



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Eficiencia en la remoción de Arsénico y Plomo mediante material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá en aguas del Río Rímac, Corcona 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Ambiental**

**AUTORAS:**

Bazán Espinoza Evelyn Yaneth (ORCID: [0000-0001-8014-3367](https://orcid.org/0000-0001-8014-3367))

Copaja Huamán Sara Mercedes (ORCID: [0000-0002-4601-6492](https://orcid.org/0000-0002-4601-6492))

**ASESOR**

Dr. Jave Nakayo Jorge Leonardo (ORCID: [0000-0003-3536-881X](https://orcid.org/0000-0003-3536-881X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LIMA - PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A mi madre Noris, por sus consejos y por darme fuerzas para seguir cumpliendo mis metas, por su apoyo y compañía incondicional, por enseñarme el lado bueno y no malo de la vida, fuiste, eres y serás mi más grande motivación para seguir cumpliendo todo aquello que siempre soñamos. ¡Gracias, mamá, todo lo que hoy soy es gracias a ti!

y a mi padre por el apoyo que siempre me brindó en el transcurso de cada año de mi carrera Universitaria.

## **DEDICATORIA**

A mi madre Juana, por creer en mí y ser mi motivación, por inculcarme valores y principios para ser una persona de bien, por impulsarme a cumplir mis metas y por su apoyo y comprensión a lo largo de este camino. ¡Gracias, mamá, todo lo que soy es gracias a ti!

A mi querido padre Carlos, por guiarme constantemente e inspirarme a seguir su ejemplo como profesional y por todo el sacrificio realizado y apoyo que me brindó durante este proceso para que pudiera culminar exitosamente mis estudios universitarios.

A mis hermanas y sobrinos, por motivarme a ser mejor persona y profesional, y darme la alegría que necesitaba en momentos difíciles.

## **Agradecimiento**

A la Universidad César Vallejo por abrirme sus puertas para formarme personal y profesionalmente.

Al Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo, quien me ha guiado en el complicado proceso de la investigación, no ha sido fácil, pero gracias a usted pude llegar a concluir una de las etapas más bonitas y duras de todo estudiante.

A mis padrinos, abuela y demás familiares por siempre confiar en mí y darme esa fuerza para seguir adelante.

## **Agradecimiento**

A Dios, por bendecirme todos los días y darme la fortaleza para seguir adelante en todo el proceso de mi formación como profesional, a pesar de los obstáculos que se presentaron en el camino.

A mi familia, por confiar siempre en mí, por todo el apoyo que me brindaron a lo largo de estos años y por motivarme a llegar hasta esta última etapa de mi vida universitaria.

A la Universidad César Vallejo, por brindarme la oportunidad de culminar mis estudios y cumplir mi sueño de ser profesional en la carrera que me apasiona.

A mi asesor, el Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo, por su paciencia, sabias enseñanzas y palabras de aliento en el complicado proceso de realización de esta tesis, ya que sin su apoyo no hubiera podido culminar a tiempo la presente investigación.

A todos mis amigos que siempre estuvieron apoyándome a lo largo de mi carrera, y a mi compañera de tesis, Evelyn, por su esfuerzo y dedicación para sacar adelante este trabajo.

## ÍNDICE

|  |              |
|--|--------------|
| <b>Carátula</b> .....  | <b>i</b>     |
| <b>Dedicatoria</b> .....   | <b>vi</b>    |
| <b>Agradecimiento</b> .....  | <b>vii</b>   |
| <b>ÍNDICE</b> .....  | <b>x</b>     |
| <b>Resumen</b> .....   | <b>xvii</b>  |
| <b>Abstract</b> .....  | <b>xviii</b> |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....   | <b>1</b>     |
| <b>II. MÉTODO</b> .....  | <b>23</b>    |
| <b>2.1. Tipo y diseño de investigación</b> .....   | <b>23</b>    |
| 2.1.1. Tipo de estudio .....   | 23           |
| 2.1.2. Diseño experimental, pre experimental, con pre y post – prueba.....   | 23           |
| 2.1.3. Nivel de estudio .....  | 23           |
| <b>2.2. Población y muestra</b> .....  | <b>24</b>    |
| 2.2.1 Población .....  | 24           |
| 2.2.2 Muestra .....  | 24           |
| <b>2.3 Técnicas e instrumentos de datos, validez y confiabilidad</b> .....   | <b>25</b>    |
| 2.3.1 Instrumento de recolección de datos .....  | 25           |
| 2.3.3 Validez de Instrumento.....  | 27           |
| 2.3.4 Confiabilidad del Instrumento .....  | 27           |
| <b>2.4. Procedimiento</b> .....  | <b>27</b>    |
| 2.4.1. Tratamientos del material adsorbente .....  | 27           |
| 2.4.2. Elaboración del material adsorbente.....  | 29           |
| 2.5 Métodos de análisis de datos .....   | 30           |
| <b>2.6 Aspectos éticos</b> .....   | <b>30</b>    |
| <b>III. RESULTADOS</b> .....   | <b>31</b>    |
| <b>3.1 Parámetros iniciales</b> .....  | <b>31</b>    |
| 3.1.1 Resultados de los análisis realizados en el laboratorio: pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, temperatura, turbidez, plomo, arsénico. .... | 32           |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>3.2 Parámetros finales .....</b>   | <b>32</b> |
| 3.2.1 Comparación de los parámetros fisicoquímicos obtenidos al aplicar ambos<br>tratamientos de cáscaras de naranja y maracuyá. .... | 48        |
| 3.2.2. Resultados de la remoción de Plomo y Arsénico por el tratamiento de cáscara de<br>naranja y maracuyá. ....                     | 56        |
| 3.2.3. Comparación de remoción de Plomo y Arsénico con los tratamientos de cáscaras<br>de naranja y maracuyá. ....                    | 64        |
| 3.2.4. Capacidad de adsorción – Cáscara de naranja.....   | 77        |
| 3.2.5. Capacidad de adsorción - Cáscara de maracuyá.....  | 81        |
| <b>V. DISCUSIÓN .....</b>   | <b>85</b> |
| <b>VI. CONCLUSIONES.....</b>  | <b>86</b> |
| <b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>   | <b>87</b> |
| <b>VIII. ANEXOS .....</b>   | <b>99</b> |
| Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables.....   | 99        |
| Anexo 2: Matriz de Consistencia.....  | 100       |
| Anexo 3: Identificación del punto de muestreo en el Río Rímac (Corcona).....  | 99        |
| Anexo 4: Toma de muestra de agua del Río Rímac a contracorriente. ....  | 99        |
| Anexo 5: Rotulado de muestra de agua. ....  | 100       |
| Anexo 6: Almacenamiento de las muestras en botellas y galones para su traslado al<br>laboratorio.....                                 | 101       |
| Proceso para obtención del material adsorbente.....   | 102       |
| Anexo 8: Lavado de las cáscaras para eliminar impurezas .....   | 102       |
| Anexo 9: Secado de las cáscaras en el horno .....   | 103       |
| Anexo 10: Triturado de las cáscaras secas .....   | 103       |
| Anexo 11: Tamizado de las cáscaras trituradas.....  | 103       |
| Anexo 12: Almacenamiento del polvo de las cáscaras en bolsas herméticas .....   | 104       |
| Anexo 13: Resultados de análisis de laboratorio (antes).....  | 105       |
| Anexo 14: Resultados de análisis de laboratorio (después) .....   | 106       |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Instrumentos de recolección de datos.....   | 26 |
| Tabla 2: Profesionales expertos.....   | 27 |
| Tabla 3: Resultados de análisis de Pb y As en muestra de agua.....   | 31 |
| Tabla 4: Resultados de análisis de parámetros físico químicos de muestra de agua.....  | 32 |
| Tabla 5: Concentración del parámetro pH con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula < 850 µm.....   | 32 |
| Tabla 6: Concentración del parámetro pH con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula > 850 µm.....   | 33 |
| Tabla 7: Concentración del parámetro conductividad eléctrica con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula < 850 µm.....                    | 34 |
| Tabla 8: Concentración del parámetro conductividad eléctrica con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula > 850 µm.....                    | 35 |
| Tabla 9: Concentración del parámetro turbidez con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula < 850 µm.....                                   | 36 |
| Tabla 10: Concentración del parámetro turbidez con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula > 850 µm.....                                  | 37 |
| Tabla 11: Concentración del parámetro oxígeno disuelto con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula < 850 µm.....                          | 38 |
| Tabla 12: Concentración del parámetro oxígeno disuelto con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula > 850 µm.....                          | 39 |
| Tabla 13: Concentración del parámetro pH con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula < 850 µm.....                                      | 40 |
| Tabla 14: Concentración del parámetro pH con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula > 850 µm.....                                      | 41 |
| Tabla 15: Concentración del parámetro conductividad eléctrica con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula < 850 µm.....                 | 42 |
| Tabla 16: Concentración de conductividad eléctrica con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula > 850 µm.....                            | 43 |
| Tabla 17: Concentración del parámetro turbidez con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula < 850 µm.....                                | 44 |
| Tabla 18: Concentración de turbidez con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula > 850 µm.....   | 45 |
| Tabla 19: Concentración del parámetro oxígeno disuelto con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula < 850 µm.....                        | 46 |
| Tabla 20: Concentración del parámetro oxígeno disuelto con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula > 850 µm.....                        | 47 |
| Tabla 21: Comparación del parámetro pH con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con ambos tamaños de partículas (< 850 µm, > 850 µm).....                      | 48 |
| Tabla 22: Comparación del parámetro conductividad eléctrica con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con ambos tamaños de partículas (< 850 µm, > 850 µm)..... | 49 |
| Tabla 23: Comparación del parámetro turbidez con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con ambos tamaños de partículas (< 850 µm, > 850 µm).....                | 50 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 24: Comparación del parámetro oxígeno disuelto con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con ambos tamaños de partículas (< 850 $\mu\text{m}$ , > 850 $\mu\text{m}$ ). .....          | 51 |
| Tabla 25: Comparación del parámetro pH con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con ambos tamaños de partículas (< 850 $\mu\text{m}$ , > 850 $\mu\text{m}$ ). .....                      | 52 |
| Tabla 26: Comparación del parámetro conductividad eléctrica con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con ambos tamaños de partículas (< 850 $\mu\text{m}$ , > 850 $\mu\text{m}$ ). ..... | 53 |
| Tabla 27: Comparación del parámetro turbidez con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con ambos tamaños de partículas (< 850 $\mu\text{m}$ , > 850 $\mu\text{m}$ ). .....                | 54 |
| Tabla 28: Comparación del parámetro oxígeno disuelto con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con ambos tamaños de partículas (< 850 $\mu\text{m}$ , > 850 $\mu\text{m}$ ). .....        | 55 |
| Tabla 29: Concentración de Plomo con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula > 850 $\mu\text{m}$ . .....  | 56 |
| Tabla 30: Concentración de Plomo con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula < 850 $\mu\text{m}$ . .....  | 57 |
| Tabla 31: Concentración de Arsénico con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula > 850 $\mu\text{m}$ . .....   | 58 |
| Tabla 32: Concentración de Arsénico con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula < 850 $\mu\text{m}$ . .....   | 59 |
| Tabla 33: Concentración de Plomo con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula > 850 $\mu\text{m}$ . .....  | 60 |
| Tabla 34: Concentración de Plomo con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula < 850 $\mu\text{m}$ . .....  | 61 |
| Tabla 35: Concentración de Arsénico con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula > 850 $\mu\text{m}$ . .....   | 62 |
| Tabla 36: Concentración de Arsénico con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula < 850 $\mu\text{m}$ . .....   | 63 |
| Tabla 37: Remoción de Plomo con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con ambos tamaños de partículas (< 850 $\mu\text{m}$ , > 850 $\mu\text{m}$ ). .....                                   | 64 |
| Tabla 38: Remoción de Arsénico con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con ambos tamaños de partículas (< 850 $\mu\text{m}$ , > 850 $\mu\text{m}$ ). .....                                | 65 |
| Tabla 39: Concentración de Plomo con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con ambos tamaños de partículas (< 850 $\mu\text{m}$ , > 850 $\mu\text{m}$ ). .....                            | 66 |
| Tabla 40: Concentración de Arsénico con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con ambos tamaños de partículas (< 850 $\mu\text{m}$ , > 850 $\mu\text{m}$ ). .....                         | 67 |
| Tabla 41: Cuadro de porcentajes de remoción de Pb del primer tratamiento de cáscaras de naranja. ....  | 69 |
| Tabla 42: Cuadro de porcentajes de remoción de As con el primer tratamiento de cáscaras de naranja. ....   | 71 |
| Tabla 43: Cuadro de porcentajes de remoción de Pb del segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá. ....  | 73 |
| Tabla 44: Cuadro de porcentajes de remoción de As del segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá. ....  | 75 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 45: Cuadro de capacidad de adsorción de Pb del primer tratamiento de cáscaras de naranja <850 $\mu\text{m}$ .....   | 77 |
| Tabla 46: Cuadro de capacidad de adsorción de Pb del primer tratamiento de cáscaras de naranja >850 $\mu\text{m}$ .....   | 78 |
| Tabla 47: Cuadro de capacidad de adsorción de As del primer tratamiento de cáscaras de naranja >850 $\mu\text{m}$ .....   | 79 |
| Tabla 48: Cuadro de capacidad de adsorción de As del primer tratamiento de cáscaras de naranja <850 $\mu\text{m}$ .....   | 80 |
| Tabla 49: Cuadro de capacidad de adsorción de Pb del segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 $\mu\text{m}$ ..... | 81 |
| Tabla 50: Cuadro de capacidad de adsorción de Pb del segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá >850 $\mu\text{m}$ ..... | 82 |
| Tabla 51: Cuadro de capacidad de adsorción de As del segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 $\mu\text{m}$ ..... | 83 |
| Tabla 52: Cuadro de capacidad de adsorción de As del segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá >850 $\mu\text{m}$ ..... | 84 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Partes de la naranja .....   | 14 |
| Figura 2: Partes del maracuyá .....  | 15 |
| Figura 3: Mapa de ubicación de Corcona (área de estudio). .....  | 24 |
| Figura 4: Ubicación de muestro de agua Río Rímac, Corcona .....  | 25 |
| Figura 5: Toma de muestra en Río Rímac .....   | 26 |
| Figura 6: Almacenamiento de muestra en el cooler .....   | 26 |
| Figura 7: Primer Tratamiento .....   | 28 |
| Figura 8: Segundo tratamiento .....  | 28 |
| Figura 9: Diagrama de flujo del proceso de investigación .....   | 29 |
| Figura 10: Gráfico comparativo de la muestra de agua con el ECA .....  | 31 |
| Figura 11: Valores de pH con el primer tratamiento de cáscaras de naranja < 850 $\mu\text{m}$ .....                        | 33 |
| Figura 12: Valores de pH con el primer tratamiento de cáscaras de naranja >850 $\mu\text{m}$ .....                         | 34 |
| Figura 13: Valores de la conductividad eléctrica con el primer tratamiento de cáscaras de naranja <850 $\mu\text{m}$ ..... | 35 |
| Figura 14: Valores de la conductividad eléctrica con el primer tratamiento de cáscaras de naranja >850 $\mu\text{m}$ ..... | 36 |
| Figura 15: Valores de turbidez con el primer tratamiento de cáscaras de naranja <850 $\mu\text{m}$ .<br>.....              | 37 |
| Figura 16: Valores de turbidez con el primer tratamiento de cáscaras de naranja >850 $\mu\text{m}$ .<br>.....              | 38 |
| Figura 17: Valores de OD con el primer tratamiento de cáscaras de naranja <850 $\mu\text{m}$ .....                         | 39 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 18: Valores de OD con el primer tratamiento de cáscaras de naranja >850 $\mu\text{m}$ .....                                       | 40 |
| Figura 19: Valores de pH con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 $\mu\text{m}$ .....                                     | 41 |
| Figura 20: Valores de pH con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá >850 $\mu\text{m}$ .....                                     | 42 |
| Figura 21: Valores de conductividad eléctrica con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 $\mu\text{m}$ .....                | 43 |
| Figura 22: Valores de conductividad eléctrica con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá >850 $\mu\text{m}$ .....                | 44 |
| Figura 23: Valores de turbidez con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 $\mu\text{m}$ .....                               | 45 |
| Figura 24: Valores de turbidez con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá >850 $\mu\text{m}$ .....                               | 46 |
| Figura 25: Valores de Oxígeno Disuelto con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 $\mu\text{m}$ .....                       | 47 |
| Figura 26: Valores de oxígeno disuelto con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá >850 $\mu\text{m}$ .....                       | 48 |
| Figura 27: Comparación del pH obtenido con el tratamiento de naranja de ambas granulometrías.....  | 49 |
| Figura 28: Comparación de la conductividad eléctrica obtenida con el tratamiento de naranja de ambas granulometrías.....                 | 50 |
| Figura 29: Comparación de la turbidez obtenida con el tratamiento de naranja de ambas granulometrías.....                                | 51 |
| Figura 30: Comparación del oxígeno disuelto obtenido con el tratamiento de naranja de ambas granulometrías.....                          | 52 |
| Figura 31: Comparación del pH obtenido con el tratamiento de maracuyá de ambas granulometrías.....                                       | 53 |
| Figura 32: Comparación de la conductividad eléctrica obtenida con el tratamiento de maracuyá de ambas granulometrías.....                | 54 |
| Figura 33: Comparación de la turbidez obtenida con el tratamiento de maracuyá de ambas granulometrías.....                               | 55 |
| Figura 34: Comparación del oxígeno disuelto obtenido con el tratamiento de maracuyá de ambas granulometrías.....                         | 56 |
| Figura 35: Comparación de la concentración de Pb obtenida después del tratamiento de naranja con granulometría >850 $\mu\text{m}$ .....  | 57 |
| Figura 36: Comparación de la concentración de Pb obtenida después del tratamiento de naranja con granulometría <850 $\mu\text{m}$ .....  | 58 |
| Figura 37: Comparación de la concentración de As obtenida después del tratamiento de naranja con granulometría >850 $\mu\text{m}$ .....  | 59 |
| Figura 38: Comparación de la concentración de As obtenida después del tratamiento de naranja con granulometría <850 $\mu\text{m}$ .....  | 60 |
| Figura 39: Comparación de la concentración de Pb obtenida después del tratamiento de maracuyá con granulometría >850 $\mu\text{m}$ ..... | 61 |
| Figura 40: Comparación de la concentración de Pb obtenida después del tratamiento de maracuyá con granulometría <850 $\mu\text{m}$ ..... | 62 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 41: Comparación de la concentración de As obtenida después del tratamiento de maracuyá con granulometría >850 $\mu\text{m}$ ..... | 63 |
| Figura 42: Comparación de la concentración de As obtenida después del tratamiento de maracuyá con granulometría <850 $\mu\text{m}$ ..... | 64 |
| Figura 43: Comparación de la concentración de Pb obtenida después del tratamiento de naranja de ambas granulometrías .....               | 65 |
| Figura 44: Comparación de la concentración de As obtenida después del tratamiento de naranja de ambas granulometrías .....               | 66 |
| Figura 45: Comparación de la concentración de Pb obtenida después del tratamiento de maracuyá de ambas granulometrías.....               | 67 |
| Figura 46: Comparación de la concentración de As obtenida después del tratamiento de maracuyá de ambas granulometrías.....               | 68 |
| Figura 47: Porcentaje de remoción de Pb con el primer tratamiento de cáscaras de naranja. ....   | 70 |
| Figura 48: Porcentaje de remoción de As con el primer tratamiento de cáscaras de naranja. ....   | 72 |
| Figura 49: Porcentaje de remoción de Pb con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá.....  | 74 |
| Figura 50: Porcentaje de remoción de As con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá.....  | 76 |
| Figura 51: Capacidad de adsorción de Pb con el primer tratamiento de cáscaras de naranja <850 $\mu\text{m}$ .....                        | 77 |
| Figura 52: Capacidad de adsorción de Pb con el primer tratamiento de cáscaras de naranja >850 $\mu\text{m}$ .....                        | 78 |
| Figura 53: Capacidad de adsorción de As con el primer tratamiento de cáscaras de naranja >850 $\mu\text{m}$ .....                        | 79 |
| Figura 54: Capacidad de adsorción de As con el primer tratamiento de cáscaras de naranja >850 $\mu\text{m}$ .....                        | 80 |
| Figura 55: Capacidad de adsorción de Pb con el primer tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 $\mu\text{m}$ .....                       | 81 |
| Figura 56: Capacidad de adsorción de Pb con el primer tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 $\mu\text{m}$ .....                       | 82 |
| Figura 57: Capacidad de adsorción de As con el primer tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 $\mu\text{m}$ .....                       | 83 |
| Figura 58: Capacidad de adsorción de As con el primer tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 $\mu\text{m}$ .....                       | 84 |

