisis de datos

Se realizó el análisis de datos utilizando el programa Revman versión 5.3, en el cual se evaluó la heterogeneidad de cada artículo seleccionado de la presente revisión sistemática y meta análisis para la remoción de cromo y fierro. La estadística utilizada es descriptiva mediante pruebas de Chi cuadrado y se evidencio la calidad de sesgo de los estudios de investigación siguiendo un modelo de efectos fijos aleatorios y fue representado el meta análisis mediante diagramas de árbol.

3.7. Aspectos éticos

El presente informe de investigación se redactó respetando los lineamientos establecidos de la resolución de consejo universitario N°0313-2017/UCV, resolución de consejo universitario N°0126-2017/UCV, el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo, el reglamento de investigación de la resolución rectoral

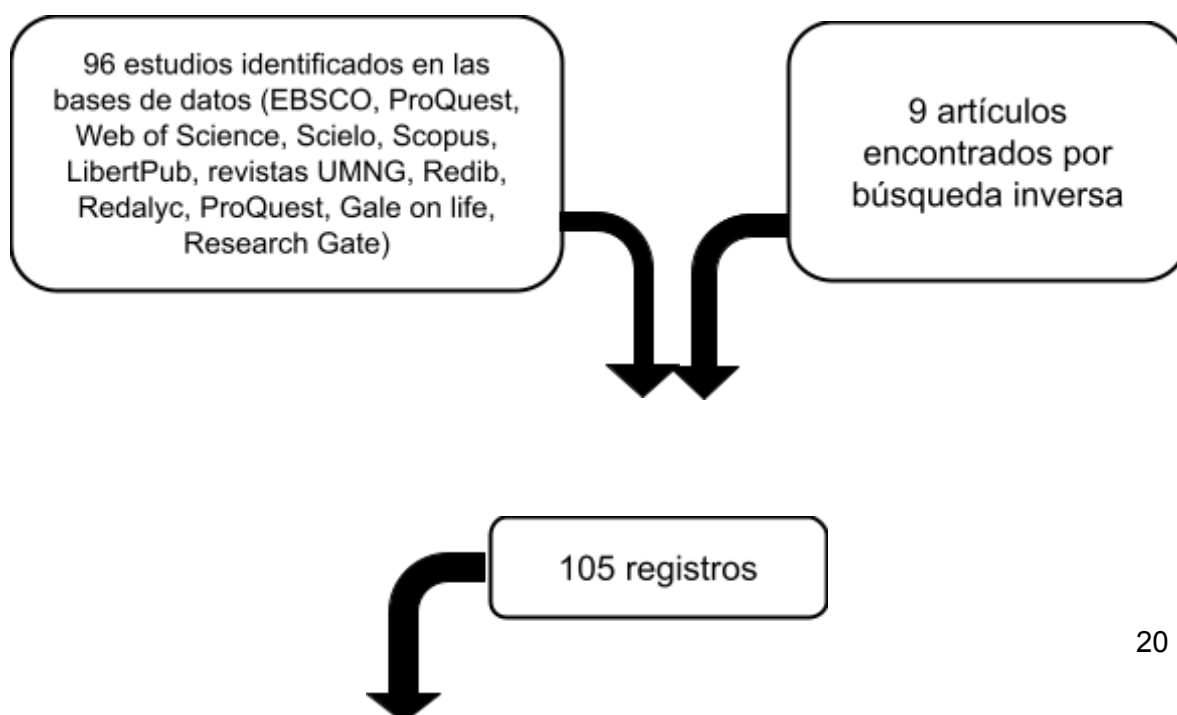
N°0089-2019 de la Universidad Cesar Vallejo, la guía de productos de investigación 2020 y el programa Turnitin para verificar la originalidad del presente trabajo. De igual forma, se respetó el derecho de autenticidad de cada autor mencionado dentro del informe, siguiendo la norma Internacional Organization for Standarization (ISO 960).

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de la búsqueda de los artículos científicos

Se realizó una revisión sistemática exhaustiva de 100 registros de revistas indexadas en un período de tiempo del 2015 al 2019 de los cuales se seleccionaron 6 artículos de investigación que cumplen con los criterios de inclusión para realizar la revisión la metodología de NewCastle - Ottawa para verificar la calidad metodológica de los 6 estudios seleccionados, se presentaron los resultados de la revisión sistemática y meta análisis de la eficacia de remoción del cromo y fierro en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.*

En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo de la revisión sistemática.



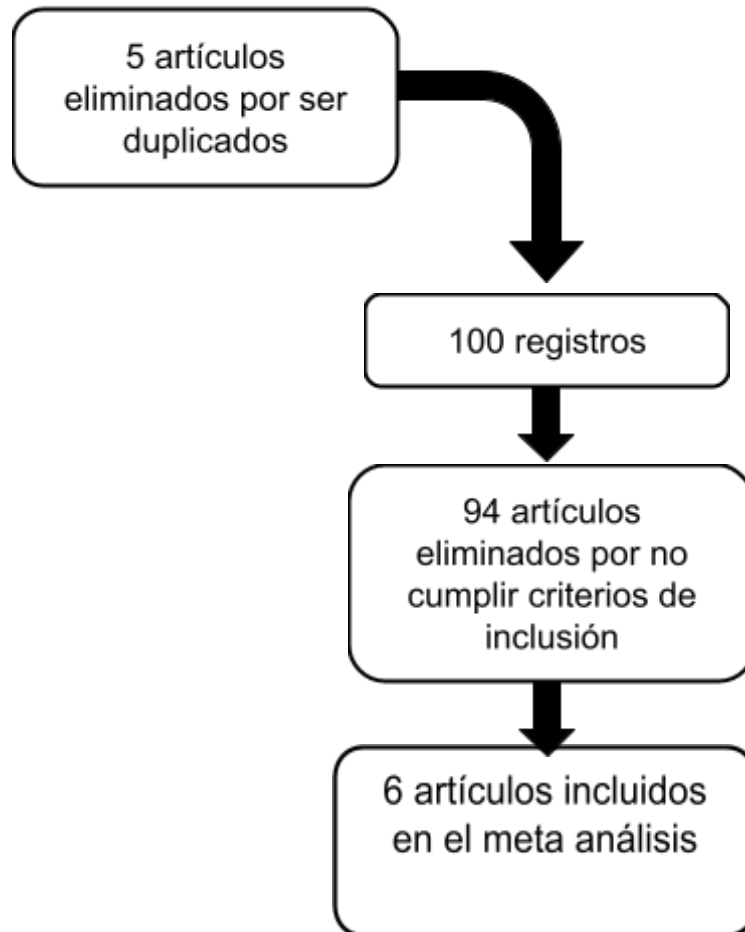


Figura 1. Diagrama de flujo de la revisión sistemática

De los 100 registros / artículos seleccionados al inicio, se descartaron 94 por las siguientes razones:

- Por utilizar la microalga *Chlorella sp.* para la remoción de N y P.
- Por utilizar la microalga *Spirulina sp.* para remover Cr.
- Por utilizar la microalga *Chlorella sp* para remover nitratos y fosfatos
- Por utilizar consorcio de *Scenedesmus sp.*, *Chlorella*, *Desmodesmus*, *Monoraphidium* para remover amonio y fósforo.
- Por utilizar *Scenedesmus sp.* para remover Hg.
- Por utilizar *Tetraselmis chuii* y *Nannochloropsis* para remover Pb.

- Por utilizar *Pseudopediastrum boryanum* para remover cromo VI.
- Por utilizar *Scenedesmus Armatus* para remover Zn, Fe, Mn.
- Por utilizar *Scenedesmus Obliquus* para remover Cu, Zn, P y N.
- Por utilizar *Incrassatulus* para remover Cr VI, Cd y Cu.
- Por utilizar *Scenedesmus sp.* para remover Cr VI, fosfatos, nitrito, nitrato, DBO.
- Por utilizar *Scenedesmus sp.* para remover N y P.
- Por utilizar el efecto in vitro en la metodología utilizando la microalga *Scenedesmus sp.* para remover Cr.
- Por utilizar la *Chlorella sp.* y *Chlamydomonadaceae* para remover fosfatos y nitratos.
- Por utilizar *Scenedesmus Obliquus* para remover Cr VI y III.

Y los 6 artículos elegidos entre los 100, fueron utilizados para el meta análisis.

4.2. Resultados de la Evaluación de la calidad Newcastle - Ottawa

En la Tabla 2, se muestra los estudios recopilados de revistas indexadas, obteniéndose un total de 6 estudios para el meta análisis, indicando el nombre del estudio, autor y año de la publicación.

Estudios	Autor (Año)
Remoción de contaminantes y crecimiento del alga <i>Scenedesmus sp.</i> en aguas residuales de curtiembres, comparación entre células libres e inmovilizadas	A.G. Rosales, C.D. Rodríguez, M. Ballen-Segura (2018)
Uso de <i>Scenedesmus</i> para la remoción de metales pesados y nutrientes de aguas residuales para la industria textil	Asly Michell Vega Bolaños; Luisa Carolina Hernández Rodríguez; David Alejandro Parra Ospina; Miguel Ángel Ballen Segura (2016)
Application of Phycoremediation using Microalgae <i>Scenedesmus sp.</i> as Wastewater Treatment in Removal of Heavy Metals from Food Stall Wastewater	Nur Atikah Ahmad Latiff; Radin Maya Saphira Radin Mohamed; Najeeha Mohd Apani; Amir Hashim Mohd Kassim (2015)
Phycoremediation of Tannery Wastewater Using Microalgae <i>Scenedesmus</i> Species	Kayil Veedu Ajayan; Muthusamy Selvaraju; Pachikaran Unnikannan; Palliyath Sruthi (2015)

Removal of Nutrients and Selected Heavy Metals in Wet Market Wastewater by Using Microalgae <i>Scenedesmus sp.</i>	Noor Maisara bte Jais; Radin Maya Saphira bte Radin Mohamed; Wan Asma Wan Mohamad Apani; Hazel Monica Matias Peralta (2015)
Heavy metals removals from wet market wastewater by phycoremediation technology	N M Jais; R M S R Mohamed; N Apani; A A A I - Gheethi (2018)

Tabla 2. Estudios seleccionados para el meta análisis

En la Tabla 3, se observa el análisis de la calidad de cada artículo utilizado para el meta análisis. Para el estudio 1 se le asignó 4 (*), para el estudio 2 se le asignó 2 (*), para el estudio 3, 4 (*), para el estudio 5 se le asignó 3 (*) y finalmente para el estudio 6 se le asignó 4 (*) únicamente para el dominio de selección asumiendo un criterio de buena calidad.

Estudios	Título	Representatividad	Selección	Verificación	Demostración	Total
1	Remoción de contaminantes y crecimiento del alga <i>Scenedesmus sp.</i> en aguas residuales de curtiembres, comparación entre células libres e inmovilizadas	*	*	*	*	****
2	Uso de <i>Scenedesmus</i> para la remoción de metales pesados y nutrientes de aguas residuales para la industria textil		*	*	*	***
3	Application of Phycoremediation using Microalgae <i>Scenedesmus sp.</i> as Wastewater Treatment in Removal of Heavy Metals from Food Stall Wastewater	*	*	*	*	****
4	Phycoremediation of Tannery Wastewater Using Microalgae <i>Scenedesmus</i> Species	*	*	*	*	****

5	Removal of Nutrients and Selected Heavy Metals in Wet Market Wastewater by Using Microalgae <i>Scenedesmus sp.</i>		*	*	*	***
6	Heavy metals removals from wet market wastewater by phycoremediation technology	*	*	*	*	****

Tabla 3. Criterios de calidad para los estudios según la metodología Newcastle – Ottawa

En la Tabla 4, se evidencia los criterios de calidad de los estudios incluidos según la metodología de New Castle – Ottawa Modificada, en donde los 6 estudios recopilados obtuvieron puntuaciones de 7 estrellas (*) a 8 estrellas (*), indicando que son estudios que cumplen con los criterios de inclusión adecuados para la meta análisis, para el dominio de selección se obtuvo resultados de 3 estrellas a (*) a 4 estrellas (*) asumiendo un criterio de buena calidad, para el dominio de comparabilidad se obtuvo resultados de 1 (*) y para el dominio de resultados los estudios comprendieron valores de 3 estrellas (*) .

