



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Biocaptación de dióxido de carbono aplicando la microalga *Scenedesmus sp.* Lima  
2019”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**Ingeniero Ambiental**

**AUTORES:**

Farroñan Ramos, Brigitte Elizabeth (ORCID: 0000-0002-4468-2782)

Carrasco Chávez, Richard Antoni (ORCID: 0000-0003-1746-5835)

**ASESOR:**

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2019

### **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado en primer lugar a Dios por brindarnos la oportunidad de superarnos en cada etapa de nuestra vida, por guiarnos por el camino correcto, a nuestros padres Melia Ramos Hernández, Antoliano Farroñan Acosta, Rosa Chávez Bardales y Juan Carrasco Julcamoro, que son el motor de nuestras vidas para poder seguir adelante y profesores que nos brindaron su apoyo para la realización de nuestro trabajo.

### **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por brindarnos sabiduría y fortaleza para afrontar cada desafío, a nuestros padres por el constante apoyo incondicional, a la Universidad César Vallejo por brindar docentes altamente calificados en brindar educación de calidad, a nuestro asesor el Dr. Elmer Gonzales, Benites Alfaro por el apoyo constante en el periodo de desarrollo de la investigación, al Lic. Jorge Luis, López Bulnes por su paciencia, consejos y pautas fundamentales para la culminación de la investigación, a la Ing. Cecil Tenorio García y al Téc. Alexander Niño, por su apoyo constante e ilustración en nuestra investigación y así poder culminar satisfactoriamente nuestra carrera profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |      |
|--|------|
| DEDICATORIA.....   | ii   |
| AGRADECIMIENTO .....   | iii  |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS.....  | vi   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....   | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....  | ix   |
| RESUMEN .....  | xi   |
| ABSTRACT .....   | xii  |
| I. INTRODUCCIÓN.....   | 1    |
| II. MÉTODO .....   | 21   |
| 2.1. Tipo y diseño de investigación .....  | 21   |
| 2.2. Operacionalización de variables .....   | 21   |
| 2.3. Población, muestra y muestreo .....   | 23   |
| 2.3.1. Población .....   | 23   |
| 2.3.2. Muestra .....   | 23   |
| 2.3.3. Muestreo .....  | 23   |
| 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..... | 23   |
| 2.4.1. Técnica.....  | 23   |
| 2.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....                                   | 23   |
| 2.4.3. Validez.....  | 24   |
| 2.4.4. Confiabilidad .....   | 24   |
| 2.5. Procedimiento .....   | 25   |

|  |    |
|--|----|
| 2.5.1. Diseño y construcción de Sistema de Cultivo .....                                       | 26 |
| 2.5.2. Obtención de la cepa de microalga <i>Scenedesmus sp.</i> .....                          | 27 |
| 2.5.3. Inoculación, dilución y nutrición de la microalga <i>Scenedesmus sp.</i> .....          | 28 |
| 2.5.4. Medición de los parámetros Temperatura, pH y conteo celular.....                        | 29 |
| 2.5.5. Procedimiento de la fermentación como fuente de CO <sub>2</sub> .....                   | 31 |
| 2.5.6. Biocaptación de dióxido de carbono, aplicando la microalga <i>Scenedesmus sp.</i> ..... | 32 |
| 2.6. Métodos de análisis de datos.....   | 32 |
| 2.7. Aspectos éticos.....  | 33 |
| III. RESULTADOS .....  | 34 |
| 3.1. Medición constante de temperatura de la microalga <i>Scenedesmus sp.</i> .....            | 34 |
| 3.2. Medición de pH de la microalga <i>Scenedesmus sp.</i> .....                               | 35 |
| 3.3. Concentraciones de Dióxido de Carbono .....   | 37 |
| 3.4. Resultados de las características de la microalga <i>Scenedesmus sp.</i> .....            | 44 |
| IV. DISCUSIÓN .....  | 66 |
| V. CONCLUSIONES.....   | 69 |
| VI. RECOMENDACIONES .....  | 70 |
| REFERENCIAS .....  | 71 |
| ANEXOS .....   | 80 |
| Anexo 1: Ficha de proceso de biocaptación de CO <sub>2</sub> .....                             | 80 |
| Anexo 2: Ficha de monitoreo de pH.....   | 81 |
| Anexo 3: Ficha de monitoreo de temperatura °C .....  | 82 |
| Anexo 4: Ficha de monitoreo de Densidad Celular.....   | 83 |
| Anexo 5: Instrumentos.....   | 84 |
| Anexo 6: Solicitud de venta de la Microalga <i>Scenedesmus sp.</i> .....                       | 96 |
| Anexo 7: Entrega de la Cepa <i>Scenedesmus sp.</i> .....                                       | 97 |