## Resumen

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la provincia de Huarochirí, en el distrito de Cocachacra, Corcona, Lima 2019, cuyo objetivo fue determinar la eficiencia del material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá para la remoción de arsénico y plomo en diferentes dosis en aguas del Río Rímac. La metodología utilizada fue, en primer lugar, tomar muestras de agua del Río Rímac, del tramo que queda la localidad de Corcona – Santa Cruz de Cocachacra, posteriormente se trasladaron las muestras de agua al laboratorio para aplicar el tratamiento, se utilizaron cáscaras de naranja y de maracuyá totalmente deshidratadas (secas), esto se logró con ayuda de un horno, a 50 °C aproximadamente, durante 4 hrs a 5 hrs. Una vez secas las cáscaras, se procedió a triturarlas para lograr hacerlas polvo, con ayuda de una licuadora, al tener el polvo de las cáscaras de naranja y maracuyá, se procedió a tamizarlas para poder separarlas por tamaño de partícula, con un tamiz de 850µm, y finalmente una vez realizado todo lo anterior, se procedió a poner en contacto con el agua el polvo obtenido de las cáscaras de naranja y maracuyá, se realizaron varios análisis tanto para el tratamiento de la cáscara de naranja, como el tratamiento de la cáscara de maracuyá, teniendo cada tratamiento siete subtratamientos con las siguientes dosis: 5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 25 g, 30 g y 30 g de cáscaras y también seleccionándolas por tamaño de partícula < 850 µm y > 850 µm de ambas cáscaras, también se realizaron los respectivos análisis fisicoquímicos como pH, conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto y turbidez.

Se realizó análisis al agua de río sin tratamiento, donde obtuvo un pH, conductividad, turbidez, oxígeno disuelto, temperatura, concentración de metales pesados, de los cuales nos enfocamos en plomo (Pb) y arsénico (As), al comparar la concentración de metales con las normas de estándar de calidad ambiental establecidos para agua de riego de vegetales, son indicaron que sobrepasa para la concentración de plomo mientras que para la concentración de arsénico se mantiene dentro de los estándares. Utilizando los agitadores magnéticos se pudo realizar los tratamientos con cáscaras para posterior a ello, enviar nuestras muestras nuevamente a analizar y determinar si se lograron reducir o no estos metales pesados, y con estos resultados obtener un porcentaje de remoción, capacidad de adsorción, dosis y tiempo óptimos y así cumplir con nuestros objetivos.

**Palabras Claves:** Eficiencia, cáscaras, adsorbente, metales pesados, porcentaje de remoción, capacidad de adsorción.

## Abstract

The present research work was carried out in the province of Huarochirí, in the district of Cocachacra, Corcona, Lima 2019, whose objective was to determine the efficiency of the adsorbent material based on orange peel and passion fruit for the removal of arsenic and lead in different dose in waters of the Rímac River. The methodology used was, first, to take water samples from the Rimac River, from the section that remains the town of Corcona - Santa Cruz de Cocachacra, subsequently the water samples were transferred to the laboratory to apply the treatment, orange peels were used and passion fruit totally dehydrated (dried), this was achieved with the help of an oven, at approximately 50 ° C, for 4 hrs to 5 hrs. Once the peels were dried, they were crushed to make them powder, with the help of a blender, having the powder of the orange and passion fruit peels, they were sieved to be separated by particle size, with a 850um sieve , and finally once all the above was done, the powder obtained from the orange and passion fruit peels was brought into contact with the water, several analyzes were carried out both for the treatment of the orange peel, as the treatment of the peel passion fruit, each treatment having seven sub treatments with the following doses: 5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 25 g, 30 g and 30 g of husks and also selecting them by particle size <850 μm and> 850 μm both shells, the respective physicochemical analyzes such as pH, electrical conductivity, temperature, dissolved oxygen and turbidity were also performed.

River water analysis was performed without treatment, where it obtained a pH, conductivity, turbidity, dissolved oxygen, temperature, concentration of heavy metals, of which we focus on lead (Pb) and arsenic (As), when comparing the concentration of metals with the standards of environmental quality standard established for vegetable irrigation water, are indicated that exceeds for the concentration of lead while for the concentration of arsenic remains within the standards. Using the magnetic stirrers, it was possible to carry out the shells treatments for later, send our samples again to analyze and determine if these heavy metals were reduced or not, and with these results obtain a percentage of removal, adsorption capacity, dose and Optimal time and thus meet our goals.

**Keywords:** Efficiency, shells, adsorbent, heavy metals, removal percentage, adsorption capacity.

## I. INTRODUCCIÓN

En Perú, las actividades industriales como la minería, la fabricación de pinturas, el curtido del cuero, el galvanizado de metales, etc., produce volúmenes considerables de efluentes que son descargados en los cursos de agua, como lagos y ríos, que en muchos casos superan el límite máximo permisibles (MINAM, 2017).

Las actividades mineras son las más remuneradas y viene desarrollándose en la provincia de Huarochirí, Lima, donde podemos encontrar diversas zonas de concesiones mineras en cada localidad, lo cual viene deteriorando el curso del río Rímac que pasa por esta zona afectando su calidad y transportando en sus aguas metales pesados altamente perjudiciales, y de esta manera agravando la situación de este río, que se conoce como uno de los más contaminados de nuestro país.

En Santa Cruz de Cocachacra, Huarochirí se desarrollan diversas actividades económicas, siendo las principales, la agricultura y el comercio, sobretodo en la localidad llamada Corcona que será objeto de nuestro estudio, donde se encuentra la cuenca media del río Rímac. Corcona a su vez, es una localidad muy importante debido a la ubicación de la garita de control que se encuentra en esta zona.

Todas las industrias generan efluentes que en su mayoría están cargados con metales pesados provenientes de cada uno de sus procesos de producción, estas aguas residuales industriales son desechadas sin ningún tratamiento previo, si bien es cierto, esto debería ser una obligación para las empresas de todos los rubros, para no afectar al medio ambiente, sin embargo, no todas son conscientes de ello.

El gran desarrollo económico, industrial y poblacional de la provincia, ha traído consigo además del progreso, una serie de problemas ambientales, los cuales afectarán a medio o largo plazo a los pobladores, por ello se deben realizar acciones desde ahora para minimizar o revertir estos daños (BOBADILLA,2015).

Para elaborar la presente investigación se buscó una secuencia de trabajos previos que vendrían a ser los **antecedentes**, donde dichos autores también nos mencionan cuáles son sus objetivos, el método o tratamiento usado y cuáles fueron sus resultados.

De acuerdo con VERA, K (2014), tuvo como objetivo relacionar las concentraciones iniciales y finales en ppm de As, asimismo, el porcentaje de remoción de As, tomó siete parámetros fisicoquímicos los cuales son pH, concentración del metal, tamaño de partícula, T °, condición de operación y tipo de tratamiento, dándoles valor a cada uno de ellos. Sus resultados fueron que de los 8 tratamientos aplicados para la remoción de As, no encontraron alguna diferencia, pero en dos de esos tratamientos lograron porcentajes mayores de remoción de As, los cuales fueron; tratamiento dos (temperatura = 22 °C, pH (5.5), tamaño de partícula (0.4 mm), tiempo de contacto (2 h), concentración de As (90 ppm), dosis (1 g), indicando la mayor remoción de As con 23.49 %), tratamiento uno (temperatura = 22 °C, partículas de 0.4 mm, tiempo de contacto = 4 h, pH = 5.5, concentración de As = 90 ppm, dosis = 0.3 g, indicando con un porcentaje de remoción de As (20.52 %). Concluyeron que el tratamiento dos fue el que tuvo mayor remoción de As, sobresaliendo con un 12.65%.