Estudios	NewCastle-Ottawa Modificada					Calidad
	Selección		Comparabilidad	Resultado		
	Representatividad	Exposición	Comparación de cohortes	Porcentaje de remoción	Dosificación	Total
Remoción de contaminantes y crecimiento del alga <i>Scenedesmus sp.</i> en aguas residuales de curtiembres, comparación entre células libres e inmovilizadas	**	**	*	*	**	*****
Uso de <i>Scenedesmus</i> para la remoción de metales pesados y nutrientes de aguas residuales para la industria textil	*	**	*	*	**	*****
Phycoremediation of Tannery Wastewater Using Microalgae <i>Scenedesmus</i> Species	**	**	*	*	**	*****
Application of Phycoremediation using Microalgae <i>Scenedesmus sp.</i> as Wastewater Treatment in	**	**	*	*	**	*****

Removal of Heavy Metals from Food Stall Wastewater						
Removal of Nutrients and Selected Heavy Metals in Wet Market Wastewater by Using Microalgae <i>Scenedesmus sp.</i>	*	**	*	*	**	*****
Heavy metals removals from wet market wastewater by phycoremediation technology	**	**	*	*	**	*****

Tabla 4. Calidad metodológica de los estudios incluidos

En la Tabla 5, se muestra la aplicación de la microalga *Scenedesmus sp.*, de cada estudio recopilado para la meta análisis, indicando su cantidad de agua residual siendo para el cromo (500 ml, 2L y 5L) y para el fierro (625 ml, 5L y 10 L). La concentración de metales pesados para el cromo fue de 156,6, 0.13 y 0.001 mg/L, en cambio para hierro el fueron resultaron ser 0.00302, y 1,071 mg/L. Presentaron una remoción del 98%, 85% y 97% para el cromo por otro lado para el fierro dieron valores de 88,22%, 65,76% y 91,98%. Así mismo sus características de operación, como el tiempo de cultivo siendo para el hierro de 8 días y para el cromo de 85 días a 98 días. En pH, para el cromo y fierro se mantuvieron en valores de 6,38 hasta 7,68. Por su parte para la temperatura se mantuvieron entre 20°C y 21°C para el cromo y fierro. Para el cromo sus dosis fueron de 381,6, 106 y 25×10^4 de células /mililitro, en cambio para el tratamiento aplicado al fierro fueron de $49,88 \times 10^4$, $1,235 \times 10^6$ y $1,224 \times 10^6$ de células /mililitro.

Área de estudio	Cantidad de agua residuales (ml)	Concentración de metales pesados (mg/L)	Porcentaje de remoción de metales pesados (%)	Características de operación			
				Tiempo (días)	pH 0-14	Temperatura (°C)	Dosis (células/ml)
Para el cromo							
San Benito de la Ciudad de Bogota D.C	2L de agua residual	156,6	98	15	7,3	20°C	381,6
Bogotá-Colombia	500 mL de agua residual	0,88	85	15	7,68	20°C	106

Distrito Vellore de Tamil Nadu - India	5L de agua residual	0,001	97	12	6,87	25°C	25x10 ⁴
Para el fierro							
Malasia	5L	0,00302	88,22	7	6,38	21°C	1,224x10 ⁶
Public Market Parit Raja, Batu Pahat	625 mL de agua residual	1,071	65,76	8	7,3	21°C	49,88x10 ⁴
Parit Raja Public Market, Batu Pahat wastewater	10 L de agua residual		91,98	8	7,6	21°C	1,235x10 ⁶

Tabla 5. Aplicación de la microalga *Scenedesmus sp.*

La Figura 2 muestra las investigaciones incluidas para realizar el meta análisis, así mismo muestra las características de operación de la microalga *Scenedesmus sp.*, en donde se menciona la temperatura, pH y tiempo para su reproducción, se identificó variaciones significativas en cada una de las investigaciones incluidas.

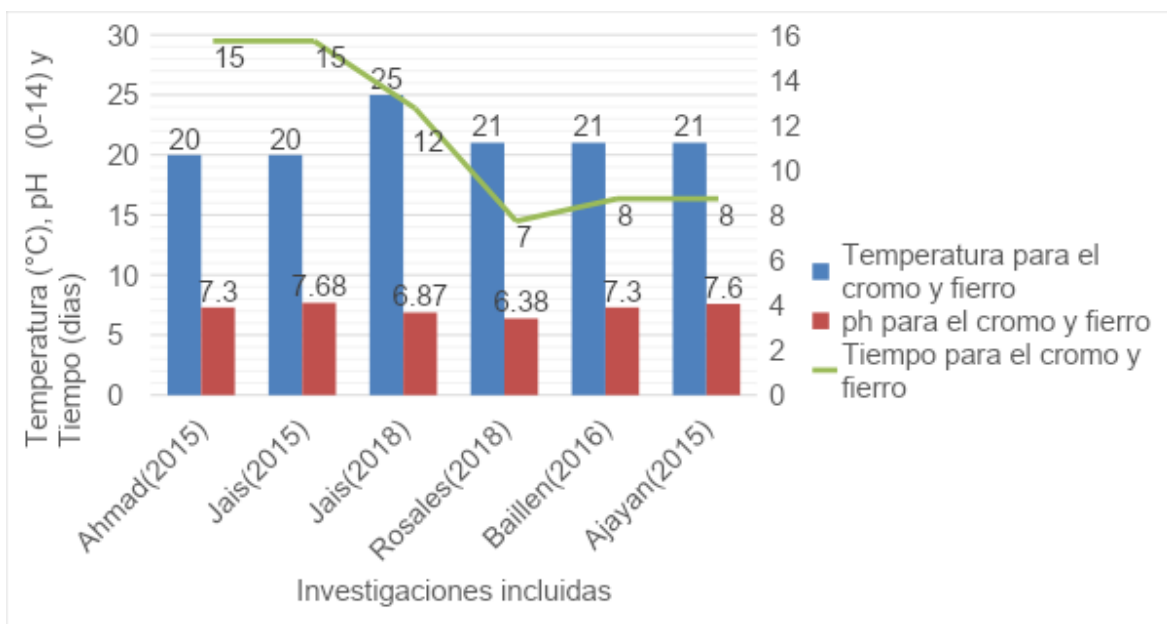


Figura 2. Características de operación de la microalga *Scenedesmus sp* en las investigaciones incluidas

En la Tabla 6, se observa las características de los estudios incluidos para la revisión sistemática de la eficiencia de microalga *Scenedesmus sp.* para la remoción de cromo.

Referencias	Ámbito geográfico temporal	Cantidad de agua residual	Microalga	Características operacionales	Tipo de análisis estadístico	Resultados	Conclusiones
Para el cromo							
Rosales et al. (2018)	San Benito (2018)	2L de agua residual	<i>Scenedesmus sp.</i>	t= 15 días para crecimiento de la microalga inmovilizada. T°= 20 °C Ciclo de luz / oscuridad=12 horas pH= 7,3	Explorativo	Obtuvieron un mayor crecimiento las células libres y una remoción de 98% para el cromo	Concluyeron que esta microalga es efectiva para la remover contaminantes a grado de laboratorio.
Ballen et al. (2016)	Bogotá (2016)	500 mL de agua residual	<i>Scenedesmus sp.</i>	t= 15 días T°= 20°C Condiciones de luz 12:12h pH= 7,68	Explorativo	Se obtuvo un mayor crecimiento de <i>Scenedesmus</i> en el agua sin diluir, reduciendo el cromo en 85.21%	La microalga <i>Scenedesmus sp.</i> exhibió un papel de fitorremediación sobre las aguas residuales de la industria textil.
Ajayan et al. (2015)	Vellore de Tamil (2015)	5L de agua residual	<i>Scenedesmus sp.</i>	t= 12días T°= 25°C período Condiciones de luz: oscuro / claro de 16: 8 h pH= 6,87	Explorativo	El cromo se removió en un 97% después de 12 días de tratamiento	La biomasa de la microalga <i>Scenedesmus sp.</i> es una solución a la fitorremediación de sustancias tóxicas de aguas residuales de curtiduría.

Tabla 6. Características de estudios incluidos en la revisión sistemática para el cromo

En la Tabla 7, indica las características de los estudios incluidos para la revisión sistemática de la eficiencia de microalga *Scenedesmus sp.* para la remoción del hierro.

Referencias	Ámbito geográfico temporal	Cantidad de agua residual	Microalga	Características operacionales	Tipo de análisis estadístico	Resultados	Conclusiones
Para el hierro							
Ahmad et al. (2015)	Malasia (2015)	5L de agua residual	<i>Scenedesmus sp.</i>	t= 7 días T°= 21°C Condiciones de luz 12:12h pH= 6,9	Explorativo	Se obtuvo un mejor % de remoción a los 25 días con 1.235E6 células / ml de microalgas, removiendo 88,22% de Fe	El potencial de las microalgas es significativamente alto en el tratamiento de aguas residuales.
Jais et al. (2015)	Public Market Parit Raja, Batu Pahat (2015)	625 mL de agua residual	<i>Scenedesmus sp.</i>	t= 8 días T°= 21°C período Condiciones de luz 12:12h pH= 7,3	Explorativo	La eficiencia más alta para la remoción de Fe con una dosis de (49.88x10 ⁴ células / ml) removiendo 65,76%	La concentración de 49.88x10 ⁴ células / ml de <i>Scenedesmus sp.</i> logro una eliminación de 65,76% de Fe.
Jais et al. (2018)	Parit Raja Public Market, Batu Pahat wastewater	10 L de agua residual	<i>Scenedesmus sp.</i>	t=8 días T°=21 °C período Condiciones de luz pH= 7,6	Explorativo	La concentración 1 (1.235x10 ⁶) , logró el % de eliminación más alto, 91,98% Fe	La <i>Scenedesmus sp.</i> es buena para la fitorremediación de metales pesados en aguas residuales.

Tabla 7. Características de estudios incluidos en la revisión sistemática para el hierro

En la Tabla 8, se observa la remoción de metales pesados por el tratamiento de la microalga *Scenedesmus sp.* para la cual presentaron la remoción del 98% para Rosales et al., en cambio para Ballen et al. un valor del 85% y por último para Ajayan et al., un porcentaje de remoción de cromo del 97% para el cromo por otro lado para el hierro dieron valores de 88,22%, 65,76% y 91,98%.

Autor	Microalga	Metales pesados: Cr y fierro. (Porcentaje de remoción %)
Para el cromo		
Rosales et al. (2018)	<i>Scenedesmus sp.</i>	98%
Ballen et al. (2016)	<i>Scenedesmus sp.</i>	85,21%
Ajayan et al. (2015)	<i>Scenedesmus sp.</i>	97%
Para el fierro		
Ahmad et al. (2015)	<i>Scenedesmus sp.</i>	88,22%
Jais et al. (2015)	<i>Scenedesmus sp.</i>	65,76%
Jais et al. (2018)	<i>Scenedesmus sp.</i>	91,98%

Tabla 8. Remoción de metales pesados mediante el tratamiento de la microalga *Scenedesmus sp.*

La Figura 3, muestra investigaciones incluidas para la remoción del cromo usando la microalga *Scenedesmus sp.*, así mismo muestra los porcentajes de remoción de cada investigación, en donde Ballen (2016) removi6 85.21%, Ajayan (2015) 97% y Rosales (2018) 98%, siendo este 6ltimo el mayor porcentaje removido del cromo.