|  |    |
|--|----|
| Anexo 8: Matriz de Consistencia.....     | 98 |
| Anexo 9: Procedimiento Experimental..... | 99 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Matriz de Operacionalización .....   | 21 |
| Tabla 2: Validación de Instrumentos.....  | 24 |
| Tabla 3: Condiciones iniciales de la microalga <i>Scenedesmus</i> sp. ....                            | 27 |
| Tabla 4: pH inicial y final de los medios de cultivo .....  | 28 |
| Tabla 5: Medición de la temperatura.....  | 34 |
| Tabla 6: Medición de pH.....  | 36 |
| Tabla 7: Captación de CO <sub>2</sub> .....   | 37 |
| Tabla 8: Evaluación de Dióxido de Carbono.....  | 39 |
| Tabla 9: Prueba de Normalidad de la concentración de Dióxido de Carbono .....                         | 41 |
| Tabla 10: Prueba de Homogeneidad de Varianzas de la concentración de Dióxido de Carbono .....         | 42 |
| Tabla 11: Prueba de T-Student de muestras emparejadas de la concentración de Dióxido de Carbono ..... | 43 |
| Tabla 12: Medición del pH.....  | 45 |
| Tabla 13: Prueba de Normalidad del pH .....   | 47 |
| Tabla 14: Prueba de Homogeneidad de Varianzas del pH .....  | 48 |
| Tabla 15: Prueba de T-Student de Muestras Emparejadas del pH .....                                    | 49 |
| Tabla 16: Evaluación de Temperatura.....  | 51 |
| Tabla 17: Prueba de Normalidad de la Temperatura .....  | 53 |
| Tabla 18: Prueba de Homogeneidad de Varianzas de la Temperatura.....                                  | 54 |
| Tabla 19: Prueba de T-Student de Muestras Emparejadas de la Temperatura.....                          | 55 |
| Tabla 20: Evaluación del Conteo Celular mediante la inoculación.....                                  | 57 |
| Tabla 21: Datos del Conteo Celular .....  | 58 |
| Tabla 22: Prueba de Normalidad del Conteo Celular.....  | 60 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 23: Prueba de Homogeneidad de Varianzas del Conteo Celular.....          | 61 |
| Tabla 24: Prueba de T- Student de Muestras Emparejadas del Conteo Celular..... | 63 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1: Microalga Scenedesmus sp. ....                              | 13  |
| Figura 2: Flujograma de procedimiento .....                           | 25  |
| Figura 3: Diseño y construcción del sistema de cultivo .....          | 26  |
| Figura 4: Termómetro digital .....                                    | 26  |
| Figura 5: Obtención de la cepa de microalga Scenedesmus sp. ....      | 27  |
| Figura 6: Microalga Scenedesmus sp. visto desde microscopio .....     | 27  |
| Figura 7: Toma de muestra de 0.8 mL de microalga Scenedesmus sp. .... | 29  |
| Figura 8: Agua mineral y nutriente foliar Bayfolan .....              | 29  |
| Figura 9: Cámara Neubauer.....  | 30  |
| Figura 10: Conteo celular .....                                       | 30  |
| Figura 11: Medición de temperatura y pH.....                          | 31  |
| Figura 12 : Muestra de fermentación a base de levadura fresca.....    | 31  |
| Figura 13: Toma de muestra de Oxígeno Disuelto.....                   | 32  |
| Figura 14: Variación de Dióxido de carbono .....                      | 38  |
| Figura 15: Concentración de Dióxido de Carbono.....                   | 40  |
| Figura 16: Evaluación de pH.....                                      | 46  |
| Figura 17:: Evaluación de la temperatura.....                         | 52  |
| Figura 18: Conteo celular a cada 5 días.....                          | 57  |
| Figura 19: Evaluación del Conteo Celular .....                        | 59  |
| Figura 20: Tiempo de inoculación de la microalga Scenedesmus sp. .... | 65  |
| Figura 21: Obtención de la cepa Microalga Scenedesmus sp. ....        | 99  |
| Figura 22: Inicio de la inoculación.....                              | 99  |
| Figura 23: Inicio de la inoculación.....                              | 100 |
| Figura 24: Hidróxido de sodio para aumentar el pH .....               | 100 |
| Figura 25: Transporte de muestras al laboratorio.....                 | 101 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 26: Toma de muestra de 20 $\mu\text{m}$ con la micro pipeta .....                          | 101 |
| Figura 27: Cámara Neubauer.....   | 102 |
| Figura 28: Realizar el conteo celular de la microalga <i>Scenedesmus</i> sp. ....                 | 102 |
| Figura 29:Elaboración de la fermentación fuente de $\text{CO}_2$ .....                            | 103 |
| Figura 30: Aplicación de los 2mL de microalga <i>Scenedesmus</i> sp. en los tratamientos .....    | 103 |
| Figura 31: Conteo celular de la microalga <i>Scenedesmus</i> sp. aplicada a la fermentación ..... | 104 |
| Figura 32:Toma de pH y temperatura de la fermentación.....  | 104 |



## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general evaluar la concentración de Dióxido de Carbono captada por la microalga *Scenedesmus sp.* a partir de las características de la microalga y el tiempo de inoculación. Siendo una investigación de tipo aplicada y diseño experimental, La investigación se realizó con una población de 10 mL de microalga *Scenedesmus sp.* como muestra se tiene 8 mL para el proceso dilución hasta obtener 2L del cultivo, los cultivos se diferencian por el tiempo en el que han sido inoculados, mediante ese proceso se evaluaron los periodos de incremento celular. De tal manera es necesario obtener una fuente directa de CO<sub>2</sub> generada por la fermentación de la levadura, De esta manera se obtuvo 4 tratamientos de fermentación donde se aplicó 2 mL de microalga *Scenedesmus sp.* Se evaluaron las características de la microalga *Scenedesmus sp.* se mantuvo el pH a un rango de 3 a 5, se conservó la temperatura a 23 - 27 °C y se observó el crecimiento de células mediante el conteo celular la cual llegó a 1.200.000 cel /mL, las concentraciones de Dióxido de Carbono se evaluaron mediante concentraciones iniciales que fueron: tratamiento 1: 0.002531mg/L, tratamiento 2: 0.001744 mg/L, tratamiento3: 0.001516 mg/L y tratamiento 4: 0.001502 mg/L esto fue evaluado en un periodo de 14 días dando como resultado la concentración final tratamiento 1: 0.000659, tratamiento 2: 0.000820 mg/L, tratamiento 3: 0.000556 mg/L y tratamiento 4: 0.000618 mg/L. De esta manera se concluye que la microalga *Scenedesmus sp.* Cumple con el objetivo de biocaptar CO<sub>2</sub> siendo el tratamiento 1 el que obtuvo mayor captación de Dióxido de Carbono debido a la acción metabólica de la microalga, la cual tuvo un tiempo de inoculación de 12 días.

PALABRAS CLAVE: Biocaptación, Dióxido de Carbono, Fermentación, Inoculación, *Scenedesmus sp.*

## ABSTRACT

The present investigation has as general objective to evaluate the concentration of Carbon Dioxide captured by the microalgae *Scenedesmus* sp. from the characteristics of the microalgae and the inoculation time. Being an applied type research and experimental design, the research was carried out with a population of 10 mL of *Scenedesmus* sp. As sample is 8 mL for the dilution process until 2L of the culture is obtained, the cultures are differentiated by the time in which they have been inoculated, through this process the periods of cell increase were evaluated. In this way it is necessary to obtain a direct source of CO<sub>2</sub> generated by the fermentation of the yeast. In this way, 4 fermentation treatments were obtained where 2 mL of *Scenedesmus* sp. The characteristics of *Scenedesmus* sp. Microalgae were evaluated. the pH was maintained at a range of 3 to 5, the temperature was preserved at 23-27 ° C and the cell growth was observed by means of the cell count which reached 1,200,000 cell / mL, the concentrations of Carbon Dioxide were evaluated by initial concentrations that were: treatment 1: 0.002531mg / L, treatment 2: 0.001744 mg / L, treatment3: 0.001516 mg / L and treatment 4: 0.001502 mg / L this was evaluated over a period of 14 days resulting in the final concentration treatment 1: 0.000659, treatment 2: 0.000820 mg / L, treatment 3: 0.000556 mg / L and treatment 4: 0.000618 mg / L. In this way, it is concluded that the *Scenedesmus* sp. It meets the objective of biocapturing CO<sub>2</sub>, with treatment 1 being the one that obtained the highest carbon dioxide uptake due to the microalgae metabolic action, which had an inoculation time of 12 days.

**KEY WORDS:** Biocaptation, Carbon dioxide, Fermentation, Inoculation, *Scenedesmus* sp.