ZEIN, R. et al. (2014), en su artículo nos menciona que utilizó cáscara de fruta de palma de azúcar para eliminar metales pesados en solución acuosa, los factores que influyeron en la adsorción fueron pH, masa del biosorbente y la concentración del metal. El porcentaje de eliminación en condiciones máximas fue: 0.28, 0.52, 0.43 y 0.58 mg/g para Cr (III), Cr (VI), Cd (II) y Zn (II), respectivamente. En este artículo se demuestra que el rendimiento de la biosorción de metales por *Arenga pinnata* tiene muchas ventajas, tales como una buena remoción y eficiencias de desmontaje.

De acuerdo con FUENTES, N. y VIZCAINO, L (2015), en su artículo tuvo como objetivo principal fue disminuir la concentración de los metales pesados, evaluó la remoción mediante un sistema que diseñó con algas rojas, tuna guajira y cáscaras de naranja, aplicaron a los tratamientos soluciones químicas como (Ca) y Sodio (Na). Sus resultados tuvieron una similar eficiencia de las 3 cáscaras para remoción de Cadmio y Plomo, con algas modificadas con NaOH 0.1 M, utilizando un reactor de lecho fijo con volumen de 400 mL con una dosis de 75g por un tiempo de 1 a 2 horas, sus promedios fueron superiores al 95%, pero para Zinc solo se removió con mejor eficiencia con un 62%, empleando la tuna como sorbente.

A su vez, CASTRO, B (2015), planteó el objetivo de aplicar la cáscara de banano seca, para usarlo como un biosorbente que pueda remover plomo y cromo, y se encontraban en un alto nivel de concentración en aguas contaminadas, finalmente obtuvo como resultados que el polvo de cáscara de plátano con tamaño de partícula de 250  $\mu\text{m}$  y a 10 g/L de concentración tiene un mayor porcentaje de retención de Pb 58.2%, en comparación con el Cr, pero que en ambos casos, el biosorbente cumplió la función asignada.

LOSADA GALINDO, L., SOTTO, M. y ARTUNDUAGA, O. (2015) en el artículo menciona que utilizó cáscara de Moringa Oleifera como bioadsorbente para la eliminación de cromo (Cr) contenida en una solución de dicromato de potasio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), teniendo en cuenta variables como pH, temperatura, tiempo de contacto y dosis del adsorbente, se obtuvo un 90% de eliminación de cromo con un pH de 3. Además, nos dicen en su investigación que el uso de vegetales como bioadsorbentes para eliminar metales pesados en soluciones acuosas, ha ganado mucha importancia en el campo ambiental en los últimos años, ya que se considera una técnica eficiente y de bajo costo a comparación de otros métodos convencionales.

Según DAWODU, F y AKPOMIE, K. (2015), en su investigación se describe la adsorción de iones metálicos, usando un compuesto de cáscara de arroz y montmorillonita como un nuevo adsorbente, en el cual, el cambio en el pH de la solución, la concentración inicial de metal, la dosis de adsorbente, el tiempo de contacto y la temperatura de la solución fueron factores que afectaron la adsorción, se determinó que el adsorbente modificado con cáscara de arroz registró una mayor capacidad de adsorción que los derivados ácidos y alcalinos que no fueron modificados.

Según SHI B, WEIYUAN ZUO W., ZHANG J, TONG H. Y ZHAO J (2016), en su artículo tuvo como objetivo eliminar Pb (II) mediante las cenizas de las cáscaras de las semillas de *Jatropha curcas* L., consiguieron las semillas después de la extracción de aceite, lavaron las semillas agua para eliminar el polvo e impurezas solubles en agua, luego secan las semillas a temperatura ambiente. Para eliminar la estructura sólida de las cáscaras de semillas, se colocaron en un horno de mufla y calentado a 300 ° C durante 1 hora y 40 min para formar cenizas. Se sacaron las semillas del horno y se dejó enfriar a temperatura ambiente, luego fue molido y fue seleccionado por tamaños de acuerdo al número de tamiz

de 0.50 a 1.0 mm. Después las cenizas de la cáscara de semillas se trataron en 100 ml de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 5M, a 30 °C por 12 horas. Sus resultados mostraron que la capacidad máxima de adsorción de la ceniza de la cáscara de semilla *Jatropha curcas* L fue 263.10 mg/g<sup>-1</sup> a 298 K y pH de 5, confirmando que es eficaz para la eliminación de Pb (II) y que éste tratamiento podría ser una tecnología eficiente y económica para la eliminación de metales pesados del efluente industrial.

De acuerdo con ROMERO, GONZÁLEZ, BALDENEGRO Y CARRASCO (2016), en su artículo tuvo como objetivo la evaluación del uso de tratamientos térmicos para la preparación del biosorbente, analizar las cáscaras de pomelo realizados en columnas de lecho fijo y explicar cómo es el mecanismo de adsorción del metal con el tratamiento de la cáscara de pomelo. Sus resultados fueron que el uso de columnas de lecho fijo aumenta la porosidad del material 11.3 veces. Las evaluaciones de la capacidad de adsorción de las cáscaras indicaron que aquellos que fueron preparados con el proceso de columna de lecho fijo tuvieron un aumento del 32% y al realizar el tratamiento químico posterior existió una mejora del 69% en capacidad de adsorción, a comparación con la cáscara seca. En los estudios que los autores hallaron, menciona que la capacidad de adsorción de lecho fijo, la capacidad de adsorción máxima del lecho y la tasa mínima de adsorbente fueron 52,48 mg g<sup>-1</sup> y 24 g L<sup>-1</sup>, respectivamente. Finalmente concluyeron que, se puede llegar a obtener una alta capacidad de adsorción utilizando cáscaras de pomelo modificados en columnas de lecho fijo.

Según MA X, LI D., WU Z., ZHANG H., CHEN X. Y LIU Z (2016), en su investigación tuvo como objetivo estudiar las posibilidades de eliminación de Hg(II) por la pectina extraída de la remolacha azucarera; su procedimiento consistió en que el polvo de pulpa se obtuvo a un tamaño de malla 60, se blanqueó a 95 °C y se secó en el horno de convección de aire a 45 °C, el polvo de remolacha (5 g) se disolvió en agua destilada y la concentración de ácido sulfúrico utilizada fue 0,0147–0,0344% en peso. Dicha mezcla calentó a 80, 90 y 100 °C por 100, 120, 140 minutos respectivamente, después se filtró los sorbentes, se enfrió a 4 °C y luego se centrifugó por 15 minutos a 3000 rpm. El tratamiento se precipitó con etanol puro a 1:2 v/v por 1 hora, se filtró y se lavó tres veces con etanol al 95% y por último se secó a 45 °C de temperatura por 14 horas. Sus resultados demostraron que el rendimiento óptimo de la remolacha azucarera era 31, 66 % con 99 °C por 108 min,

0,0034 % en peso de la concentración del ácido, el pH de Hg (II) aumentó y la capacidad máxima de adsorción de Hg(II) fue de 23,6 mg/g; y así demostrando tener gran potencial para eliminar Hg de las aguas residuales.

Según MARSHALL, R. y ESPINOZA, J (2016), cuyo objetivo fue estudiar el proceso de biosorción de plomo y mercurio, donde utilizó las cáscaras de limón y toronja, su proceso consistió en trabajar el proceso de biosorción poniendo en contacto las cáscaras después de pasar por el proceso de molienda y deshidratación con las soluciones contaminadas con plomo y mercurio a 20 ppm con un tiempo de contacto por 48 horas. Los tratamientos que realizó fueron dos, en el primer tratamiento utilizó la cascara de los cítricos molidas y sin reticulación, con pH reguladas ligeramente entre 4 – 6 con HCL al 0,1M donde benefició la biosorción, en el segundo tratamiento solo utilizó las cáscaras reticuladas con una solución de CaCl<sub>2</sub> al 0.2 M, con pH regulados ligeramente en 5 con HCL 0.1M. Finalmente pudo determinar porcentajes muy eficientes de la biosorción, obteniendo resultados para la cáscara de toronja con un 93.54% para Pb (630µm) y para la cáscara de limón con un 96.08% para Hg (315µm).

TEJADA, HERRERA y NUÑEZ (2016), tuvieron como objetivo principal remover el plomo usando biomasa de naranja y también zuro de maíz, para obtener buenos resultados realizaron el proceso adecuado para la obtención de las biomásas (limpieza, troceado, secado, molienda, almacenamiento), pudieron comprobar que las biomásas presentaban gran potencial para remover dichos metales, obtuvieron porcentajes de 99,2 % y 67,5 % respectivamente, pero cuando manipularon las biomásas modificándolas tuvieron resultados menores por lo que sugirieron experimentar con diferentes agentes modificantes.

Según GARCÍA A (2016), en su investigación tuvo como objetivo elaborar una bio resina que intercambiaba cationes a partir de cáscaras de plátano, para con ella lograr reducir las concentraciones de metales pesados que se encontraban en el agua contaminada, en base al tiempo de contacto, temperatura y tipo de cáscara. Se concluyó en este estudio que la bio resina elaborada a partir de cáscara es efectiva para poder remover hierro, cromo y níquel, siendo en mayor proporción más efectivo al reducir cromo, ya que removió hasta un 90% de este metal.

RAMÍREZ, M (2016), en su tesis su objetivo fue demostrar la bioadsorción de Cu, Cd y Mn, también el aprovechamiento a los residuos orgánicos, para así desarrollar una buena opción para remediar la Laguna Colquicocha. Fue un estudio a nivel laboratorio de diseño experimental y de tipo aplicada-tecnológica, donde se experimenta con residuos orgánicos que es la cáscara de naranja. Su procedimiento fue a nivel laboratorio, la muestra de agua de la Laguna obtuvo un pH (7,5), temperatura (7°C), determinaron la porción óptica de la cáscara de naranja y agua de laguna, donde sus resultados fueron: para Cu hasta en 0.02mg/L que representa una reducción de 66,67%, para Cd (0.041 mg/L) que representa una reducción de 84% y para Mn (3,68 mg/L) que representa una reducción de 53,95%. Los resultados demostraron que la bioadsorción de la cáscara de naranja puede ser utilizada como un complemento a un tratamiento o técnica de remediación biológico para agilizar el tiempo de remediación de la laguna.

Según SAURABHKUMAR SINGH y SANJEEV R. SHUKLA (2017), en su artículo tomó como objetivo es estudiar sobre la remoción de Ni(II) con cáscaras de lima cítrica, recolectaron las cáscaras de una tienda de juegos, éstas cáscaras fueron lavadas con agua para eliminar todo polvo e impurezas presentes, luego fue sometida al horno para el secado de ella a una temperatura de 608 °C por 24 horas, una vez seco trituraron en un mezclador de casa, luego nuevamente fue lavado para que se elimine todo el colorante natural, se secó en el horno con la misma temperatura de 608 °C por 24 horas y finalmente fue tamizado de tamaño 1 mm. Evaluaron sus parámetros como el pH inicial, la concentración de metales, la dosis de cáscaras para la remoción de Ni(II), utilizaron 6 y 2 g/L con un tiempo de 45 minutos. Encontraron que la capacidad máxima de adsorción era de 27, 78 mg/L, el pH óptimo era de 6, tiempo de 45 min y que 240 L de agua pueden ser tratados por 1 kg de cáscara de lima. Finalmente, los resultados demostraron que las cáscaras de lima cítrica pueden ser un absorbente eficaz para desintoxicar las aguas residuales contaminadas con Ni(II) y la elevada capacidad de adsorción de níquel con cáscaras de lima cítrica sugiere su utilidad a escala industrial.

Según SANTOS E., DOMÍNGUEZ J., CÁRDENAS J. Y ACOSTA I (2017), su tratamiento consistió en trabajar con 100 ml de una solución de 1 mgL<sup>-1</sup> de As (V) obtenida por dilución de una solución patrón de 100 mgL<sup>-1</sup> a partir de Arseniato de sodio

en agua tri desionizada, ajustaron el pH de la solución a analizar con ácido nítrico 1M. Luego realizaron diluciones a concentraciones de 1 a 5 mgL<sup>-1</sup> del metal, usaron el matraz Erlenmeyer de 250 ml el cual contenía 1 g del tratamiento modificado, se adiciono 100 ml de 1 mg L<sup>-1</sup> de As (V) a 28°C y 100 rpm, usando alícuotas de 5 mL a tiempo de 4, 8, 12, 16, 20, 24 y 28 horas, para así centrifugar a 3000 rpm cada 5 min, finalmente utilizaron el análisis de espectrofotometría de absorción atómica la cual le da resultados de las concentraciones de metales que tiene este río, sus resultados obtenidos fueron una mayor bioadsorción de 1 g del tratamiento con 69%, pH 6, temperatura de 28 °C y 100 rpm. Dando como conclusión que la mayor concentración de arsénico fue menor la remoción, y que al aumentar la concentración de las cáscaras la remoción obtiene un 96 % (5 g). Concluyendo que este tratamiento se puede utilizar para remover As en aguas residuales industriales.

Según lo expuesto por ORDOÑEZ, A (2017), tuvo como objetivo determinar la capacidad de biosorción de la biomasa de papa para la remoción de metales pesados. En su metodología usaron 0.1g del biosorbente (cáscara de papa) con pH diferente y partícula menor a 0.3 mm; obtuvo como resultado un pH de 4 para Cromo y Plomo, también realizó estudios isotérmicos donde calcularon el nivel máximo de retención de plomo y cromo, siendo 98.39 mg/g y 14.59 mg/g respectivamente. Se concluyó que el biosorbente a base de cáscara de papa tiene una buena capacidad de biosorción de Cromo y Plomo, también se concluyó que, a mayor concentración tomará más tiempo la remoción.