Figura 3. Porcentaje de remoci6n de cromo

La Figura 4 muestra investigaciones incluidas para la remoci6n del fierro usando la microalga *Scenedesmus sp.*, as6 mismo muestra los porcentajes de remoci6n de cada investigaci6n, en donde Jais (2015) removi6 65.76 %, Ahmad (2015)

88.22 % y Jais (2018) 98%, siendo este último el mayor porcentaje removido del fierro.

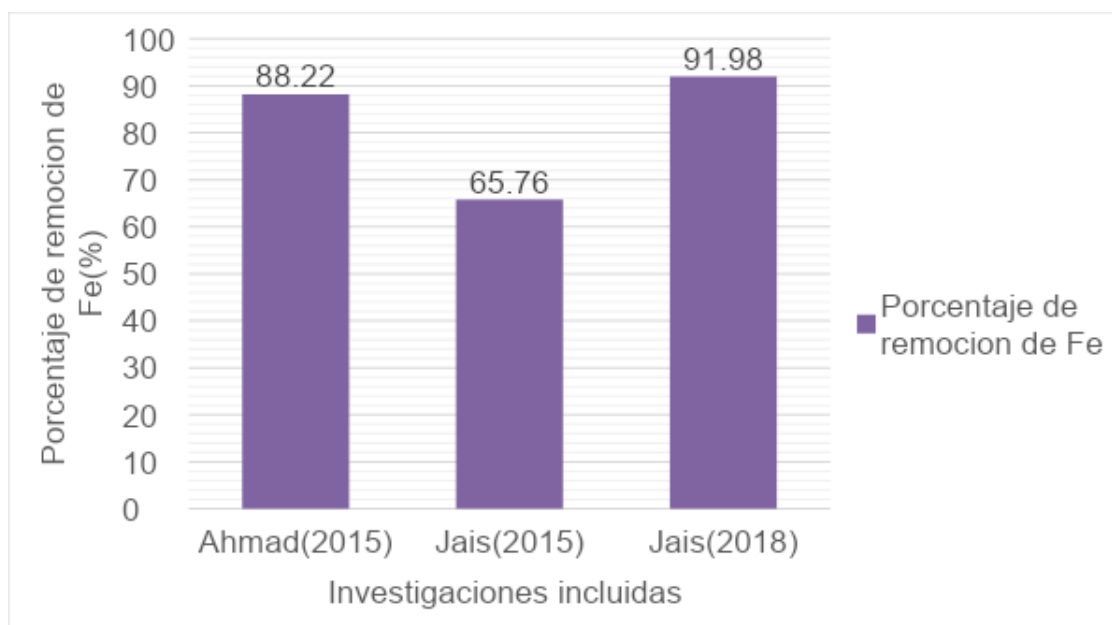


Figura 4. Porcentaje de remoción de fierro

La Tabla 9, indica las características de operación de la microalga como el tiempo de cultivo siendo para el fierro de 8 días para los estudios de Ahmad et al., Jais et al. Para el cromo de 85 días a 98 días para los estudios de Rosales et al., Ballen et al. y Ajayan et al. En el parámetro de pH, para el cromo y fierro se mantuvieron en valores de 6,38 hasta 7,68 en los estudios de Rosales et al., Ballen et al., Ajayan et al, Ahmad et al y Jais et al. Por su parte para la temperatura se mantuvieron entre 20°C y 21°C para el cromo y fierro. Para el cromo sus dosis fueron de 381,6, 106 y 25×10^4 de células /mililitro para los trabajos de investigación de Rosales et al., Ballen et al. y Ajayan et al en cambio para el tratamiento aplicado al fierro fueron de $49,88 \times 10^4$, $1,235 \times 10^6$ y $1,224 \times 10^6$ de células /mililitro para los artículos de investigación de Ahmad et al. y Jais et al.

Autores de estudio	Dosificación (Cel/mililitro)	Temperatura (°C)	pH (0-14)	Tiempo (días)
Para el cromo				
Rosales et al. (2018)	381,6	20°C	7,3	15
Ballen et al. (2016)	106	20°C	7,68	15
Ajayan et al. (2015)	25×10^4	25°C	6,87	12

Para el fierro				
Ahmad et al. (2015)	$1,224 \times 10^6$	21°C	6,38	7
Jais et al. (2015)	$49,88 \times 10^4$	21°C	7,3	8
Jais et al. (2018)	$1,235 \times 10^6$	21°C	7,6	8

Tabla 9. Características operacionales de la microalga *Scenedesmus sp.*

La Figura 5 muestra las dosis de la microalga *Scenedesmus sp.* que se utilizaron en las investigaciones incluidas para remover el cromo, en donde Ballen (2016), utilizó 106 cel/mL, Rosales (2018) 381.6 cel/mL y Ajayan (2015) 2500×10^6 cel/mL, siendo este último la concentración mayor de *Scenedesmus sp.*

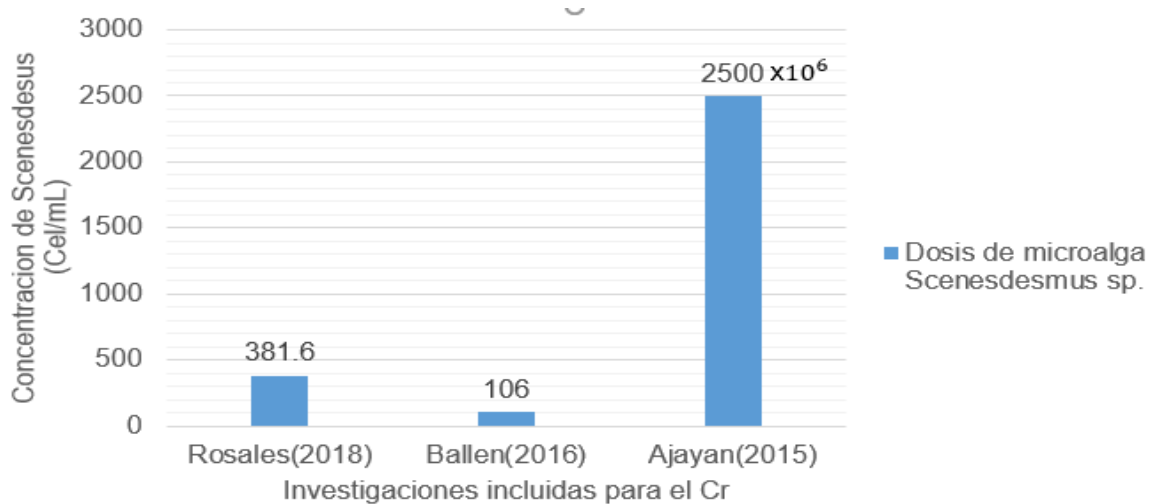


Figura 5. Dosis de microalga *Scenedesmus sp.* para el cromo

La Figura 6, muestra las dosis de la microalga *Scenedesmus sp.* que se utilizaron en las investigaciones incluidas para remover el fierro, en donde Jais (2015), utilizó 498800 cel/mL, Ahmad (2015) 1224000 cel/mL y Jais (2018) 1235000 cel/mL, siendo este último la concentración mayor de *Scenedesmus sp.*



Figura 6. Dosis de microalga *Scenedesmus sp.* para el hierro

La Figura 7 muestra las características de operación de la microalga *Scenedesmus sp.* que se utilizaron en las investigaciones incluidas para remover el cromo, en donde Rosales (2018), cultivo la microalga a 21°C, con un pH de 6,38 por 7 días, Ballen (2016) cultivo la microalga a 21°C, con un pH de 7,3 por 8 días, y Ajayan (2015) cultivo la microalga a 21°C, con un pH de 7,6 por 8 días , siendo es estudio de Rosales (2018) el más efectivo.

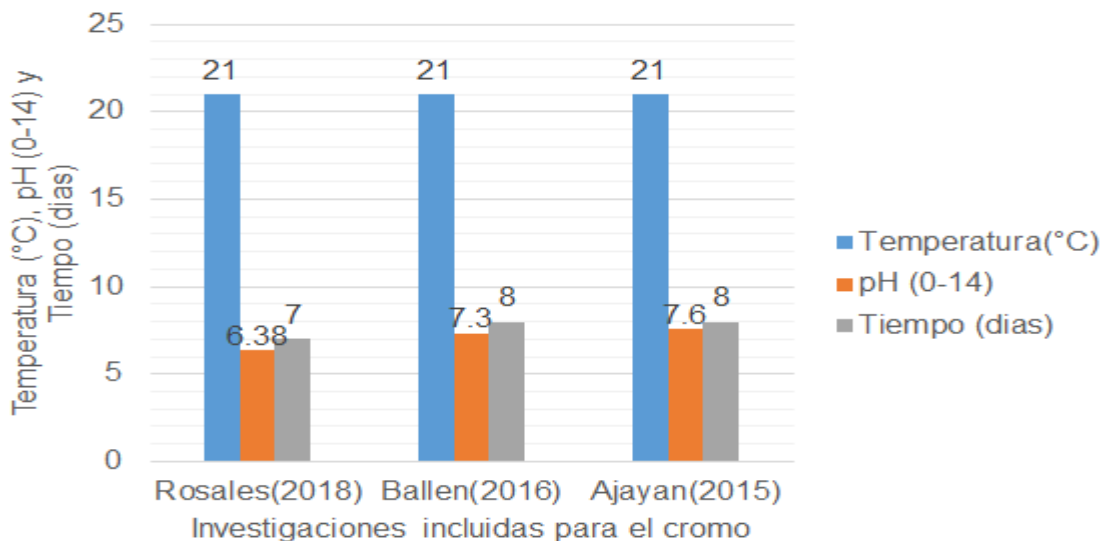


Figura 7. Características de operación de la microalga *Scenedesmus sp.* para el cromo

La Figura 8, muestra las características de operación de la microalga *Scenedesmus sp.* que se utilizaron en las investigaciones incluidas para remover el hierro, en donde Jais (2015), cultivo la microalga a 20°C, con un pH de 7,68 por 15 días, Ahmad (2015) cultivo la microalga a 20°C, con un pH de 7,3 por 15 días,

y Jais (2018) cultivo la microalga a 25°C, con un pH de 6,87 por 12 días , siendo este último el más efectivo.

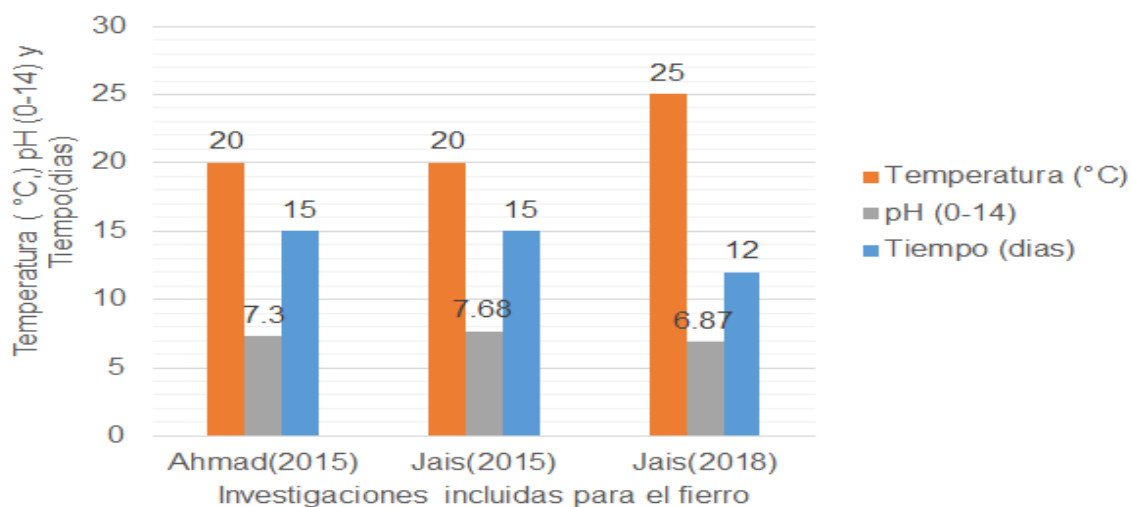


Figura 8. Características de operación de la microalga *Scenedesmus sp.* para el fierro

La Tabla 10, indica el seguimiento del porcentaje de remoción de metales pesados (fierro y cromo), como también la concentración inicial, concentración removida, el tiempo de aplicación, el lugar y el periodo de tiempo de cada estudio seleccionado para ser utilizados en el meta análisis.

Área de estudio	Concentración inicial (mg/L)	Tiempo de tratamiento (días)	Concentración removida (mg/L)	Porcentaje de remoción de metales pesados (%)	Fecha	Lugar
Para el cromo						
San Benito de la Ciudad de Bogota D.C	156,7	15	154,42	98	27/07/18	Barrio San Benito, Colombia
Bogotá-Colombia	0,88	15	0,75	85	22/01/2016	Universidad de Sergio Arboleda, Bogotá-Colombia
Distrito Vellore de Tamil Nadu - India	0,001	12	0.00097	97	20/01/2015	Distrito Vellore de Tamil Nadu - India
Para el fierro						

Malasia	0,00302	7	0.00266	88,22	11/05/15	Malasia, Universidad Tun Hussein Onn
Public Market Parit Raja, Batu Pahat	1,071	8	0,7043	65,76	01/10/15	Market Parit Raja, Batu Pahat, Malasia
Parit Raja Public Market, Batu Pahat wastewater	0,946	8	0.8703	91,98	01/04/18	Market Parit Raja, Batu Pahat, Malasia

Tabla 10. Seguimiento del porcentaje de remoción de metales pesados (fierro y cromo)

La Figura 9, muestra el porcentaje de remoción de cromo y fierro, con el tiempo y dosis de *Scenedesmus sp.* que se utilizaron en las investigaciones, en donde se observa que Ajayan (2015) con una dosis de 1235×10^3 cel/mL en 8 días obtuvo 91,98% de remoción de cromo y Ahmad (2015) con una dosis de 381,6 cel/mL en 15 días obtuvo 98% de remoción de fierro, siendo estos los más efectivos.

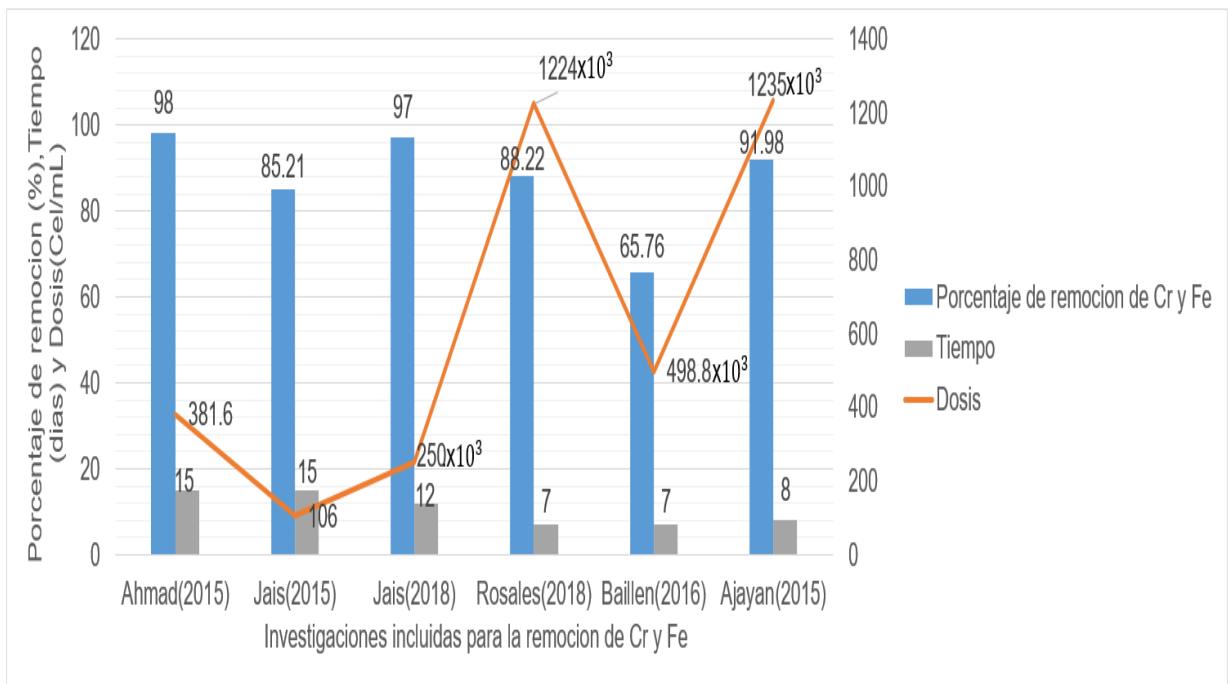


Figura 9. Porcentaje de remoción (cromo y fierro), con el tiempo y dosis de *Scenedesmus sp.*

En la Tabla 11 se midió la heterogeneidad metodológica que mide las diferencias estadísticas y el riesgo de sesgo. Por lo tanto, se afirma que los estudios incluidos se ajustan al tratamiento de la microalga *Scenedesmus sp.* en metales pesados en aguas residuales, donde los estudios tuvieron bajo riesgo de sesgo, pero con un índice alto de heterogeneidad y debido a esto se incrementa el riesgo a los estudios encontrados. La investigación que contiene mas peso para el meta análisis para la remoción de cromo fue de Rosales et al. (2015) con 41.4%.

Study or Subgroup	Experimental		Control		Weight	Risk Ratio IV, Random, 95% CI
	Events	Total	Events	Total		
Ajayan et al. (2015)	97	100	81	100	30.5%	1.20 [1.08, 1.32]
Ballen et al. (2016)	87	100	85	100	28.0%	1.02 [0.92, 1.14]
Rosales et al. (2018)	98	100	94	100	41.4%	1.04 [0.98, 1.10]
<hr/>						
Total (95% CI)		300		300	100.0%	1.08 [0.99, 1.18]
Total events	282		260			
Heterogeneity: Tau ² = 0.00; Chi ² = 6.18, df = 2 (P = 0.05); I ² = 68%						
Test for overall effect: Z = 1.72 (P = 0.09)						

Tabla 11. Meta análisis para el cromo

En la figura 10 se muestra que cada diamante representa el resumen de los estudios y el diamante para el cromo aumenta el riesgo en los presentes estudios. También se observa que la heterogeneidad fue 68% y los estudios son considerados similares.

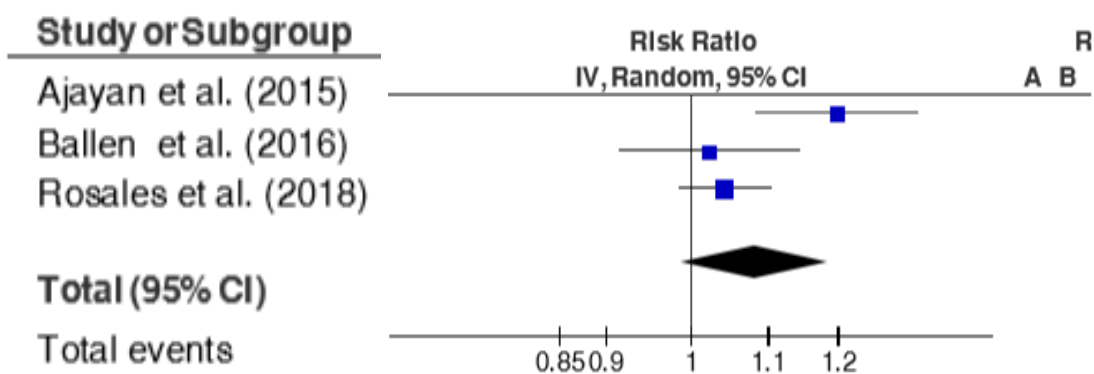


Figura 10. Diagrama de árbol del meta análisis para el cromo

En la Tabla 12 se midió la heterogeneidad metodológica que mide las diferencias estadísticas y el riesgo de sesgo. Por lo tanto, se afirma que los estudios incluidos se ajustan al tratamiento de la microalga *Scenedesmus sp.* en metales pesados en aguas residuales, donde los estudios tuvieron bajo riesgo de sesgo, pero con un índice alto de heterogeneidad y debido a esto se incrementa el riesgo a los estudios encontrados. La investigación que presento mayor peso para el meta análisis para la remoción de fierro fue la de Ahmad et al. (2015) con 37%

Study or Subgroup	Experimental		Control		Weight	Risk Ratio IV, Random, 95% CI
	Events	Total	Events	Total		
Ahmad et al. (2015)	88	100	70	100	37.0%	1.26 [1.08, 1.46]
Jais et al. (2015)	66	100	61	100	28.4%	1.08 [0.88, 1.34]
Jais et al. (2018)	92	100	62	100	34.6%	1.48 [1.26, 1.75]
Total (95% CI)		300		300	100.0%	1.28 [1.08, 1.51]
Total events	246		193			
Heterogeneity: Tau ² = 0.01; Chi ² = 5.60, df = 2 (P = 0.06); I ² = 64%						
Test for overall effect: Z = 2.87 (P = 0.004)						

Tabla 12. Meta análisis para el fierro

En la figura 11 se muestra que cada diamante representa el resumen de los estudios y el diamante para el hierro aumenta el riesgo en los presentes estudios.

También se observa que la heterogeneidad fue 64% y los estudios son considerados similares.

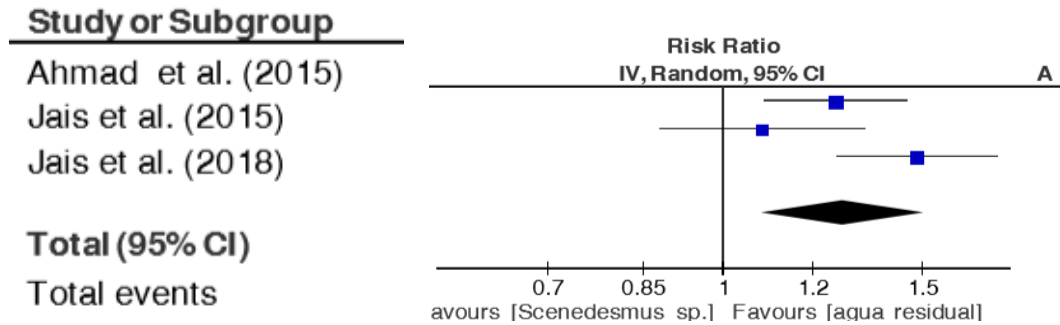


Figura 11. Diagrama de árbol del meta análisis para el fierro

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se realizó la revisión de investigaciones que desarrollan la eficacia de la remoción del cromo y fierro en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.*, donde se identificaron seis estudios de los cuales tres

artículos de Rosales et al. (2018), Ballen et al. (2016) y Ajayan et al. (2015) evaluaron la remoción de cromo en aguas residuales utilizando la microalga *Scenedesmus sp.* Y los estudios de Ahmad et al. (2015), Jais et al. (2015) y Jais et al. (2018) evaluaron la remoción de fierro en aguas residuales utilizando la microalga *Scenedesmus sp.*

Las características operacionales del crecimiento de la microalga *Scenedesmus sp.* para la remoción del cromo, se presentan a Rosales et al. (2018) quienes cultivaron la microalga durante 15 días a una temperatura de 20°C con un ciclo de luz/oscuridad igual a 12 horas, en un pH de 7, 3; mientras que Ballen et al. (2016) también consideraron la misma cantidad de días, temperatura y condiciones de luz, diferenciándose únicamente del pH que esta vez fue de 7,68. Por otro lado Ajayan et al. (2015), presentaron 12 días para el crecimiento de la microalga a una temperatura de 25°C con condiciones de luz oscuro/claro de 16: 8 horas. En cuanto a las características operacionales de la *Scenedesmus sp.* para la remoción del fierro, Ahmad et a. (2015) consideraron 7 días, a una temperatura de 21°C con condiciones de luz de 12:12 h a un pH de 6,9, mientras que Jais et al. (2015) consideraron 8 días a una temperatura de 21°C con condiciones de luz de 12:12 h a un pH de 7,3, y por otro lado se analizaron a Jais et al. (2018), quienes también consideraron 8 días a una temperatura de 21°C con condiciones de luz de 12:12 y a un pH de 7,6.