Según SANDOVAL G., ALVARADO S., ELVIR D, MENDOZA D., REYNEL H. y BONILLA A (2018), estudiaron la adsorción de metales con cáscara de naranja modificada, para tratar la cáscara utilizaron hidróxido de sodio y Cloruro de calcio para así mejorar las propiedades de adsorción. Para la adsorción de Cd<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup> y Zn<sup>2+</sup> se realizaron en diferentes condiciones de operación, incluyendo la mezcla metálica binarias. Sus resultados mostraron que el proceso de adsorción fue endotérmico el cual un mecanismo de intercambio catiónico desempeñó un papel relevante. La validez del adsorbente bajó en las soluciones binarias, indicando un elevado comportamiento de adsorción antagonista causado por los iones presentes. La adsorción de iones Cu<sup>2+</sup> no fue afectada por la presencia de otros iones metálicos, pero la adsorción de Ni<sup>2+</sup> podría ser reprimido completamente por los otros iones.

CAMPOS, G. et al. (2018), en su artículo tuvo como objetivo evaluar cuán eficiente era el tratamiento de uso de la biomasa de la cáscara de maracuyá como un cuerpo adsorbente para remover metales pesados presentes en las aguas contaminadas. El tratamiento de la cáscara paso por diferentes procesos (lavado, triturado, deshidratación, molienda, tamizado) para poder recién ser utilizado y combinarlo con la muestra de agua y se pudo concluir que la eficacia de la biomasa de maracuyá tuvo una buena capacidad de adsorción, alcanzando altos niveles de remoción de 96% (Pb), 93% (Cr) y 82% (Cu), demostrando que este tratamiento se podría utilizar como un material adsorbente para tratar aguas contaminadas por iones de Pb, Cr y Cu ya que pueden eliminarse en más del 80%.

Según lo expuesto por RAMIREZ, Y (2018), aplicó la cáscara de plátano para reducir la concentración de los metales pesados como Fe, Ni y Pb en las aguas de Huaraz donde la aplicación de la cáscara fue una buena opción como tratamiento. El método de éste trabajo de investigación está basado en la simulación de una unidad de tratamiento con agitación de flujo radial, aplicando la biomasa de plátano como un medio adsorbente, y esto fue realizado mediante la prueba de jarras, luego identificar la cantidad óptima del medio adsorbente de la cáscara de plátano y los parámetros óptimos de la mezcla, la gradiente de velocidad y el tiempo. Su resultado obtenido fue que la cantidad requerida del medio adsorbente es de 16.20 mg, y los parámetros de mezcla perfecta se tiene para Fe, Ni y Pb con tiempos de 10 min, 7 min y 10 min y la gradiente de velocidad de 64rpm, 78 rpm y 90 rpm respectivamente, el análisis de estadística indicó que un 92.2% y 15.3% es eficiente para la remoción de los metales Hierro, Níquel con el tratamiento de la cascara de plátano, mientras que para el Plomo no es eficiente en un 0.0%. Concluyendo que la aplicación de este tratamiento sí remueve metales de Fe, Ni, pero no para Pb.

En su investigación HERRERA A. y SOSA S (2018), en su tesis titulada “Evaluación y comparación de la biosorción de Cr (VI) usando cáscaras de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum*), tuvo como objetivo evaluar y comparar estos cuatro tipos de cáscara de papa las cuales fueron Canchan, Perricholi, Peruanita y Única para remoción de Cr(VI) y así poder determinar cuál es efecto al usar este tratamiento. La realización de tu metodología fue al azar con referencia al escoger los tipos de papas, las aguas a tratar tuvieron una concentración de 1,5 ppm y 3 ppm a partir de una solución madre de  $K_2Cr_2O_7$

(dicromato de potasio) empleando el análisis de espectrofotometría UV/VIS siendo éste su método para la determinación de las concentraciones finales de cada tratamiento utilizado. Parte de la preparación de su tratamiento de cáscaras de papas llevó un pre tratamiento después del secado, molido y tamizado (180 - 850  $\mu\text{m}$ ) utilizando  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  (ácido cítrico) para aumentar la capacidad de retención de éste metal, y la otra parte de del tratamiento de cáscaras de papa solo pasaron por el proceso de secado, molido y tamizado. A estas ambas partes de tratamientos se realizaron análisis de cinética para saber el índice de retención que tienen, al tiempo de 30 minutos se obtuvo que sea el tiempo óptimo donde tiene mayor índice de retención. Los resultados fueron que las cáscaras tratadas con  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  fueron las que obtuvieron hasta un 96 % de adsorción siendo la más óptima de los cuatro tipos de cáscaras de papas, luego se llevó al tratamiento con diferentes pH (2, 4, 6 ,8) con cantidades de 1 g, 2 g, 3 g y 4 g y temperaturas de  $20 \pm 2$  °C y  $30 \pm 2$  °C. Se logró como resultado en mejor absorción con el pH 2, 2 g y 30 °C, con el tipo de papa Peruanita y Canchan. Finalmente, los autores lograron comprobar que las cáscaras de papas para la biosorción de Cr (VI) es una técnica fácil de realizar, económica y sin necesidad de mucho tiempo de realización, ya que pudieron obtener buenos resultados y tal vez usarlos para tratar aguas residuales industriales o remediar cualquier otro metal pesado que causa daño al medio ambiente.

Según TICONA, V (2018), en su tesis titulada “ Estudio de la determinación de la actividad floculante en aguas provenientes del río Chili conteniendo As, Pb y Cr tratados con pectina obtenidos a partir de la cáscara de naranja, limón y mandarina”, tuvo como objetivo estudiar la actividad floculante en aguas del río Chili el cual contiene As, Pb y Cr así utilizar su tratamiento mediante cáscaras de naranja, limón y mandarina para la remoción de estos metales, también determinar cuál es el porcentaje de remoción óptimo para estos metales. Las cáscaras usadas de éstos cítricos fueron lavadas, secadas, molidas y desmetóxulas con Na OH (hidróxido de sodio), luego fue reticulada con la solución de  $\text{CaCl}_2$  (cloruro de calcio) con un pH de 5 y manteniéndose en agitación, obteniendo 180-250  $\mu\text{m}$  de tamaño. Como resultado de pectina para la cáscara de naranja el pH fue de 6,25; porcentaje de humedad 13,14% contenido de cenizas de 9,73%; fibra 22,71%; limón el pH fue de 6,55; porcentaje de humedad 12,57%; contenido de cenizas 10,51%; fibra 27,43% y mandarina el pH fue de 5,55; porcentaje de humedad 12,76%, cenizas 9,39% y fibra de 26,11%. Los resultados para la cáscara de naranja fue que en porcentaje de

remoción de 43,13% (As), 17,65% (Cr); para la cáscara de limón removió 40,89% (As), 11,76% (Cr) y para cáscara de mandarina logró remover 43,64% (As), 71,95% (Pb). Logró obtener una eficiencia para cáscara de mandarina 71,95 % (Pb), mayor remoción 43,64 % (As) a comparación de la cáscara de limón y naranja que obtuvo en eficiencia 43,13 % (Pb) y mayor remoción 40,89 % (As).

Según DE LA CRUZ, D (2018), su trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el uso de bagazo de caña de azúcar activado utilizando el aditivo  $H_3PO_4$  para la remoción de Pb en las aguas del Río Chillón, realizaron tres tipos de tratamientos con ácido fosfórico al 21%, 50% y 80%, donde el 1° tratamiento con ácido fosfórico al 50% se obtuvo una mayor disminución del contaminante con 0.0777mg/L, en el 2° tratamiento con  $H_3PO_4$  al 50% se obtuvo mayor disminución del contaminante con 0.075 mg/L y en el último tratamiento con ácido fosfórico al 21% se obtuvo mayor disminución del contaminante. Dando una conclusión de que la productividad tratamiento para la biosorción del plomo tiene una alta capacidad de reducción, llegando a obtener un rendimiento de 93.25%.

Según SHARIFUL, M. et al. (2018), menciona que emplearon carbón activado sintetizado con activación química a partir de la cáscara de arroz y la membrana nanofibrosa de quitosano/poli (óxido de etileno) se sintetizó mediante un proceso de electrohilado. Las cáscaras de arroz fueron recolectadas de un centro donde hay plantas procesadoras de arroz, utilizaron el hidróxido de potasio para utilizarlo en la etapa de activación del tratamiento, lavaron el arroz y lo secaron a 120 °C durante 24 horas, luego fue carbonizada a 450 °C durante 3 horas con una velocidad de calentamiento de 10 veces por minuto, una vez formada el carbón se volvió a lavar y se mantuvo en la estufa durante 28 horas con 70 °C, el carbón ya seco se le añadió y mezcló con hidróxido de potasio, luego se añadió 15 mL de agua destilada, se colocó al agitador magnético durante 2 horas, por último el carbón llegó a tener entre 6 a 7 de pH, finalmente se obtuvo de este estudio una capacidad máxima de adsorción para iones Cr (VI), Fe (III), Cu (II), Zn (II) y Pb (II) era 261.1, 217.4, 195.3, 186.2 y 176.9 mg/g<sup>-1</sup> respectivamente.

Según PETRELLA, A. et al. (2018), emplean para su estudio los residuos lignocelulósicos de la industria del aceite de oliva, se usaron como sorbentes para la retención de metales

pesados (Pb +2, Cd +2, Ni +2) en agua y tratamientos de aguas residuales, realizaron el lavado, secado y triturado 2 g de sorbente, luego procedieron a tamizar y después le agregaron cloruro de hidrogeno 1M e hidróxido de potasio 1M por tres veces hasta obtener un pH neutro; y las retenciones máximas de metales alcanzadas en soluciones de iones individuales fueron 22.4 mg/g, 10.5 mg/g, 5.04 mg/g respectivamente para (Pb +2, Cd +2, Ni +2) se detectaron cifras más bajas en el caso de sistemas ternarios con valores superiores a 10.51 mg/g, 5.11 mg/g, 3.81 mg/g respectivamente.

Según lo expuesto por YRIGOIN, K (2019), en su trabajo de investigación realizó un análisis al agua de pozo del Centro poblado de Médano y los resultados arrojaron una alta concentración de Arsénico, para lo cual aplicaron las propiedades de la biomasa de naranja, realizando el procedimiento de prueba de jarras y decantación, En el proceso de estos análisis se pudo medir la concentración inicial de As (0,5mg/L), después aplicaron diferentes dosis de biomasa de naranja, en una muestras distintas de pH, logrando la dosis de 4 g aplicada a la muestra de agua de pH 5, donde se pudo disminuir la concentración de As a niveles no detectables.

ZBAIR, M. et al. (2019), en su publicación nos dice que se prepararon microesferas de carbono, las cuales pasaron por un proceso de sintetizado con flujo de nitrógeno desde las cáscaras de las nueces y que esto lo usaron como un adsorbente de Pb (II), Cu (II), Cr (III) y Cd (II), producto de esto se obtuvo una eliminación rápida de estos metales en muestras de agua sintética. En este estudio se tomó en cuenta principalmente el pH de la solución, el tiempo de contacto y la temperatura durante el proceso, además se logró concluir que con esta investigación se obtuvieron las capacidades de adsorción más elevadas que se han logrado hasta el momento para estos metales, siendo 792, 638, 574 y 345 mg/g para Cr (III), Pb (II), Cd (II) y Cu (II) respectivamente con un pH de 5.

Según COBBINA, S., DUWIEJUAH, A. y QUAINOO, A. (2019), se produjeron biochares a partir de cáscaras de maní en pirólisis lenta y rápida los cuales fueron utilizados para la eliminación de Cd+2, Hg+2 y Pb+2 en solución acuosa. Para este estudio se tomó en cuenta diferentes soluciones de pH, dosis constante del biochar, un tamaño de partícula de 2 mm, concentraciones de iones metálicos variantes, un tiempo de contacto constante la temperatura, para así lograr determinar la eficiencia de eliminación de los metales pesados.

Se concluyó que la eficiencia de eliminación del biochar hecho a base de cáscara de maní fue 99.6% para  $Cd^{2+}$  bajo tres límites máximos de contaminantes. Además, en pirólisis rápida se pudo determinar el 100% de eficiencia de eliminación de  $Cd^{2+}$  y  $Pb^{2+}$  en mezclas binarias con concentraciones de 0.04: 0.10, 0.08: 0.20 y 0.20: 0.50 mg / l. La eficiencia de eliminación en pirólisis lenta fue del 100% para  $Pb^{2+}$  y  $Hg^{2+}$ , excepto  $Cd^{2+}$  que mostró 99.05, 99.46 y 99.69% en los pliegues uno, dos y cinco del sistema ternario, respectivamente. En este estudio se mostró que el biochar hecho a partir de cáscaras de maní se puede utilizar para adsorber metales pesados en soluciones acuosas ya que es efectivo y rentable.

PATHIRANA, C. et al. (2019), utilizaron residuos de fábrica de té y biochar de cáscara de coco, este estudio cuantificó la influencia y la importancia relativa de las propiedades fisicoquímicas seleccionadas sobre la capacidad de adsorción de tres metales pesados divalentes.;  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  y  $Pb^{2+}$  utilizando análisis multivariado. Se concluye de este estudio que todos los modelos elaborados tuvieron una alta confiabilidad con valores de  $R^2$  mayores a 0,98, además se descubrió que los grupos funcionales que poseen una superficie ácida actúan como factor clave más importante para determinar la capacidad de  $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$  y  $Cd^{2+}$ , los grupos carboxílicos fueron importantes para determinar la adsorción de  $Cu^{2+}$  y  $Pb^{2+}$ , y por último los grupos lactónicos fueron más importantes para proporcionar sitios de unión a  $Cd^{2+}$ .