En cambio para Arias (2017) en cuanto a las condiciones operacionales para el crecimiento de la microalga *Chlorella sp.* para la remoción del cromo se realizó a temperatura ambiente durante periodos de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad durante 8 semanas aproximadamente con un pH de 7,8. También se tuvo a Meneses et al. (2018), quienes trabajaron en la remoción de cromo con ayuda de la microalga *Spirulina sp.* la cual fue cultivada a 25°C, con un pH de 7 a condiciones de luz de 12:12 h. Por otro lado, Kwarciak et al. (2015) en su estudio para remoción de fierro con la *Chlorella vulgaris* y *Scenedesmus armatus*, se realizo a temperatura ambiente, con 7 de pH a 25°C, durante 8 semanas. Asimismo, Worku et al. (2014) utilizaron la *Synechocystis salina a temperatura ambiente, con un pH de 8, durante 8 semanas.*

Con respecto a la dosificación adecuada de la microalga *Scenedesmus sp.* mediante la eficacia de la remoción del cromo en aguas residuales, en el presente estudio se determinó que Rosales et al. (2018) utilizaron 381,6 Cel/mililitro de dosis de microalga, a comparación de Ballen et al. (2016) que utilizaron 106 Cel/mililitro, mientras Ajayan et al. (2015) utilizaron 25×10^4 Cel/mililitro de dosis de la microalga *Scenedesmus sp.* En cuanto a la dosificación adecuada de la microalga *Scenedesmus sp.* mediante la eficacia de la remoción del fierro en aguas residuales, Ahmad et al. (2015) utilizaron $1,224 \times 10^6$ Cel/mililitro de dosis de microalga de forma similar a Jais et al. (2018) que utilizaron $1,235 \times 10^6$ Cel/mililitro y por otro lado, la dosis adecuada de microalga *Scenedesmus sp.* para Jais et al. (2015) fue $49,88 \times 10^4$ Cel/mililitro.

Con respecto a los porcentajes removidos de cromo en aguas residuales usando la microalga *Scenedesmus sp.*, en el presente estudio se determinó que Rosales et al. (2018), Ballen et al. (2016) y Ajayan et al. (2015) obtuvieron 98%, 85,21% y 97% respectivamente de remoción de cromo a comparación de Silva et al. (2016) que en su trabajo de investigación utilizaron la microalga *Scenedesmus sp.* obteniendo una remoción de 85% y Meneses et al. (2018) evaluaron la remoción de cromo utilizando la microalga *Spirulina sp.* obteniendo 96,5% de remoción. También Iye (2015) en su estudio determinó la eficiencia de la remoción de metales utilizando la microalga *Botryococcus sp.* donde redujo eficientemente el cromo a 94%.

Con respecto a los porcentajes removidos de fierro en aguas residuales usando la microalga *Scenedesmus sp.*, en el presente estudio Ahmad et al. (2015), Jais et al. (2015) y Jais et al. (2018) obtuvieron 88,22%, 65,76% y 91,98% respectivamente de remoción de fierro a comparación de Kwarciak et al. (2015) que en su estudio utilizó la microalga *Scenedesmus armatus* obteniendo 56% de remoción y Worku et al. (2014) utilizaron la microalga *Synechocystis salina* obteniendo 66% de remoción de fierro.

VI. CONCLUSIONES

Como resultado del análisis sistemático y meta análisis, se tiene:

1. Las características operacionales de la microalga *Scenedesmus sp.* fue de 20°C, pH de 7,3 y tiempo de 15 días para la remoción del cromo; a su vez para el fierro fue de 21°C, pH de 7,3 y tiempo de 8 días.
2. Las dosis adecuadas de la microalga *Scenedesmus sp.* fue de 381,6 Cel/mililitro, 106 Cel/mililitro y 25 Cel/mililitro en cuanto a la remoción de cromo. En cuanto a la remoción del fierro usando la microalga *Scenedesmus sp.* fue de 1,224; 1,235; 49,88 Cel/mililitro.
3. Las investigaciones incluidas identificadas en la presente revisión sistemática y meta análisis para la remoción del cromo usando *Scenedesmus sp.* fueron de Rosales et al. (2018), Ballen et al. (2016) y Ajayan et al. (2015). Para el caso de la remoción del fierro usando *Scenedesmus sp.* fueron de Ahmad et al. (2015), Jais et al. (2015) y Jais et al. (2018).
4. Los porcentajes más eficientes de remoción identificados en la presente revisión sistemática y meta análisis para el cromo fueron 98%, 85,21% y 97%.
5. Los porcentajes más eficientes de remoción identificados en la presente revisión sistemática y meta análisis para el fierro fueron 85%, 96,5% y 94%.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar revisiones sistemáticas acerca de la eficacia de la remoción de cromo y fierro en aguas residuales utilizando otras microalgas.

Revisar investigaciones en el cual apliquen la microalga *Scenedesmus sp.* en la remoción de otros metales pesados.

Investigar a mayores dosis de concentración de microalga *Scenedesmus sp.* para la remoción de cromo y fierro en aguas residuales.

Considerar la eficacia de la microalga *Scenedesmus sp.* para la eliminación de otros metales pesados presentes en aguas residuales.

Evaluar el uso de la microalga *Scenedesmus sp.* a una mayor escala de condiciones de operación para reducir concentraciones de cromo y fierro.

Persistir en la búsqueda de un mayor número de investigaciones incluidas para la revisión sistemática y meta análisis de la eficacia de la remoción de cromo y fierro en agua residual.

REFERENCIAS

ABDEL-RAOUF, N., AL-HOMAIDAN, A.A. y IBRAHEEM, I.B.M., 2012. Microalgae and wastewater treatment. Saudi Journal of Biological Sciences [en línea], vol. 19, no. 3, pp. 257-275. ISSN 1319562X. DOI 10.1016/j.sjbs.2012.04.005. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2012.04.005>.

ACEVEDO, S., PINO, N.J. y PEÑUELA, G.A., 2017. Remoción de nitrógeno, fósforo y producción de biomasa de *Scenedesmus* sp en agua residual doméstica. Ingeniería y Competitividad, vol. 19, no. 1, pp. 177. ISSN 0123-3033. DOI 10.25100/iyc.v19i1.2142.

AHMAD LATIFFI, N.A., RADIN MOHAMED, R.M.S., MOHD APANDI, N. y MOHD KASSIM, A.H., 2015. Application of Phycoremediation Using Microalgae *Scenedesmus* sp. as Wastewater Treatment in Removal of Heavy Metals from Food Stall Wastewater. Applied Mechanics and Materials, vol. 773-774, pp. 1168-1172. DOI 10.4028/www.scientific.net/amm.773-774.1168.

AHMED, A., JYOTHI, N. y RAMESH, A., 2017. Improved ammonium removal from industrial wastewater through systematic adaptation of wild type *Chlorella pyrenoidosa*. Water Science and Technology, vol. 75, no. 1, pp. 182-188. ISSN 02731223. DOI 10.2166/wst.2016.507.

ALOBWEDE, E., LEAKE, J.R. y PANDHAL, J., 2019. Circular economy fertilization: Testing micro and macro algal species as soil improvers and nutrient sources for crop production in greenhouse and field conditions. Geoderma [en línea], vol. 334, no. July 2018, pp. 113-123. ISSN 00167061. DOI 10.1016/j.geoderma.2018.07.049. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.07.049>.

AMENORFENYO, D.K., HUANG, X., ZHANG, Y., ZENG, Q., ZHANG, N., REN, J. y HUANG, Q., 2019. Microalgae brewery wastewater treatment: Potentials, benefits and the challenges. International Journal of Environmental Research and Public Health, vol. 16, no. 11. ISSN 16604601. DOI 10.3390/ijerph16111910.

ANSARI, A.A., KHOJA, A.H., NAWAR, A., QAYYUM, M. y ALI, E., 2017. Wastewater treatment by local microalgae strains for CO₂ sequestration and biofuel production. *Applied Water Science*, vol. 7, no. 7, pp. 4151-4158. ISSN 2190-5487. DOI 10.1007/s13201-017-0574-9.

ARANGO, L., CUERVO, F.M., GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, A. y BUITRÓN, G., 2016. Effect of microalgae inoculation on the start-up of microalgae-bacteria systems treating municipal, piggery and digestate wastewaters. *Water Science and Technology*, vol. 73, no. 3, pp. 687-696. ISSN 02731223. DOI 10.2166/wst.2015.544.

BALAJI, S., KALAIVANI, T., RAJASEKARAN, C., SHALINI, M., VINODHINI, S., PRIYADHARSHINI, S.S. y VIDYA, A.G., 2015. Removal of heavy metals from tannery effluents of Ambur industrial area, Tamilnadu by *Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis*. *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 187, no. 6, pp. 1-10. ISSN 15732959. DOI 10.1007/s10661-015-4440-7.

BALLEN SEGURA, M., HERNANDEZ RODRIGUEZ, L., PARRA OSPINA, D., VEGA BOLAÑOS, A. y PEREZ, K., 2016. Using *Scenedesmus* sp. for the Phycoremediation of Tannery Wastewater. *Tecciencia*, vol. 11, no. 21, pp. 69-75. ISSN 19093667. DOI 10.18180/tecciencia.2016.21.11.

BLESA, M.A. y CASTRO, G.D., 2015. *Historia Natural y Cultural Del Mercurio*. S.l.: s.n. ISBN 9789872812331.

BTE JAIS, N.M., BTE RADIN MOHAMED, R.M.S., WAN MOHAMAD APANDI, W.A. y MATIAS PERALTA, H.M., 2015. Removal of Nutrients and Selected Heavy Metals in Wet Market Wastewater by Using Microalgae *Scenedesmus* Sp. *Applied Mechanics and Materials*, vol. 773-774, pp. 1210-1214. DOI 10.4028/www.scientific.net/amm.773-774.1210.

BUNDÓ, M.S., 2018. Strategies to enhance microalgae anaerobic digestion in wastewater treatment systems: Pretreatments and co-digestion. , pp. 182.

CALDUCH, R., 2017. *Métodos y técnicas de investigación*. Escuela Normal Superior-Mestros Argentinos, vol. 2, pp. 180.

CAO, X., COUSIN, I., BOER, J. y KUMMERER, K., 2013. Chemosphere Phytoremediation of heavy metals — Concepts and applications. Chemosphere [en línea], vol. 91, pp. 869-881. Disponible en: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

CAVIEDES RUBIO, D.I., MUÑOZ CALDERÓN, R.A., PERDOMO GUALTERO, A., RODRÍGUEZ ACOSTA, D. y SANDOVAL ROJAS, I.J., 2015. Tratamientos para la Remoción de Metales Pesados Comúnmente Presentes en Aguas Residuales Industriales. Una Revisión. Ingeniería y Región, vol. 13, no. 1, pp. 73. ISSN 1657-6985. DOI 10.25054/22161325.710.

CHAN, A., SALSALI, H. y MCBEAN, E., 2014. Heavy metal removal (copper and zinc) in secondary effluent from wastewater treatment plants by microalgae. ACS Sustainable Chemistry and Engineering, vol. 2, no. 2, pp. 130-137. ISSN 21680485. DOI 10.1021/sc400289z.

CHAN, A., SALSALI, H. y MCBEAN, E., 2014. Nutrient removal (nitrogen and phosphorous) in secondary effluent from a wastewater treatment plant by microalgae. 2014. S.I.: s.n.

CHENG, H.H., NARINDRI, B., CHU, H. y WHANG, L.M., 2020. Recent advancement on biological technologies and strategies for resource recovery from swine wastewater. Bioresource Technology [en línea], vol. 303, pp. 122861. ISSN 18732976. DOI 10.1016/j.biortech.2020.122861. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122861>.

CHO, H.J., 2016. Dairy wastewater treatment using microalgae for potential biodiesel application. Environmental Engineering Research, vol. 21, no. 4, pp. 393-400. ISSN 2005968X. DOI 10.4491/eer.2015.151.

CHRISTENSON, L. y SIMS, R., 2011. Production and harvesting of microalgae for wastewater treatment, biofuels, and bioproducts. Biotechnology Advances [en línea], vol. 29, no. 6, pp. 686-702. ISSN 07349750. DOI 10.1016/j.biotechadv.2011.05.015. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2011.05.015>.

CODINA, L., 2018. Revisiones Bibliográficas Sistematizadas. BMC Research Notes [en línea], vol. 5, pp. 87. ISSN 17560500. DOI 10.1186/1756-0500-5-52. Disponible en: file:///C:/Users/Administrador/Downloads/Clase_Revisiones_bibliogr_ficas.pdf.

COLORADO GÓMEZ, M.A., MORENO TIRADO, D.A. y PÉREZ POSADA, J.L., 2013. Desarrollo, producción y beneficio ambiental de la producción de microalgas. Ambiente y Desarrollo, vol. 17, no. 32, pp. 113-126.

DE-BASHAN, L. y BASHAN, Y., 2003. Bionota. Bacterias promotoras de crecimiento de microalgas: una nueva aproximación en el tratamiento de aguas residuales. *Revista Colombiana de Biotecnología*, vol. 5, no. 2, pp. 85-90. ISSN 1909-8758.

DÍAZ, A.H., 2016. Degradation of pharmaceutical compounds by microalgae: photobioreactor wastewater treatment, biomass harvesting and methanization. Doktorarbeit [en línea], Disponible en: <http://www.tdx.cat/handle/10803/390962>.

DÍAZ-NARVÁEZ V.P., V.P. y CALZADILLA-NÚÑEZ A., A., 2016. Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la Salud. Ciencias de la Salud, vol. 14, no. 1, pp. 115-121. ISSN 16927273. DOI 10.12804/revsalud14.01.2016.10.

DÍEZ-MONTERO, R., SOLIMENO, A., UGGETTI, E., GARCÍA-GALÁN, M.J. y GARCÍA, J., 2018. Feasibility assessment of energy-neutral microalgae-based wastewater treatment plants under Spanish climatic conditions. Process Safety and Environmental Protection, vol. 119, pp. 242-252. ISSN 09575820. DOI 10.1016/j.psep.2018.08.008.

DO, J.M., JO, S.W., KIM, I.S., NA, H., LEE, J.H., KIM, H.S. y YOON, H.S., 2019. A feasibility study of wastewater treatment using domestic microalgae and analysis of biomass for potential applications. *Water (Switzerland)*, vol. 11, no. 11, pp. 1-15. ISSN 20734441. DOI 10.3390/w11112294.

DONG, L.L., ZHANG, G.Q., LI, W., DING, T., WANG, H.X. y ZHANG, G., 2020. Effects of Cu²⁺ and Hg²⁺ on growth and photosynthesis of two scenedesmus species. Polish Journal of Environmental Studies, vol. 29, no. 2, pp. 1129-1135. ISSN 12301485. DOI 10.15244/pjoes/105977.

FARD, G.H. y MEHRNIA, M.R., 2017. Investigation of mercury removal by Micro-Algae dynamic membrane bioreactor from simulated dental waste water. Journal of Environmental Chemical Engineering [en línea], vol. 5, no. 1, pp. 366-372. ISSN 22133437. DOI 10.1016/j.jece.2016.11.031. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2016.11.031>.

GARCÍA-GOZALBES, C.C., ARBIB, Z. y PERALES-VARGAS-MACHUCA, J.A., 2015. Cinéticas de crecimiento y consumo de nutrientes de microalgas en aguas residuales urbanas con diferentes niveles de tratamiento. Tecnología y Ciencias del Agua, vol. 6, no. 1, pp. 49-68. ISSN 20072422.

GARCÍA-PERDOMO, H.A., 2015. Conceptos fundamentales de las revisiones sistemáticas/metaanálisis. Urología Colombiana, vol. 24, no. 1, pp. 28-34. ISSN 0120789X. DOI 10.1016/j.uroco.2015.03.005.

GARCÍA, S.C., 2011. Bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno. Ct, vol. 3, pp. 173-186.

GONZÁLEZ, L.E., CAÑIZARES, R.O. y BAENA, S., 1997. Efficiency of ammonia and phosphorus removal from a Colombian agroindustrial wastewater by the microalgae *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus dimorphus*. Bioresource Technology, vol. 60, no. 3, pp. 259-262. ISSN 09608524. DOI 10.1016/S0960-8524(97)00029-1.

GUO, G., GUAN, J., SUN, S., LIU, J. y ZHAO, Y., 2019. Nutrient and heavy metal removal from piggery wastewater and CH₄ enrichment in biogas based on microalgae cultivation technology under different initial inoculum concentration. S.I.: s.n. ISBN 0000000175.

HIGGINS, B.T., GENNITY, I., FITZGERALD, P.S., CEBALLOS, S.J., FIEHN, O. y VANDERGHEYNST, J.S., 2018. Algal–bacterial synergy in treatment of winery wastewater. *npj Clean Water* [en línea], vol. 1, no. 1. ISSN 2059-7037. DOI 10.1038/s41545-018-0005-y. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41545-018-0005-y>.

INTHORN, D., SIDTITON, N., SILAPANUNTAKUL, S. y INCHAROENSAKDI, A., 2002. Sorption of mercury, cadmium and lead by microalgae. *ScienceAsia*, vol. 28, no. 3, pp. 253. ISSN 1513-1874. DOI 10.2306/scienceasia1513-1874.2002.28.253.

JAIS, N.M., MOHAMED, R.M.S.R., AL-GHEETHI, A.A. y HASHIM, M.K.A., 2017. The dual roles of phycoremediation of wet market wastewater for nutrients and heavy metals removal and microalgae biomass production. *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 19, no. 1, pp. 37-52. ISSN 16189558. DOI 10.1007/s10098-016-1235-7.

JAIS, N.M., MOHAMED, R.M.S.R., APANDI, N. y AL-GHEETHI, A.A., 2018. Heavy metals removals from wet market wastewater by phycoremediation technology. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 140, no. 1. ISSN 17551315. DOI 10.1088/1755-1315/140/1/012060.

JULES, I., IJB, B. y IGR, R., 2013. Zinc Deficiency. S.I.: s.n. ISBN 9781634844291.

KIM, K., JUNG, J.-Y. y HAN, H.-S., 2019. Utilization of Microalgae in Aquaculture System: Biological Wastewater Treatment. *Emerging Science Journal*, vol. 3, no. 4, pp. 209-221. ISSN 2610-9182. DOI 10.28991/esj-2019-01183.

LIESWITO, N.A., RINANTI, A. y FACHRUL, M.F., 2019. Removal of heavy metal (Cu²⁺) by immobilized microalgae biosorbent with effect of temperature and contact time. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1402, no. 2. ISSN 17426596. DOI 10.1088/1742-6596/1402/2/022106.

MALAKOOTIAN, M., KHODASHENAS LIMONI, Z. y MALAKOOTIAN, M., 2016. The efficiency of lead biosorption from industrial wastewater by micro-alga

spirulina platensis. International Journal of Environmental Research, vol. 10, no. 3, pp. 357-366. ISSN 17356865. DOI 10.22059/ijer.2016.58755.

MARINOVA, G., IVANOVA, J., PILARSKI, P., CHERNEV, G. y CHANEVA, G., 2018. Effect of heavy metals on the green alga scenedesmus incrassatulus. Oxidation Communications, vol. 41, no. 2, pp. 318-328. ISSN 02094541.

MARTÍNEZ, R.G., 2016. Microalgae harvesting in wastewater treatment plants : application of natural techniques for an efficient flocculation. , no. March, pp. 194.

MATAMOROS, V., GUTIÉRREZ, R., FERRER, I., GARCÍA, J. y BAYONA, J.M., 2015. Capability of microalgae-based wastewater treatment systems to remove emerging organic contaminants: A pilot-scale study. Journal of Hazardous Materials, vol. 288, pp. 34-42. ISSN 18733336. DOI 10.1016/j.jhazmat.2015.02.002.

MENESES BARROSO, Y.M., PATIÑO MANTILLA, P.A. y BETANCUR PEREZ, J.F., 2018. Remoción de cromo en aguas residuales industriales mediante el uso de biomasa de Spirulina sp, sedimentación primaria y precipitación química. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, vol. 10, no. 1, pp. 141-152. ISSN 2145-6097. DOI 10.22490/21456453.2326.

MOLAZADEH, M., AHMADZADEH, H., POURIANFAR, H.R., LYON, S. y RAMPELOTTO, P.H., 2019. The use of microalgae for coupling wastewater treatment with CO2 biofixation. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, vol. 7, no. MAR. ISSN 22964185. DOI 10.3389/fbioe.2019.00042.

MORENO, B., MUÑOZ, M., CUELLAR, J., DOMANCIC, S. y VILLANUEVA, J., 2018. Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas. Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral, vol. 11, no. 3, pp. 184-186. ISSN 0719-0107. DOI 10.4067/s0719-01072018000300184.

NASIR, N.M., BAKAR, N.S.A., LANANAN, F., ABDUL HAMID, S.H., LAM, S.S. y JUSOH, A., 2015. Treatment of African catfish, Clarias gariepinus wastewater utilizing phytoremediation of microalgae, Chlorella sp. with Aspergillus niger bio-harvesting. Bioresource Technology [en línea], vol. 190, no. January, pp.

492-498. ISSN 18732976. DOI 10.1016/j.biortech.2015.03.023. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2015.03.023>.

OLSSON, J., SCHWEDE, S., NEHRENHEIM, E. y THORIN, E., 2018. Microalgae as biological treatment for municipal wastewater - Effects on the sludge handling in a treatment plant. *Water Science and Technology*, vol. 78, no. 3, pp. 644-654. ISSN 02731223. DOI 10.2166/wst.2018.334.

PARK, J.S., HWANG, I.S., OH, E.J., YOO, J. y CHUNG, K.Y., 2019. Behavior of nutrients and heavy metals (Cu, Zn) and applicability evaluation from swine wastewater treatment using microalga *Scenedesmus obliquus*. *Applied Chemistry for Engineering*, vol. 30, no. 2, pp. 226-232. ISSN 12250112. DOI 10.14478/ace.2019.1003.