En la investigación de ODISU, T., EDOMWONYI-OTU, L y ANIH, E. (2019), se utilizó carbón activado de cáscara de palma, coco y maní para disminuir la concentración de metales pesados en aguas residuales de la industria cementera, ya que es conocido que estas aguas son una fuente importante de contaminación, por ende, en este estudio se evaluó la adsorción comparativa de metales pesados, utilizando 0.1M KOH como agente activador a 400°C se determinó que para el carbón activado de cáscara de palma y carbón activado de cáscara de maní se redujo la concentración de zinc en agua de 0.06mg/l a 0.01mg/l, además con carbón activado de cáscara de coco se redujo la concentración de hierro en un 50% para un rango de temperatura de 450 ° C - 500 ° C. Por otro lado, al usar otro agente activador, ZnCl 0.1 M los tres tipos de adsorbentes redujeron la concentración de Zn, Fe y Pb a 0.01mg/l dentro del rango de temperatura de 400 ° C - 450 ° C, por último, con ZnCl 0.2 M se redujo Níquel a 0.01 mg/l con los 3 adsorbentes para un rango

de temperatura de 400 ° C a 500 ° C. Como conclusión se obtuvo que los tres materiales son buenos adsorbentes de metales pesados, pero su rendimiento depende de la temperatura y los agentes activadores.

La elaboración del presente proyecto de investigación ha sido desarrollada siguiendo una serie de **teorías relacionadas y conceptualizaciones** a nuestro proyecto a realiza que corresponden a la variable independiente. Se define **la eficiencia** global de un tratamiento, se basa en lograr una determinada calidad de agua deseada, a menor tiempo, dosis y costo de operación posible [...] hay que determinar específicamente que grado de remoción aporta cada tratamiento, para obtener un valor aceptable diferente al valor obtenido inicialmente antes de aplicado el tratamiento (Ríos, s.f.).

**La adsorción** se entiende como la remoción por adherencia de las impurezas (líquidos, gases, materia suspendida, coloides, moléculas, átomos e iones disueltos) de la sustancia en la superficie (que incluye los poros o superficie interna) del sorbente (interfase entre las dos fases). Como en la siguiente ecuación donde A es el adsorbato o sustancia absorbida sumando B que es el adsorbente siendo igual A por B que es el compuesto formado con la adsorción.

Para poder hallar la capacidad que tienen las cáscaras se aplicó la siguiente fórmula donde,  $Q_e$  es la capacidad de adsorción expresada en miligramos sobre gramos, V es el volumen de la solución inicial expresada en litros, M es la masa de la muestra expresada en gramos,  $C_i$  es la concentración metálica en la solución inicial expresada en miligramos sobre litros y  $C_f$  es la concentración metálica final expresada en miligramos sobre litros.

#### Fórmula de la Capacidad de Adsorción

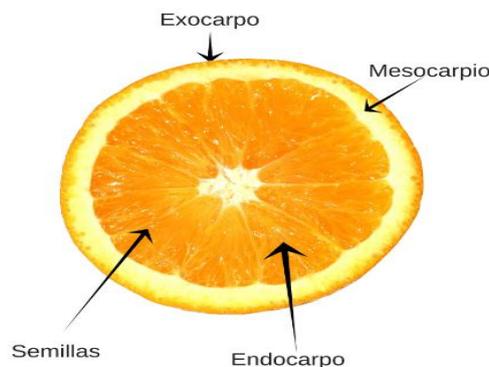
$$Q_e = \frac{(C_i - C_f)}{M} \times V \dots\dots (1)$$

Los tipos de adsorbente más utilizados, especialmente en el tratamiento de agua, son: el carbón activado, resinas adsorbentes de intercambio orgánico, óxidos metálicos, entre otros.

Para Ministerio de Agricultura y Ganadería (1991) **los cítricos** son originarios de las regiones tropicales y subtropicales de Asia y del Archipiélago Malayo. Solo tres géneros de cítricos poseen importancia comercial: Poncirus, Fortunella y Citrus; el último incluye las especies más cultivadas.

Del mismo modo según los Archivos latinoamericanos de nutrición (2018), **la cáscara** representa aproximadamente del 45 al 60% del peso de la fruta. El material de desecho de las frutas está constituido principalmente por cáscaras, semillas y membranas capilares a partir de los cuales se pueden obtener harinas cítricas, pectina cítrica, aceites esenciales, pigmentos y productos cítricos especiales; así como también compuestos bioactivos que tienen efectos benéficos sobre la salud, tales como la fibra, y los polifenoles en especial los flavonoides. [...] En la actualidad se ha encontrado que las cáscaras de los frutos son las principales fuentes de antioxidantes naturales, por lo que se ha propuesto utilizar estos subproductos de la industria como antioxidantes naturales.

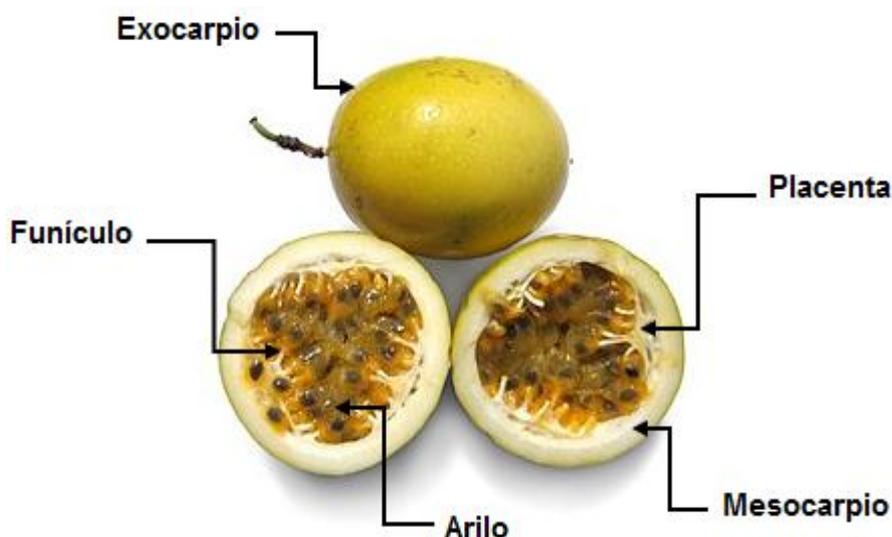
Asimismo, Pinzón (2005) define que **las cáscaras de naranja** han sido utilizadas por diversos autores para la biosorción de metales pesados. Realizó un estudio de caracterización de la cáscara de naranja para su uso como material biosorbente, en el cual concluyó que las cáscaras de naranja en las condiciones de reducción y clasificación por tamaños establecidos, puede ser utilizada como material adsorbente para la eliminación de metales como por ejemplo el Cr (III) presente en disolución acuosa. **La naranja** fruto de sabor dulce, que pertenece al género citrus, familia de las rutáceas (figura 1). Fundación española de nutrición (2013)



Fuente: <https://i1.wp.com/www.naranjasdelcarmen.com/blog/el-exprimidor/wp-content/uploads/3/2015/05/Exocarpo.png?resize=212%2C300>

Figura 1: Partes de la naranja

El **maracuyá** es un fruto tropical de una planta que crece en forma de enredadera, pertenece a la familia las Passifloras (figura 2) (Gerencia Regional La Agraria).



Fuente: <https://encrypted->

[tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR6HhYoZOxBmOc4X4jOp5c1MP5HwgF2LTxO1z8-uJXCyd94SSSA&s](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR6HhYoZOxBmOc4X4jOp5c1MP5HwgF2LTxO1z8-uJXCyd94SSSA&s)

Figura 2: Partes del maracuyá

Las cáscaras de naranja y maracuyá, tienen componentes muy importantes como lo señala Sustainable Forestry for Bioenergy & Bio-based Products (2007), **la lignina** es uno de los biopolímeros más abundantes en las plantas y junto con la celulosa y la hemicelulosa conforma la pared celular de las mismas en una disposición regulada a nivel nano-estructural, dando como resultado redes de lignina-hidratos de carbono. La composición o distribución de los tres componentes en esas redes varía dependiendo del tipo de planta. Asimismo, Gellerstedt & Henrinksson (2008), “La lignina está presente en todas las plantas vasculares, y al igual que muchos otros componentes de la biomasa, se forma mediante la reacción de fotosíntesis”.

Por otro lado, **las pectinas** son polisacáridos de origen vegetal presentes en las paredes celulares de todas las plantas. Comercialmente se utilizan las pieles de naranjas, limones y manzanas por su riqueza en pectinas y disponibilidad y por ser subproductos en la fabricación de zumos (Girbes, T. y Jiménez, P., s.f). Y según Cruz (2000) nos menciona que **la celulosa**, es la principal componente de las paredes celulares de los árboles y otras plantas. Es una fibra vegetal que al ser observada en el microscopio es similar a un cabello

humano, cuya longitud y espesor varía según el tipo de árbol o planta. [...] La celulosa se encuentra en las frutas, las hortalizas y los cereales como constituyente estructural de las paredes celulares, y también la producen ciertos microorganismos.

Para la realización del proyecto de investigación se tomarán características específicas también llamadas **indicadores y dimensiones** las cuales mostrarán cambios durante la ejecución del proyecto. Asimismo, las características más influyentes del material adsorbente según De los Santos (2015) señala que **el color** es pues un hecho de la visión que resulta de las diferencias de percepciones del ojo a distintas longitudes de onda que componen lo que se denomina el "espectro" de luz blanca reflejada en una hoja de papel. Estas ondas visibles son aquellas cuya longitud de onda está comprendida entre los 400 y los 700 nanómetros; más allá de estos límites siguen existiendo radiaciones, pero ya no son percibidos por nuestra vista.

El **Tamaño de partícula**, con mucho, la propiedad física más importante de las muestras es el tamaño de partícula. La medición de distribuciones de tamaño de partícula se lleva a cabo, por lo general, en una amplia gama de industrias y con frecuencia constituye un parámetro crítico en la fabricación de muchos productos (Malvern panalytical a Spectris Company, s.f). También se presentan las condiciones de operación del material adsorbente según Heidegger (2001) **el tiempo**, es lo que se puede fijar arbitrariamente en un punto que es un ahora, de tal manera que en relación con dos puntos temporales siempre se puede decir que uno es anterior y otro posterior. A este respecto ningún ahora puntual del tiempo se distingue de cualquier otro. El tiempo es así un desenrollar, cuyos estadios guardan entre sí la relación de un antes y un después. Cualquier anterioridad y posterioridad puede determinarse a partir de un ahora, que en sí mismo es arbitrario. Y según Green Facts (2019) **la dosis**, es la cantidad de una sustancia a la que se expone una persona durante un período de tiempo. La dosis es una medida de la exposición. Se expresa corrientemente en miligramos (cantidad) por kilo (medida del peso corporal) por día (medida del tiempo) cuando la gente come o bebe agua, comida o suelo contaminados. En general, cuanto mayor es la dosis, mayor es la probabilidad de un efecto.

Como siguientes **teorías relacionadas y conceptualizaciones** de nuestro proyecto a realizar tenemos las que corresponden a la variable dependiente, para Romero (2014) el

término de metal pesado describe a cualquier elemento químico metálico que tenga una relativa alta densidad y sea venenoso o tóxico en concentraciones bajas. Para Morales Fonseca y Ruiz Tobar (2008) mencionan que naturalmente existen 902 elementos químicos los cuales 21 son no metales, 16 son metales ligeros y los 3 restantes, incluyendo el Arsénico, son metales pesados. Se incluyen el Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Co, Hg, Ni, Pb, Al y Se. Y según lo mencionado por Cabrera Morelos, Valdés Perezgasga (1999) la existencia de los metales pesados en corrientes naturales y en efluentes líquidos industriales se ha vuelto en un tema actual tanto en el entorno ambiental como en el entorno de la salud pública.

El agravamiento de la contaminación ambiental por consecuencia de la elevada utilización de metales pesados es motivo de preocupación, dado a que no son química ni biológicamente degradables. Los metales pesados una vez en el recurso hídrico, estos de por sí permanecen en el medio ambiente durante muchos años debido a su gran movilidad en los ecosistemas acuáticos naturales. La concentración en los seres vivos se incrementa a medida que son ingeridos por otros, por lo que la ingesta de animales contaminados o plantas puede producir intoxicación, por su alta toxicidad para las formas de vida superiores, considerándose algunos de ellos carcinogénicos (Pinzón Bedoya y Vera Villamizar, 2009).

Los metales son liberados al medio ambiente principalmente de la fabricación de baterías, la minería, galvanoplastia, tratamiento de metales, tratamientos textiles, la fabricación de pinturas, curtiembres, refinado de petróleo, pesticidas, fabricación de papel, fabricación de pigmentos, de impresión y fotográficas industrias, etc. A fines del año 1980, aproximadamente 19,300 km de ríos y arroyos; y 72,000 ha de humedales y lagos de todo el mundo fueron afectados por actividades mineras (Olguín y Sánchez Galván, 2012).

De manera que se desea determinar la eficiencia del material adsorbente para la remoción de metales pesados (arsénico y plomo) en las aguas de la cuenca del Río Rímac en la provincia de Huarochirí, departamento de Lima, que presenta un alto grado de contaminación por metales, y para proceder a realizar nuestro análisis se tuvo que hacer una toma de muestras de agua en diferentes puntos, para posteriormente llevarlo al laboratorio y realizar la medición de los principales parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, conductividad eléctrica, etc) que sean necesarios para realizar el trabajo y más adelante ver los resultados.

Contaminación ambiental (2003) menciona que **los efluentes** son las descargas generadas por actividades humanas o industriales que son enviadas en su mayoría al río, incorporándose a su cauce contaminándolo con sustancias tóxicas que están influenciadas en su cantidad y concentración química. Se tienen muchas fuentes de emisión como las metalúrgicas, papeleras, alimentos, textiles, etc. Que se agravan su contaminación al ser arrojados con temperaturas más elevadas.

Asimismo, Ferré, Schuhmacher, Llobet y Domingo (2007), exponen que **los metales** son componentes naturales de la corteza terrestre. Tienen un papel importante en los organismos al ser parte fundamental de sus funciones bioquímicas y fisiológicas [...]. Pueden actuar también como potentes tóxicos, tanto para los seres humanos como para los ecosistemas, según cuáles sean sus vías de exposición, la dosis absorbida, la naturaleza química del metal y un largo etcétera La existencia de los metales pesados en corrientes naturales y en efluentes líquidos industriales se ha vuelto en un tema actual tanto en el entorno ambiental como en el entorno de la salud pública (Cabrera y Valdés, 1999).