PAVEZ, O., ARANCIBIA, C., PINO, L. y ZAZZALI, B., [sin fecha]. EFLUENTE DE PLANTA DE LIXIVIACION / PRECIPITACION DE COBRE. , no. 03, pp. 349-355.

PELLÓN, A., FRADES, J., CHACÓN, A., PÉREZ, E., OÑA, A. y ESPI-, M.C., 2005. Eliminación de cromo y cadmio mediante *Scenedesmus obliquus* en estado inmovilizado. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, vol. 36, no. 3, pp. 175-180. ISSN 1015-8553.

PELLÓN, A., 2011. Remoción de cromo mediante el uso de un biorreactor utilizando *scenedesmus obliquus* inmovilizado. *Ingeniería hidráulica y Ambiental*, vol. XXXII, no. 1, pp. 13-20.

PEÑA-CASTRO, J.M., MARTÍNEZ-JERÓNIMO, F., ESPARZA-GARCÍA, F. y CAÑIZARES-VILLANUEVA, R.O., 2004. Heavy metals removal by the microalga *Scenedesmus incrassatulus* in continuous cultures. *Bioresource Technology*, vol. 94, no. 2, pp. 219-222. ISSN 09608524. DOI 10.1016/j.biortech.2003.12.005.

PÉREZ SILVA, K.R., VEGA BOLAÑOS, A.M., HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, L.C., PARRA OSPINA, D.A. y BALLEEN SEGURA, M.Á., 2016. Uso de *Scenedesmus* para la remoción de metales pesados y nutrientes de aguas residuales para la industria textil. *Ingeniería Solidaria*, vol. 12, no. 20, pp. 95-105. ISSN 1900-3102. DOI 10.16925/in.v19i20.1418.

PETROVIČ, A. y SIMONIČ, M., 2016. Removal of heavy metal ions from drinking water by alginate-immobilised *Chlorella sorokiniana*. *International Journal of Environmental Science and Technology*, vol. 13, no. 7, pp. 1761-1780. ISSN 17352630. DOI 10.1007/s13762-016-1015-2.

PHAM, T.L. y BUI, M.H., 2020. Removal of Nutrients from Fertilizer Plant Wastewater Using *Scenedesmus* sp.: Formation of Bioflocculation and Enhancement of Removal Efficiency. *Journal of Chemistry*, vol. 2020. ISSN 20909071. DOI 10.1155/2020/8094272.

PLUGARU, S., DAN, V. y MENTIU, X.P., 2018. USE OF GREEN ALGAE TO REDUCE HEAVY METALS FROM INDUSTRIALLY POLLUTED WATERS. *Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering.*, vol. VII, no. ISSN 2393-5138, pp. 136-139.

QARI, H.A. y HASSAN, I.A., 2014. Removal of pollutants from waste water using *Dunaliella* algae. *Biomedical and Pharmacology Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 147-151. ISSN 09746242. DOI 10.13005/bpj/465.

QUEVEDO, C., SONIA, M. y ACOSTA, A., 2008. CRECIMIENTO DE *Scenedesmus* sp EN DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVO PARA LA *Scenedesmus* sp GROWTH IN DIFFERENT CULTURE mediums. *Vitae, Revista de la Fac. de Medicina Farmaceutica*, vol. 15, no. 1, pp. 25-31.

QUIROZ ARITA, C.E., PEEBLES, C. y BRADLEY, T.H., 2015. Scalability of combining microalgae-based biofuels with wastewater facilities: A review. *Algal Research* [en línea], vol. 9, pp. 160-169. ISSN 22119264. DOI 10.1016/j.algal.2015.03.001. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.algal.2015.03.001>.

ROMERO-MORALES, M.A., ORTIZ-VILLOTA, M.T. y MEZA-RODRÍGUEZ, L.D., 2018. La biorremediación con microalgas (*Spirulina máxima*, *Spirulina platensis* y *Chlorella vulgaris*) como alternativa para tratar la eutrofización de la laguna de Ubaque, Colombia. *Revista De Investigación, Desarrollo E Innovación* [en línea],

vol. 9, no. 1, pp. 163-176. ISSN 2027-8306. DOI 10.19053/20278306.v9.n1.2018.8153. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/ridi/v9n1/2389-9417-ridi-9-01-163.pdf>.

ROSALES, A.G., RODRÍGUEZ, C.D. y BALLEEN-SEGURA, M., 2018. Remoción de contaminantes y crecimiento del alga *Scenedesmus* sp. en aguas residuales de curtiembres, comparación entre células libres e inmovilizadas. *Ingeniería y Ciencia*, vol. 14, no. 28, pp. 11-34. ISSN 17949165. DOI 10.17230/ingciencia.14.28.1.

RUGNINI, L., COSTA, G., CONGESTRI, R. y BRUNO, L., 2017. Testing of two different strains of green microalgae for Cu and Ni removal from aqueous media. *Science of the Total Environment* [en línea], vol. 601-602, pp. 959-967. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2017.05.222. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.222>.

SALAMA, E.S., ROH, H.S., DEV, S., KHAN, M.A., ABOU-SHANAB, R.A.I., CHANG, S.W. y JEON, B.H., 2019. Algae as a green technology for heavy metals removal from various wastewater. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, vol. 35, no. 5. ISSN 15730972. DOI 10.1007/s11274-019-2648-3.

SALGUEIRO, J.L., PÉREZ, L., MACEIRAS, R., SÁNCHEZ, Á. y CANCELA, Á., 2018. Semicontinuous Culture of *Chlorella vulgaris* Microalgae for Wastewater Treatment. *International Journal of Environmental Research*, vol. 12, no. 6, pp. 765-772. ISSN 17356865. DOI 10.1007/s41742-018-0129-4.

SANKARAN, K., PREMALATHA, M., VIJAYASEKARAN, M. y SOMASUNDARAM, V.T., 2014. DEPHY project: Distillery wastewater treatment through anaerobic digestion and phycoremediation - A green industrial approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [en línea], vol. 37, no. April 2020, pp. 634-643. ISSN 13640321. DOI 10.1016/j.rser.2014.05.062. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.05.062>.

SARWA, P. y VERMA, S.K., 2014. Recovery and recycling of Zn(II) from wastewater by *scenedesmus* sp. MCC 26 isolated from a heavy metal contaminated site. *Clean - Soil, Air, Water*, vol. 42, no. 9, pp. 1298-1303. ISSN 18630669. DOI 10.1002/clen.201300398.

SOLIMENO, A., 2017. Numerical Modelling of Microalgae Systems for Wastewater Treatment. [en línea], pp. 291. Disponible en:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/109353/TAS1de1.pdf>.

SUÁREZ, N., SÁENZ, J. y MERO, J., 2016. Elementos esenciales del diseño de la investigación. Sus características. *Dominio de las Ciencias* [en línea], vol. 2, pp. 72-85. Disponible en:

<http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/indexCienciasocialesypoliticas>.

SUTHERLAND, D.L., HOWARD-WILLIAMS, C., TURNBULL, M.H., BROADY, P.A. y CRAGGS, R.J., 2015. Enhancing microalgal photosynthesis and productivity in wastewater treatment high rate algal ponds for biofuel production. *Bioresource Technology* [en línea], vol. 184, pp. 222-229. ISSN 18732976. DOI 10.1016/j.biortech.2014.10.074. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2014.10.074>.

SUTKOWY, M. y KLOSOWSKI, G., 2018. Use of the coenobial green algae *Pseudopediastrum boryanum* (Chlorophyceae) to remove hexavalent chromium from contaminated aquatic ecosystems and industrial wastewaters. *Water (Switzerland)*, vol. 10, no. 6. ISSN 20734441. DOI 10.3390/w10060712.

SWEISS, M.A., 2017. Microalgae for Wastewater Treatment and Biomass Production from Bioprospecting to Biotechnology. , pp. 240.

TEJADA-TOVAR, C., VILLABONA-ORTIZ, Á. y GARCÉS-JARABA, L., 2015. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *Tecnológicas*, vol. 18, no. 34, pp. 109. ISSN 0123-7799. DOI 10.22430/22565337.209.

TING, H., HAIFENG, L., SHANSHAN, M., ZHANG, Y., ZHIDAN, L. y NA, D., 2017. Progress in microalgae cultivation photobioreactors and applications in wastewater treatment: A review. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 1-29. ISSN 19346352. DOI 10.3965/j.ijabe.20171001.2705.

TOFANA, M., MIHAIESCU, T. y ODAGIU, A., 2017. Applications of Microalgae in Wastewater Treatments: a Review. *ProEnvironment/ProMediu*, vol. 9, no. 28, pp. 459-463. ISSN 2066-1363.

TORRES, D.D., CÁCERES SEPÚLVEDA, S., ROA, A.L., SUÁREZ GELVEZ, J.H. y URBINA SUÁREZ, N.A., 2017. Utilización de microalgas de la división Chlorophyta en el tratamiento biológico de drenajes ácidos de minas de carbón. *Revista Colombiana de Biotecnología*, vol. 19, no. 2, pp. 95-104. ISSN 0123-3475. DOI 10.15446/rev.colomb.biote.v19n2.70429.

TOVALINO, K.J.P., 2019. Aplicación de la microalga *Chorella Vulgaris* como alternativa para la bioadsorción de metales pesados Pb, Hg, Cd en aguas. UNIVERSIDAD PERUANA UNION,

VANERKAR, A.P., FULKE, A.B., LOKHANDE, S.K., GIRIPUNJE, M.D. y SATYANARAYAN, S., 2015. Recycling and treatment of herbal pharmaceutical wastewater using *Scenedesmus quadricauda*. *Current Science*, vol. 108, no. 5, pp. 979-983. ISSN 00113891.

VERANES, O., PELLON, A., ESPINOSA, M., OÑA, A. y PEREZ, E., 2012. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA MICROALGA *Scenedesmus obliquus* PARA LA PRECIPITACIÓN DE CROMO EN ALBAÑAL SINTÉTICO. 2012. S.I.: s.n.

YAHAYA, Y.A. y DON, M.M., 2014. *Pycnopus sanguineus* as potential biosorbent for heavy metal removal from aqueous solution: A review. *Journal of Physical Science*, vol. 25, no. 1, pp. 1-32. ISSN 21804230.

YANG, W., SONG, W., LI, J. y ZHANG, X., 2020. Bioleaching of heavy metals from wastewater sludge with the aim of land application. S.I.: s.n. ISBN 0755267036.

YE, S., GAO, L., ZHAO, J., AN, M., WU, H. y LI, M., 2020. Simultaneous wastewater treatment and lipid production by *Scenedesmus* sp. HXY2. *Bioresource Technology* [en línea], vol. 302, no. November 2019, pp. 122903. ISSN 18732976. DOI 10.1016/j.biortech.2020.122903. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122903>.