Por otro lado, Fontana, Lescano, Martínez, Mazzieri y Virgolini (2013, p. 49) indican que el **plomo (Pb)** es un metal no esencial, altamente tóxico para el ser humano, que afecta a diversos órganos y tejidos. Su presencia en el organismo es atribuida a la contaminación ambiental, debido principalmente a sus usos como aditivo en combustibles y en pinturas. *Toxicidad del Plomo*, se usa en una gran variedad de productos incluyendo baterías de almacenamiento, compuestos químicos antidetonantes para la gasolina, pigmentos, pinturas y vidriados cerámicos, La mayor parte de este metal se emplea en baterías y en gran parte se recupera, de tal manera que el plomo se puede reutilizar. La amenaza ambiental proviene de la que se usa en los compuestos químicos (Dickson, 1999).

La dosis mortal de plomo absorbido se calcula en 0.5. La acumulación y toxicidad aparecen si se absorben más de 0.5 mg por día. La vida media del plomo en los huesos es de 32 años y en el riñón de 7 años. El límite de exposición para el plomo en la atmósfera es de 0.15 mg/m<sup>3</sup>. El límite de exposición del plomo en la comida es de 2.56 mg/Kg, la causa principal era la exposición a pinturas a partir de plomo y pigmentos. Las principales manifestaciones de la intoxicación con plomo son trastornos gastrointestinales y anemia (Robertson, 1988).

Envenenamiento agudo por ingestión de compuestos de plomo solubles o rápidamente absorbidos: sabor metálico, dolor abdominal, vómito, diarrea, evacuaciones, colapso y coma (Robertson, 1988).

Asimismo, según Afán y Flores (2017) nos mencionan que el **Arsénico (As)** es un metaloide que pertenece al grupo VA de la tabla periódica de elementos químicos, podemos encontrarlos en la naturaleza en forma de rocas sedimentarias y volcánicas, y en aguas geotermales. Se emplea industrial y comercialmente para elaborar variedad de productos, como por ejemplo aditivos para preservar madera y alimentos, en mayores concentraciones también se usa para la elaboración de plaguicidas, municiones y productos farmacéuticos.

La *Toxicidad del Arsénico*, va a depender del estado de oxidación en que se encuentre, además de la estructura química del compuesto y su solubilidad en el medio biológico. Por otro lado, según el derivado del arsénico, su grado de toxicidad será variable. Se considera que la principal ruta por la cual se puede dar una ingesta de altas concentraciones de arsénico es el agua de consumo humano contaminada con este elemento. No obstante, los productos de origen agrícola pueden también absorber arsénico de los suelos, lo que provoca posteriormente que, al ser ingeridos por los seres humanos, sus cuerpos absorban altas concentraciones de arsénico, afectando su salud (Ravenscroft et al., 2009).

El **Impacto Ambiental**, es la alteración o modificación del ambiente debido a la ejecución de un proyecto, que puede afectar la salud y el bienestar humano (SGS Academy Transforming people and businesses, 2012). Un impacto ambiental viene identificado por el efecto de una acción simple de una actividad sobre un factor ambiental y ambos elementos, acción y factor, deben quedar explícitos en la definición que se haga de él. En una situación y momento dado, la esencia de un impacto ambiental queda determinado por dos elementos: su signo y su valor (Cruz, et. al, 2009)

Según MINAM (2017) el **Estándar de Calidad Ambiental (ECA)** es un instrumento de gestión ambiental que se establece para medir el estado de la calidad del ambiente en el territorio nacional. El ECA establece los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente.

Asimismo, El Ministerio de Medio Ambiente (2000) menciona que la calidad del agua se refiere desde un punto de vista funcional, a la capacidad que posee un cuerpo de agua al cual se le pretende dar un determinado uso. Desde un punto de vista ambiental, [...]

podríamos decir que son aquellas condiciones que debe cumplir dicho cuerpo de agua para mantener un ecosistema debidamente equilibrado y para que cumpla determinados objetivos de calidad. Son todas las características físicas, químicas, microbiológicas que la. Se tomarán características específicas también llamadas **indicadores y dimensiones** para nuestro proyecto de investigación como: **el pH** según Vásquez y Rojas (2016), “Es una escala numérica utilizada para especificar la acidez o alcalinidad de una solución acuosa. Es el logaritmo negativo en base 10 de la actividad del ion Hidrógeno”.

Del mismo modo se define **la temperatura** según Inzunza (2005) señala que es la propiedad de los sistemas que determina si están en equilibrio térmico. El concepto de temperatura se deriva de la idea de medir el grado de caliente o frío relativo y de la observación de que las variaciones de calor sobre un cuerpo producen una variación de su temperatura, mientras no se produzca la fusión o ebullición. También **la densidad**, está definida como el cociente entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa. En el SI, la masa es medida en kg, el volumen medido en m<sup>3</sup>, y la densidad se medirá en kg / m<sup>3</sup>. Ésta unidad de medida, sin embargo, es muy poco usada, ya que es demasiado pequeña. La densidad de un cuerpo está relacionada con su flotabilidad, una sustancia flotará sobre otra si su densidad es menor. La densidad es una característica de cada sustancia (Valverde, et. al., s.f).

Asimismo, Gonzales (2011) señala que **la turbidez**, es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión; mide la claridad del agua. También es la medida de cuántos sólidos (arena, arcilla y otros materiales) hay en suspensión en el agua. Mientras más sucia parecerá que ésta, más alta será la turbidez. Para las concentraciones de los metales, Ciencia y Salud (2019) expone que **la concentración inicial** es la cantidad en que se encuentran las sustancias que se disuelven (solute) en relación a la o las sustancias que lo disuelven (solvente). En este sentido, la cantidad de soluto siempre será menor al solvente para que se considere una solución y la **concentración final** es la cantidad que se encuentra del soluto en relación al solvente, posterior a la aplicación del tratamiento que se va a emplear.

Para hallar la eficiencia de las cáscaras de naranja y maracuyá se emplea una fórmula de porcentaje de remoción donde, VPi es el valor del parámetro inicial y VPf es el valor parámetro final.

$$\% \text{ Remoción} = \frac{VP_i - VP_f}{VP_i} \times 100 \dots \dots (2)$$

La cantidad y concentración de efluentes que son descargados en las aguas de ríos y lagos, hace que formulemos el siguiente **problema general de investigación**; ¿Será eficiente el material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá para la remoción de arsénico y plomo en las aguas del río Rímac, Corcona 2019?, asimismo se planteó los **problemas específicos**; ¿De qué manera las características del material adsorbente influyen en la remoción de arsénico y plomo en las aguas del río Rímac, Corcona 2019?, ¿ De qué manera las condiciones de operación del material adsorbente favorecen la remoción de arsénico y plomo en las aguas del río Rímac, Corcona 2019?, ¿Cuál será el porcentaje de remoción de arsénico y plomo obtenido con la aplicación del material adsorbente en las aguas del río Rímac, Corcona 2019? y ¿Serán los parámetros fisicoquímicos favorables al aplicar el material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá en las aguas del río Rímac para su uso como agua de riego de vegetales?

**La justificación del estudio** en primer lugar se basa en los problemas ambientales que causan las industrias, como la minería, principalmente cuando descargan sus efluentes en ríos y lagos, lo cual provoca que estos cuerpos de agua tengan una alta concentración de metales pesados que trae consigo otros problemas como por ejemplo degradación, alteración de las características naturales del agua e incluso enfermedades y muerte de la flora y fauna, así como de los pobladores de zonas aledañas. (Avellaneda et.al, 2011).

Los ríos constituyen una de las principales vías de transporte de metales pesados a las zonas costeras. Así, las costas con influencia de ríos constituyen uno de los ecosistemas más sensibles a ser afectados, ya que los metales, al entrar en contacto con la zona marina, sufren procesos que, junto con algunos factores ambientales, permiten su acumulación en los sedimentos (Banguera, 2013).

Por ende, mediante la teoría y los conceptos relacionados a la adsorción de metales pesados en aguas, se busca proponer una adecuada solución haciendo uso de cáscaras de algunas frutas (naranja y maracuyá), que debido a sus buenos resultados en anteriores

estudios y por sus propiedades, creemos que son adecuadas para este tipo de tratamientos, lo cual comprobaremos a lo largo de la presente investigación.

Se busca aprovechar estos desechos orgánicos que son las cáscaras de naranja y maracuyá que a diario se desperdician, estos residuos actualmente no son aprovechados y pasan a ser un contaminante ambiental, al implementar este proyecto con la elaboración de material adsorbente a partir de las cáscaras de estas frutas, se pretende dar un nuevo uso a estos residuos, ya que puede ser usada para mitigar el problema de la contaminación de las aguas, y que estas puedan ser destinadas para riego de vegetales en base a los estándares de calidad ambiental.

Esta técnica además de su efectividad en anteriores proyectos, es económica ya que las cáscaras de dichas frutas es un material de desecho, por esta razón la inversión requerida de capital es mínima, en comparación con otras técnicas.

Las **hipótesis generales de investigación** del presente proyecto son; El material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá es eficiente para la remoción de plomo y arsénico en aguas del río Rímac, Corcona 2019 y **la hipótesis nula**; El material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá no es eficiente para la remoción de plomo y arsénico en aguas del río Rímac, Corcona 2019. Además se tienen las **hipótesis específicas**; Las características del material absorbente influyen significativamente en la remoción de arsénico y plomo en las aguas del río Rímac, Corcona 2019, Las condiciones de operación del material adsorbente favorece la remoción de arsénico y plomo en aguas del río Rímac, Corcona 2019, El nivel de remoción de arsénico y plomo obtenido será de 85% (As) y 80% (Pb), con la aplicación del material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá en las aguas del río Rímac, Corcona 2019 y Los parámetros fisicoquímicos obtenidos después de la aplicación del material adsorbente en aguas del Río Rímac, serán los adecuados para su uso como agua para riego de vegetales.

De igual manera se tuvo el **objetivo general de investigación**: Determinar la eficiencia del material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá para la remoción de arsénico y plomo en aguas del río Rímac, Corcona 2019. Asimismo, se plantearon los **objetivos específicos**; Determinar si las características del material adsorbente influyen en la remoción de arsénico y plomo en las aguas del río Rímac, Corcona 2019, Determinar las condiciones de operación más favorable del material adsorbente para la remoción de arsénico y plomo en aguas del río Rímac, Corcona 2019, Determinar el

porcentaje de remoción óptimo de arsénico y plomo obtenido después de la aplicación del material adsorbente en las aguas del río Rímac, Corcona 2019 y Determinar si los parámetros fisicoquímicos obtenidos después de la aplicación del material adsorbente en aguas del río Rímac son favorables para su uso como agua de riego de vegetales.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

#### 2.1.1. Tipo de estudio

Es **aplicada y de enfoque cuantitativo**, ya que por medio de la implementación de esta técnica se busca dar soluciones a los problemas de contaminación de las aguas con As y Pb en el Río Rímac, para obtener agua de calidad que será destinada para riego de vegetales según lo establecido por el ECA y cuantitativa porque mediremos ciertos parámetros para determinar la efectividad de la técnica.

#### 2.1.2. Diseño experimental, pre experimental, con pre y post – prueba

Es **experimental**, ya que se manipula una variable que será en este caso el material adsorbente, el cual actuará como un estímulo, y se conocerán sus efectos en las muestras de agua contaminada con arsénico y plomo del Río Rímac, durante el tiempo de investigación se realizará varias pruebas de análisis entre el material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá y las aguas del Río Rímac, para saber la eficiencia del material adsorbente en la remoción de arsénico y plomo. Y es **pre experimental, con pre y post - prueba** porque se medirán los parámetros correspondientes antes de aplicar el estímulo, y posteriormente se volverán a medir los mismos parámetros después de haber aplicado el estímulo en las muestras.

#### 2.1.3. Nivel de estudio

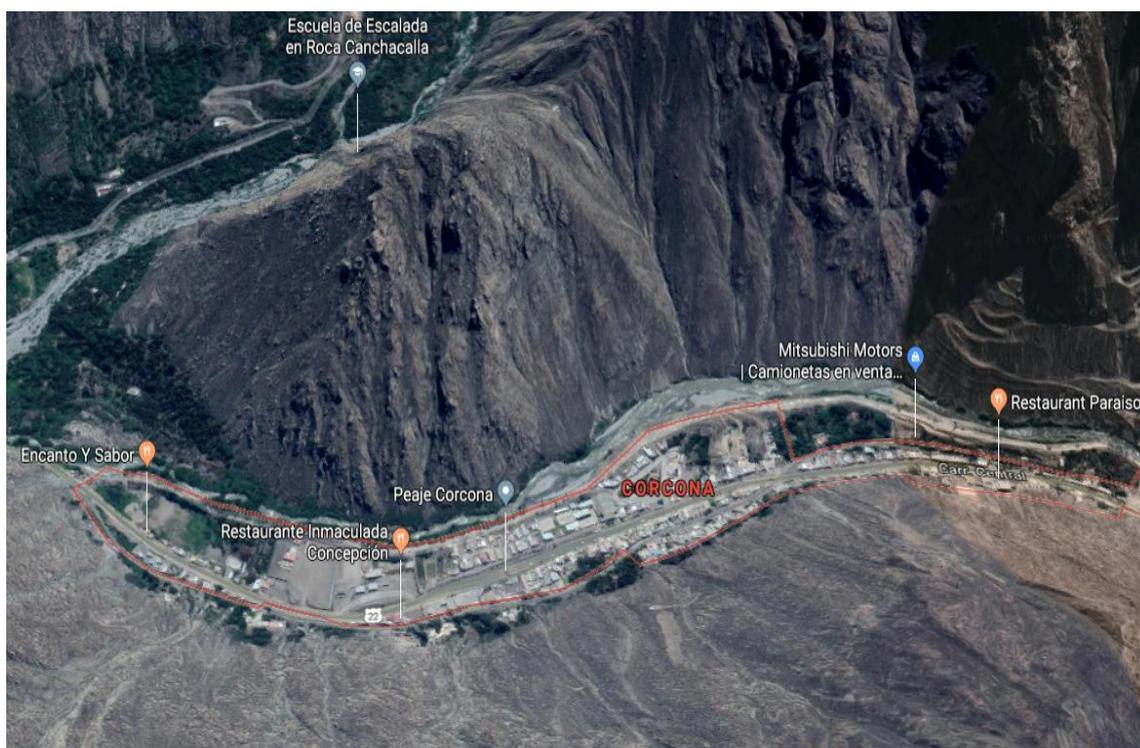
El nivel o alcance es **explicativo**, porque se pretende comprender la relación que tienen las variables de estudio, donde se hará un tratamiento a las aguas del Río Rímac mediante el material adsorbente a base de cáscara de naranja y cáscara de maracuyá.

## 2.2. Población y muestra

### 2.2.1 Población

Se eligió las aguas del río Rímac, que se encuentra en el departamento de Lima y Callao, con una longitud de aproximadamente 160 km, un caudal promedio de  $25,8 \text{ m}^3/\text{s}$  y cuyas coordenadas son  $12^{\circ}01'56''\text{S}$   $77^{\circ}08'28''\text{O}$  (Autoridad Nacional del Agua, s.f.).

En este caso nos enfocaremos en la cuenca media del curso del Río Rímac, que pasa por la provincia de Huarochiri, Distrito Santa Cruz de Cocachacra, localidad de Corcona. Se obtuvo información de la existencia de actividad minera en esta provincia, por lo cual posiblemente se estén arrojando efluentes sin ninguna restricción en el cauce del río.



Fuente: [https://www.google.com/maps/place/Corcona,+15545/@-11.9236916,-](https://www.google.com/maps/place/Corcona,+15545/@-11.9236916,-76.584488,2037a,35y,38.73t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x9105fa68f8276b43:0xc495a395c4ac2f97!8m2!3d-11.9100263!4d-76.5802485)

[76.584488,2037a,35y,38.73t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x9105fa68f8276b43:0xc495a395c4ac2f97!8m2!3d-11.9100263!4d-76.5802485](https://www.google.com/maps/place/Corcona,+15545/@-11.9236916,-76.584488,2037a,35y,38.73t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x9105fa68f8276b43:0xc495a395c4ac2f97!8m2!3d-11.9100263!4d-76.5802485)

Figura 3: Mapa de ubicación de Corcona (área de estudio).

### 2.2.2 Muestra

Se recolectó 28 litros de agua en total, las muestras de agua serán recolectadas del Curso medio del río Rímac, que se encuentra por el distrito de Santa Cruz de Cocachacra, localidad de Corcona, cerca de la carretera central, donde sus coordenadas geográficas son  $11^{\circ}54'36''\text{S}$   $76^{\circ}34'46''\text{O}$ .



Fuente: <https://www.google.com/maps/place/11%C2%B054'36.0%22S+76%C2%B034'46.0%22W/@-11.9091223,-76.5800778,226m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d-11.91!4d-76.5794444>

*Figura 4: Ubicación de muestra de agua Río Rímac, Corcona*

## **2.3 Técnicas e instrumentos de datos, validez y confiabilidad**

### **2.3.1 Instrumento de recolección de datos**

La técnica para el muestreo usado en el proyecto de investigación fue de acuerdo al Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los recursos hídricos Superficiales (DIGESA) y también fue evaluados y comparados con los Estándares de Calidad Ambiental, donde se midió la concentración de metales para que finalmente el agua resulte de Categoría 3, D1 (riego de vegetales).

### **2.3.2 Toma de muestra de agua:**

Para el muestreo de aguas se realizó la preparación de la indumentaria y los materiales respectivos, se procedió a bajar hasta el punto exacto del que se deseaban obtener las muestras, una vez allí se enjuagó con la propia agua del río las botellas antes de tomar la muestra y luego se llenaron las botellas hasta el tope tomando la muestra a contracorriente, donde rápidamente serán cerrados para evitar el ingreso de aire u otros. Luego de ello se

anotaron las coordenadas de ese punto, posteriormente las muestras fueron rotuladas y colocadas dentro del cooler para su posterior traslado al laboratorio.

La toma de muestra fue evidenciada mediante fotografías que fueron colocadas en la presente investigación para corroborar la veracidad de los resultados.



*Fuente: Propia*

*Figura 5: Toma de muestra en Río Rímac*



*Fuente: Propia*

*Figura 6: Almacenamiento de muestra en el cooler*

Para obtener una buena toma de datos, se dividieron en 2 tratamientos generales los cuales están divididos por sub tratamientos, donde se mantiene el volumen de la muestra de agua (1 L) pero varían las cantidades de peso de las cáscaras de naranja y maracuyá (5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 25 g, 35 g, 40 g) y el tiempo de contacto (2 hrs 20 min, 2 hrs, 1 hr 40 min, 1 hr 20 min, 1 hr, 40 min, 20 min respectivamente) y el tamaño de partícula ( $< 850 \mu\text{m}$ ,  $> 850 \mu\text{m}$ ). Al término se realizarán los sub tratamientos, se analizaron los parámetros

fisicoquímicos y análisis de Espectroscopia de Adsorción Atómica (AA) para determinar cuál fue más eficiente, es decir en qué tiempo, qué dosis y con cuál de las cáscaras fue que removió mayor cantidad de los metales pesados plomo y arsénico (Pb, As). En total se realizaron 28 análisis.

Los **materiales de investigación** son:

1° Proceso de recolección de muestras.

- Envases esterilizados
- Guantes de látex
- Lentes protectores
- Mascarilla protectora
- Cooler
- Etiquetas
- Plumón indeleble
- Libreta de campo

2° Realización de los análisis de parámetros fisicoquímicos al material adsorbente.

- Matraz Erlenmeyer
- Probetas
- Vaso precipitado
- pH metro
- Multiparámetro
- Turbidímetro
- Balanza
- Probeta milimetrada
- Termómetro
- Guantes de látex
- Lentes protectores
- Mascarilla protectores

3° La elaboración del material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá.

- Estufa
- Agua destilada
- Matraz Erlenmeyer
- Probeta milimetrada
- Tamiz
- Mortero de pilon
- Vaso precipitado
- Lentes protectores
- Mascarilla protectora
- Guantes de látex

4° Implementación del material adsorbente a la muestra de agua.

- Luna de reloj
- Balanza
- Vaso precipitado
- Matraz Erlenmeyer
- Probeta milimetrada
- Lentes protectores
- Mascarilla protectora
- Guantes de látex
- Agitador magnético

5° Primer análisis fisicoquímicos y análisis de concentración de arsénico y plomo. (Observación no Experimental).

- pH metro
- Multiparámetro

- Turbidímetro
- Espectrofotómetro de absorción atómica (AA)

6° Segundo análisis fisicoquímicos y análisis de concentración de arsénico y plomo. (Observación Experimental).

- pH metro
- Conductímetro
- Turbidímetro
- Espectroscopia de adsorción atómica (AA)

Tabla 1: Instrumentos de recolección de datos

| <b>ETAPAS</b>   | <b>FUENTES</b>  | <b>TECNICAS</b> | <b>INSTRUMENTOS</b>                           | <b>RESULTADOS</b>   |
|---|---|-----------------|---|---|
| Proceso de recolección de muestras.   | Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los recursos hídricos Superficiales. DIGESA | Experimentación | Registro de Datos Experimentales (Anexo N° 3) | La obtención de muestra de agua para posteriormente ser enviada al laboratorio para su análisis.  |
| Realización de los análisis de parámetros fisicoquímicos al material adsorbente.                            | Manual de procedimientos de ensayos de agua.  | Observación     | Registro de Datos Experimentales (Anexo N° 1) | Resultados del análisis del material adsorbente.  |
| La elaboración del material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá.                             | Residuos sólidos orgánicos de mercados o juguerías.   | Observación     | Registro de Datos Experimentales (Anexo N° 1) | Características del material adsorbente.  |
| Agregado del material adsorbente a la muestra de agua.  | Residuos sólidos orgánicos de mercados o juguerías.   | Observación     | Registro de Datos Experimentales (Anexo N° 2) | Resultados sobre las características de los materiales empleados.                                 |
| Primer análisis fisicoquímicos y análisis de concentración de plomo y arsénico(Observación no experimental) | Muestra de agua   | Experimentación | Registro de Datos Experimentales (Anexo N° 2) | Resultados del primer análisis, fisicoquímicos y porcentaje de concentración de metales pesados.  |
| Segundo análisis fisicoquímicos y análisis de concentración de plomo y arsénico. (Observación experimental) | Muestra de agua   | Experimentación | Registro de Datos Experimentales (Anexo N° 2) | Resultados del segundo análisis, fisicoquímicos y porcentaje de concentración de metales pesados. |

### 2.3.3 Validez de Instrumento

La validez de los instrumentos que serán utilizados en el presente proyecto de investigación, se tendrán que validar por cuatro jueces expertos, especializados en el tema de estudio (tabla 4).

*Tabla 2: Profesionales expertos*

| <b>N°</b> | <b>Experto</b>               |
|-----------|------------------------------|
| <b>01</b> | Dr. Jorge Jave Nakayo        |
| <b>02</b> | Dr. Juan Ordoñez Gálvez      |
| <b>03</b> | Dr. César Jiménez Calderón   |
| <b>04</b> | Dr. José Pedro Tongo Pizarro |

### 2.3.4 Confiabilidad del Instrumento

La confiabilidad de los instrumentos que serán utilizados para la recolección de datos en la presente investigación, son probados o justificados en fichas experimentales y generadas a través del programa “Excel”, tanto para la obtención de muestras de campos como para la recolección de datos de análisis del procedimiento experimental.

## **2.4. Procedimiento**

### 2.4.1. Tratamientos del material adsorbente

En el Tratamiento N°1 (figura 3) se utilizó 7 L como muestra total de agua, lo cual fueron distribuidas en 7 sub tratamientos de 1 L de agua del río Rímac, estas muestras de agua fueron tratadas con cáscara de naranja de 5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 25 g, 30 g, 35 g y evaluados por 20, 40, 60, 80,100, 120 y 140 min respectivamente, con la finalidad de determinar cuál de los tratamientos y sub tratamientos son más eficiente.



Fuente: Elaboración propia.

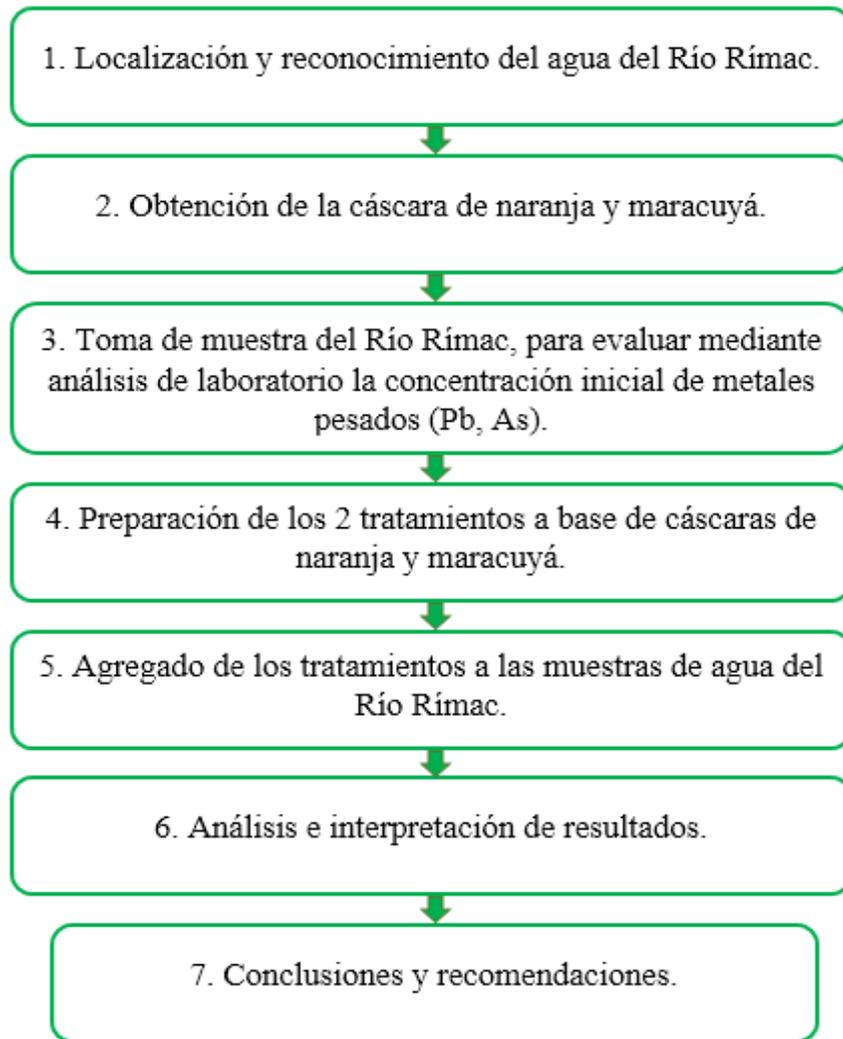
Figura 7: Primer Tratamiento

En el Tratamiento N° 2 (figura 4) se utilizó 7 L como muestra total de agua, lo cual fueron distribuidas en 7 sub tratamientos de 1 L de agua del río Rímac, estas muestras de agua fueron tratadas con cáscara de naranja de 5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 25 g, 30 g, 35 g y evaluados por 20, 40, 60, 80,100, 120 y 140 min respectivamente, con la finalidad de determinar cuál de los tratamientos y sub tratamientos son más eficiente.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8: Segundo tratamiento



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 9: Diagrama de flujo del proceso de investigación*

#### 2.4.2. Elaboración del material adsorbente

1.- **Recolección:** Las cáscaras de naranja y maracuyá fueron recolectadas de las juguerías que se encuentran en los mercados, finalmente se logró recolectar 5 kg de éstos residuos.