ANEXOS

Anexo II. Operacionalización de variables

Tabla 13: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<i>Scenedesmus sp.</i>	Hay diversos métodos para la remoción de metales, y una de ellas se realiza aplicando la microalga <i>Scenedesmus sp.</i> , gracias a su alta capacidad de concentración de diversos metales pesados. Ortiz (2018) p.165.	Se identificaron las características operaciones de la microalga <i>Scenedesmus sp.</i> y las dosificaciones a cada una de las investigaciones científicas y se realizó una comparación entre sus tratamientos para ver sus eficiencias.	Características operacionales de la microalga <i>Scenedesmus sp.</i>	pH de cultivo	0-14
				Temperatura del cultivo	C°
				Tiempo del cultivo	Días
			Dosificación de la microalga <i>Scenedesmus sp.</i>	Concentración de microalga <i>Scenedesmus sp.</i> para el cromo	cel / ml
				Concentración de microalga <i>Scenedesmus sp.</i> para el fierro	cel / ml
Eficacia de remoción del cromo y fierro en aguas residuales	Las revisiones sistemáticas, son una evaluación de información disponible orientadas a resolver una pregunta de investigación específica. Moreno (2018) p. 184. El análisis estadístico posterior a una revisión sistemática, con datos homogéneos, se le denomina metaanálisis. García (2015) p.29. Caviedes et al. (2016) mencionaron que la remoción es el acto de quitar o eliminar. El cromo y fierro son metales pesados que tienen alta toxicidad en el medio natural.	Se realizó una revisión de investigaciones en donde se determinaron los porcentajes removidos de cromo y fierro para realizar el respectivo meta análisis.	Revisión de investigaciones	Investigaciones incluidas para el cromo	N° de estudios
				Investigaciones incluidas para el fierro	N° de estudios
			Porcentaje removido de cromo	Porcentaje de remoción de cromo	%
				Concentración inicial de cromo	mg/l
				Concentración removida de cromo	mg/l
			Porcentaje removido de fierro	Porcentaje de remoción de fierro	%
Concentración inicial de fierro	mg/l				
Concentración removida de fierro	mg/l				

Anexo III: Solicitudes y validaciones de los instrumentos



SOLICITUD: Validación de
instrumento de recojo de información.

Sr.: Dr. Cabrera Carranza, Carlos.

Yo Castro Córdova Karla, Ruiz Huerta Emely identificado con DNI No 71482768, 73588419 alumno(a) de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesina que vengo elaborando titulada: "Revisión sistemática y meta análisis de la eficacia de remoción del Cromo y Fierro en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.*, 2020", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 15 de mayo del 2020

Karla Nicoll Ibir Castro Córdova
Huerta

Emely Gianella Ruiz

NOMBRES Y APELLIDOS
FIRMA

NOMBRES Y APELLIDOS
FIRMA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza, Carlos.
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente en la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Córdova Karla Nicoll, Ruiz Huerta Emely Gianella.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MEDIAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación		
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 10 de Julio del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP 46572

DNI No17402784 Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza, Carlos.
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente en la Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación:
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Córdova Karla Nicoll, Ruiz Huerta Emely Gianella.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación	Si
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación	

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 10 de Julio del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP 46572

DNI No 17402784 Telf.:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza, Carlos.
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente en la Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación:
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Córdova Karla Nicolli, Ruiz Huerta Emely Gianella.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación	Si
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación	

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 10 de Julio del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 46572
 DNI No17402784 Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza, Carlos.
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente en la Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación:
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Córdova Karla Nicolli, Ruiz Huerta Emely Gianella.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación	Si
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación	

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 10 de Julio del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 46572
 DNI No17402784 Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza, Carlos.
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente en la Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación:
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Córdova Karla Nicolli, Ruiz Huerta Emely Gianella.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación	Si
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación	

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 10 de Julio del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 46572
 DNI No17402784 Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza, Carlos.
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente en la Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación:
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Córdova Karla Nicolli, Ruiz Huerta Emely Gianella.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación	Si
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación	

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 10 de Julio del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 46572
 DNI No17402784 Telf:.....

SOLICITUD: Validación de instrumento
de recojo de información.

Sr.: Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

Yo Castro Córdova Karla, Ruiz Huerta Emely identificado con DNI No 71482768, 73588419 alumnos(a) de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesina que vengo elaborando titulada: "Revisión sistemática y meta análisis de la eficacia de remoción del Cromo y Hierro en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.*, 2020", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:


A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 15 de Mayo del 2020



Karla Nicoll Ibir Castro Córdova

NOMBRES Y APELLIDOS
FIRMA



Emely Gianella Ruiz Huerta

NOMBRES Y APELLIDOS
FIRMA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
- 1.5. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a <u>las leyes</u> y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y <u>las necesidades reales</u> de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 22 de Mayo del 2020

Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP: 89972.....
DNI No...08447308. Telf.: ...5281648

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
- 1.5. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a <u>las leyes</u> y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y <u>las</u> necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 22 de Mayo del 2020



Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 89972.....
 DNI No...08447308. Telf.: ...5281648

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
- 1.5. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 22 de Mayo del 2020

Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP: 89972.....
DNI No...08447308. Telf.: ...5281648

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
- 1.5. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 22 de Mayo de 2020


Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP: 89972....
DNI No...08447308. Telf.: ...5281648

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
- 1.5. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 22 de Mayo de 2020

Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP: 89972....
DNI No...08447308. Telf.: ...5281648

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
- 1.5. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 22 de Mayo de 2020

Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP: 89972....
DNI No...08447308. Telf.: ...5281648

SOLICITUD: Validación de
instrumento de recojo de información.

Sr.: Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto

Yo Castro Córdova Karla, Ruiz Huerta Emely identificado con DNI No 71482768, 73588419 alumno(a) de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

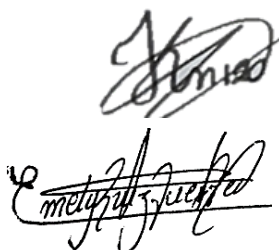
Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesina que vengo elaborando titulada: "Revisión sistemática y meta análisis de la eficacia de remoción del Cromo y Hierro en aguas residuales usando *Scenedesmus sp.*, 2020", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 15 de mayo del 2020



Karla Nicoll Ibir Castro Córdova
Huerta

NOMBRES Y APELLIDOS
FIRMA



NOMBRES Y APELLIDOS
FIRMA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador/UCV Lima Norte
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología mineral y Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Características de estudios incluidos en la revisión sistemática
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Córdova Karla, Ruiz Huerta Emely

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 17 de julio del 2020


 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombres: Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO
 5.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador/UCV Lima Norte
 5.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología mineral y Ambiental
 5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Remoción de metales pesados mediante el tratamiento de la microalga *Scenedesmus sp*
 5.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Córdova Karla, Ruiz Huerta Emely

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 17 de julio del 2020


 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES

- 9.1. Apellidos y Nombre: Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO
 9.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador/UCV Lima Norte
 9.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología mineral y Ambiental
 9.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Características operacionales de la microalga *Scenedesmus*
 sp.
 9.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Córdova Karla, Ruiz Huerta Emily

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

83%

Lima, 17 de julio del 2020


 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 13087
 HUANCAYO, PERÚ

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

XIII. DATOS GENERALES

- 13.1. Apellidos y Nombres: Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO
 13.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador/UCV Lima Norte
 13.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología mineral y Ambiental
 13.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Seguimiento del porcentaje de remoción de metales pesados (hierro y cromo)
 13.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Córdova Karla, Ruiz Huerta Emely

XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 17 de julio del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 13097
 REACTIVO PROTEYS

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

XVII. DATOS GENERALES

- 17.1. Apellidos y Nombre: Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO
 17.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador/UCV Lima Norte
 17.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología mineral y Ambiental
 17.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Calidad metodológica de los estudios incluidos
 17.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Córdova Karla, Ruiz Huerta Emely

XVIII. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

XIX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

XX. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 17 de julio del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 C.P. 19087
 HUANCAYO, PERÚ 19002

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

XXI. DATOS GENERALES

- 21.1. Apellidos y Nombre: Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO
 21.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigador/UCV Lima Norte
 21.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología mineral y Ambiental
 21.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Aplicación de la microalga *Scolecodermus sp.*
 21.5. Autor(A) de Instrumento: Castro Córdova Karla, Ruiz Huerta Emely

XXII. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

XXIII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Sí
No

XXIV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 17 de julio del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 110081
 HUANUCO / PERÚ

Anexo IV: Fichas de los instrumentos de recolección de datos

Ficha de instrumento de las características de los estudios incluidos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA N° 01

Características de estudios incluidos en la revisión sistemática

Investigadores:	1. Castro Córdova, Karla Nicoll Ibir 2. Ruiz Huerta, Emely Gianella							
Referencias	Ámbito geográfico temporal	Cantidad de agua residual para el tratamiento(ml)	Microalga	Características operacionales	Tipo de análisis estadístico	Resultados	Conclusiones	Observaciones



Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez

CIP: 89972

DNI: 08447308



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
CIP. 46572

DNI.17402784



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275

DNI: 42922258

Ficha de instrumento de la remoción de metales pesados mediante el tratamiento de la microalga *Scenedesmus sp.*



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA N° 02


Remoción de metales pesados mediante el tratamiento de la microalga *Scenedesmus sp.*

Investigadores:	1. Castro Córdova, Karla Nicoll Ibir 2. Ruiz Huerta, Emely Gianella		
Autor(es) de estudio	Microalga	Cromo (Cr)	Fierro (Fe)


Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez

CIP: 89972

DNI: 08447308


Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
CIP. 46572

DNI.17402784


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
CIP: RENACYT: P0078275
DNI: 42922258

Ficha de las Características operacionales de la microalga *Scenedesmus sp*



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA N° 03

Características operacionales de la microalga *Scenedesmus sp.*

Investigadores:	1. Castro Córdova, Karla Nicoll Ibir 2. Ruiz Huerta, Emely Gianella			
Autor(es) del estudio	Dosificación (g/mL)	Temperatura(°C)	pH (0-14)	Tiempo (días)


Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

CIP: 89972

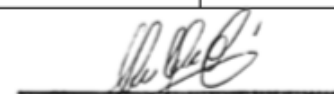
DNI: 08447308



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza

CIP. 46572

DNI.17402784


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera

DOCENTE E INVESTIGADOR

CIP: 130267

CIP: RENACYT: P0078275

DNI: 42922258

Ficha del seguimiento del porcentaje de remoción de Hierro y Cromo



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA N° 04

Seguimiento del porcentaje de remoción de metales pesados (Fierro y Cromo)

Investigadores:	1. Castro Córdova, Karla Nicoll Ibir 2. Ruiz Huerta, Emely Gianella								
Área de estudio	Concentración inicial (mg/L)		Tiempo de tratamiento (días)	Concentración removida (mg/L)		Porcentaje de remoción de metales pesados (%)		Fecha	Lugar
	Cromo	Fierro		Cromo	Fierro	Cromo	Fierro		



Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez

CIP: 89972
DNI: 08447308



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
CIP. 46572



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
CIP: RENACYT: P0078275
DNI: 42922258

Ficha de la calidad metodológica de los estudios incluidos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA N° 05

Calidad metodológica de los estudios incluidos

Investigadores:	1. Castro Córdova, Karla Nicoll Ibir 2. Ruiz Huerta, Emely Gianella				
Estudios	NewCastle-Ottawa Modificada				
	Selección		Comparabilidad	Resultados	
	Representatividad	Exposición	Comparación de cohortes	Porcentaje de remoción	Dosificación



Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

CIP: 89972

DNI: 08447308



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
CIP. 46572

DNI.17402784



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivares
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
CIP: RENACYT: P0078275

DNI: 42922258

Ficha de la aplicación de la microalga *Scenedesmus sp*



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA N° 06

Aplicación de la microalga *Scenedesmus sp.*

Investigadores:	1. Castro Córdova, Karla Nicoll Ibir 2. Ruiz Huerta, Emely Gianella								
Área de estudio	Cantidad de aguas residuales para el tratamiento	Concentración de metales pesados en aguas residuales (mg/L)		Porcentaje de remoción de metales pesados en aguas residuales (%)		Características operacionales			
		Cr	Fe	Cr	Fe	Tiempo (días)	pH (0-14)	Temperatura (°C)	Dosis (células/ml)


 Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez

CIP: 89972

DNI: 08447308



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
CIP. 46572

DNI.17402784


 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera

DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
CIP: RENACYT: P0078275

DNI: 42922258