2.- **Limpieza:** Para la limpieza de las cáscaras se utilizó agua destilada, así eliminar impurezas que se encuentran en las cáscaras y que posteriormente puedan afectar el proceso del tratamiento.

3.- **Troceado:** Las cáscaras se cortaron en trozos de 1 cm aproximadamente, para así facilite las siguientes etapas de secado y tamaño.

4.- **Secado:** Los trozos de cáscara se colocaron en el horno de casa a 45 °C – 50 °C aproximadamente, haciendo pausas cada 10 minutos para evitar que se quemaran, el proceso de secado duró entre 1 y 2 horas.

5.- **Molienda:** Después del secado de estas cáscaras, se utilizó una licuadora de casa la cual nos facilitó la rapidez de molienda, con el objetivo de pulverizar y reducir el tamaño de las partículas.

6.- **Tamizado:** Se usó el tamiz N° 850  $\mu\text{m}$ , donde se clasificó por  $< 850 \mu\text{m}$  y  $> 850 \mu\text{m}$ .

7.- **Almacenamiento:** Finalmente el material granulado se almacenó en bolsas con cierre hermético para que esté en buen estado y para evitar que adquiera humedad.

## 2.5 Métodos de análisis de datos

Los análisis de datos se obtendrán dependiendo de los procesos que se realizarán en la metodología del proyecto de investigación, los cuales serán realizados en los laboratorios de la Universidad Cesar Vallejo por medio de materiales y equipos. Y para los datos estadísticos serán a través de la estadística descriptiva donde se utilizarán los programas, como tablas comparativas en Excel, promedio.

## 2.6 Aspectos éticos

En el presente proyecto de investigación no habrá ninguna violación de normas o leyes sujetas al desarrollo de investigación, y también los datos, los análisis, las fuentes realizadas están respectivamente documentadas, lo cual demuestra que es una investigación limpia y original.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Parámetros iniciales

Las muestras de agua fueron tomadas el día 30 de septiembre del 2019, a las 7:56 am, coordenadas 11°54'36''S 76°34'46''W.

Se realizó un primer análisis a la muestra de agua del río Rímac (tabla 3, figura 10) para poder saber cuánta concentración de dichos metales (Pb, As) contiene esta agua. Las muestras de agua fueron enviadas al Laboratorio de Espectrometría de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica; y los resultados iniciales obtenidos del análisis con el equipo de Espectroscopia de Absorción Atómica se muestran en la tabla 3:

Tabla 3: Resultados de análisis de Pb y As en muestra de agua

| Metales pesados | Muestra de Agua - Río Rímac | Estándar de Calidad Ambiental |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Arsénico (mg/L) | 0.098                       | 0.1                           |
| Plomo (mg/L)    | 0.056                       | 0.05                          |

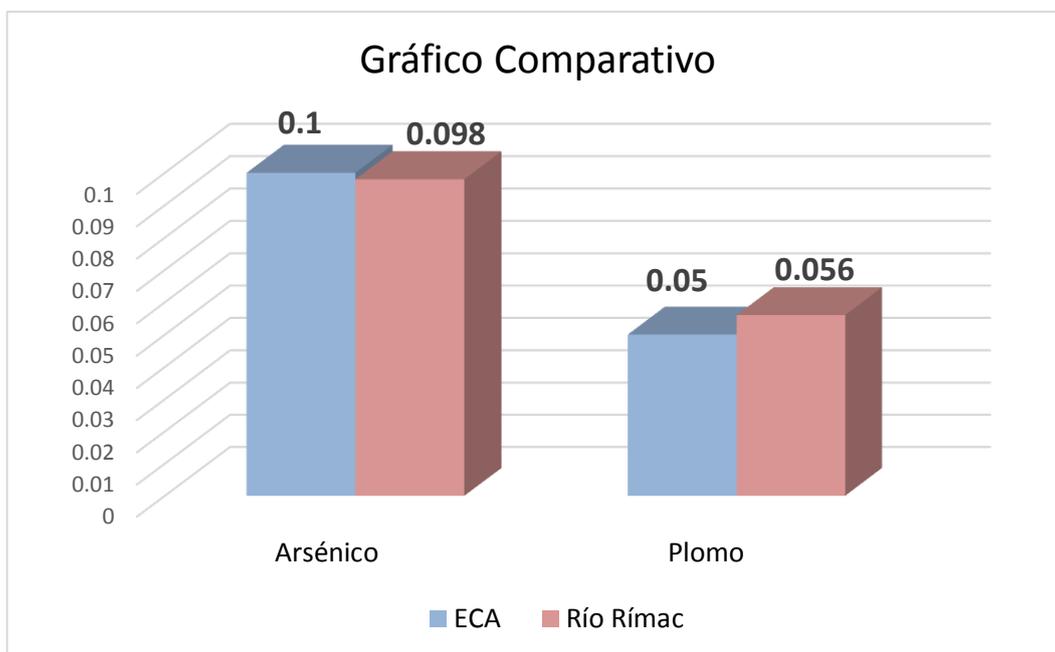


Figura 10: Gráfico comparativo de la muestra de agua con el ECA

Según los parámetros obtenidos en el análisis de la muestra sí excede para Pb (0.056 mg/L), mientras que para As (0.098 mg/L) se mantiene dentro del ECA, sin embargo,

nuestro objetivo es remover la concentración de éstos metales con el fin de utilizar esta agua para riego de vegetales (tabla 5, figura 10).

3.1.1 Resultados de los análisis realizados en el laboratorio: pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, temperatura, turbidez, plomo, arsénico.

Resultados de los principales parámetros fisicoquímicos realizados a la muestra de agua del Río Rímac antes del contacto con el tratamiento de cáscaras (tabla 4)

Tabla 4: Resultados de análisis de parámetros físico químicos de muestra de agua

| <b>MUESTRA DE AGUA – RÍO RÍMAC</b> |                |            |           |                 |                       |                          |
|------------------------------------|----------------|------------|-----------|-----------------|-----------------------|--------------------------|
| <b>pH</b>                          | <b>C.E</b>     | <b>O.D</b> | <b>T°</b> | <b>Turbidez</b> | <b>Conc. de Plomo</b> | <b>Conc. de Arsénico</b> |
| 8.51                               | 817 $\mu$ S/cm | 6.07mg/L   | 24C°      | 0.98NTU         | 0.056 mg/L            | 0.098 mg/L               |

### 3.2 Parámetros finales

Tabla 5: Concentración del parámetro pH con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula < 850  $\mu$ m.

| <b>TRATAMIENTO N° 1</b> |               |           |                            |                                    |            |  |
|-------------------------|---------------|-----------|----------------------------|------------------------------------|------------|--|
| <b>Parámetro</b>        |               | <b>pH</b> |                            |                                    |            |  |
| <b>Dosis</b>            | <b>Tiempo</b> | <b>T°</b> | <b>Tamaño de Partícula</b> | <b>Agua de río sin tratamiento</b> | <b>ECA</b> | <b>Cáscara de naranja &lt;850<math>\mu</math>m</b> |
| 5g                      | 2hrs20min     | 23C°      | < 850 $\mu$ m              | 8.51                               | 6.5 – 8.5  | 6.91   |
| 10g                     | 2hrs          |           |                            |                                    |            | 6.34   |
| 15g                     | 1hr40min      |           |                            |                                    |            | 6.08   |
| 20g                     | 1hr20min      |           |                            |                                    |            | 5.85   |
| 25g                     | 1hr           |           |                            |                                    |            | 5.93   |
| 30g                     | 40min         |           |                            |                                    |            | 6.61   |
| 35g                     | 20min         |           |                            |                                    |            | 6.21   |

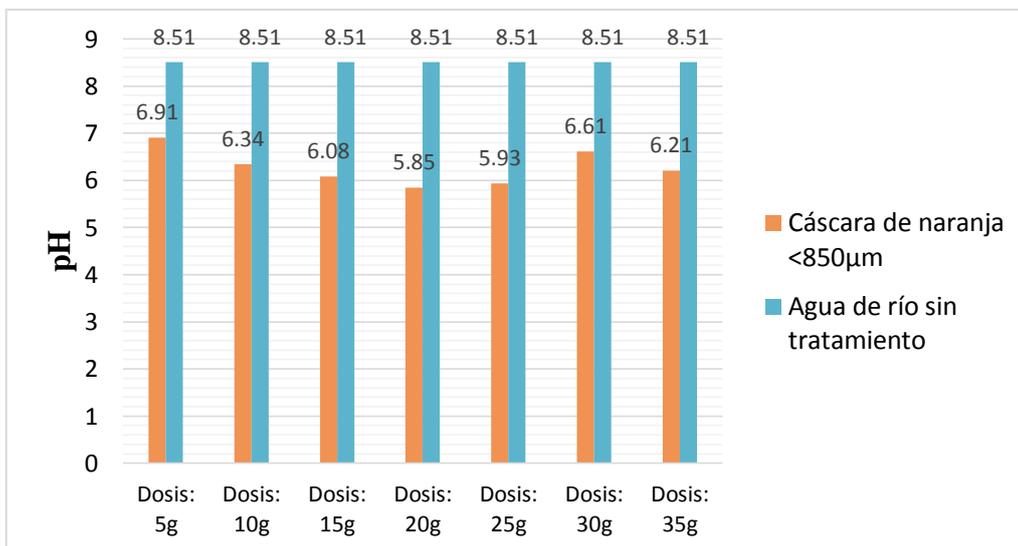


Figura 11: Valores de pH con el primer tratamiento de cáscaras de naranja < 850 µm.

En la tabla 5 y figura 11, se puede observar como el nivel de pH se acidifica conforme aumenta la dosis del polvo de cáscara de naranja <850 µm.

Tabla 6: Concentración del parámetro pH con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula > 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 1 |           |      |                     |                             |           |                           |
|------------------|-----------|------|---------------------|-----------------------------|-----------|---------------------------|
| Parámetro        |           | pH   |                     |                             |           |                           |
| Dosis            | Tiempo    | T°   | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | ECA       | Cáscara de naranja >850µm |
| 5g               | 2hrs20min | 23C° | > 850 µm            | 8.51                        | 6.5 – 8.5 | 7.50                      |
| 10g              | 2hrs      |      |                     |                             |           | 7.13                      |
| 15g              | 1hr40min  |      |                     |                             |           | 6.89                      |
| 20g              | 1hr20min  |      |                     |                             |           | 6.69                      |
| 25g              | 1hr       |      |                     |                             |           | 6.50                      |
| 30g              | 40min     |      |                     |                             |           | 6.47                      |
| 35g              | 20min     |      |                     |                             |           | 6.39                      |

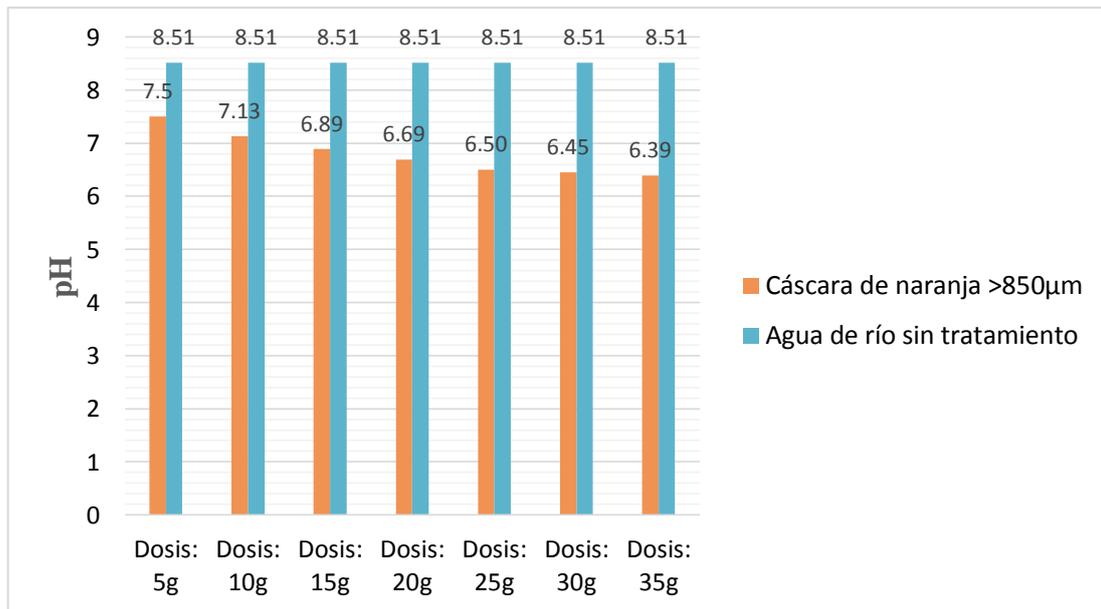


Figura 12: Valores de pH con el primer tratamiento de cáscaras de naranja >850 µm.

En la tabla 6 y figura 12, se observa algo similar al gráfico anterior, un pH más ácido al aumentar la dosis, sin embargo, el pH no fue tan ácido como con la cáscara de naranja de <850 µm.

Tabla 7: Concentración del parámetro conductividad eléctrica con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula < 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 1 |           |      |                     |                             |           |                           |
|------------------|-----------|------|---------------------|-----------------------------|-----------|---------------------------|
| Parámetro        |           | C.E  |                     |                             |           |                           |
| Dosis            | Tiempo    | T°   | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | ECA       | Cáscara de naranja <850µm |
| 5g               | 2hrs20min | 23C° | < 850 µm            | 817µS/cm                    | 2500µS/cm | 802µS/cm                  |
| 10g              | 2hrs      |      |                     |                             |           | 840µS/cm                  |
| 15g              | 1hr40min  |      |                     |                             |           | 921µS/cm                  |
| 20g              | 1hr20min  |      |                     |                             |           | 1007µS/cm                 |
| 25g              | 1hr       |      |                     |                             |           | 1069µS/cm                 |
| 30g              | 40min     |      |                     |                             |           | 1140µS/cm                 |
| 35g              | 20min     |      |                     |                             |           | 1216µS/cm                 |

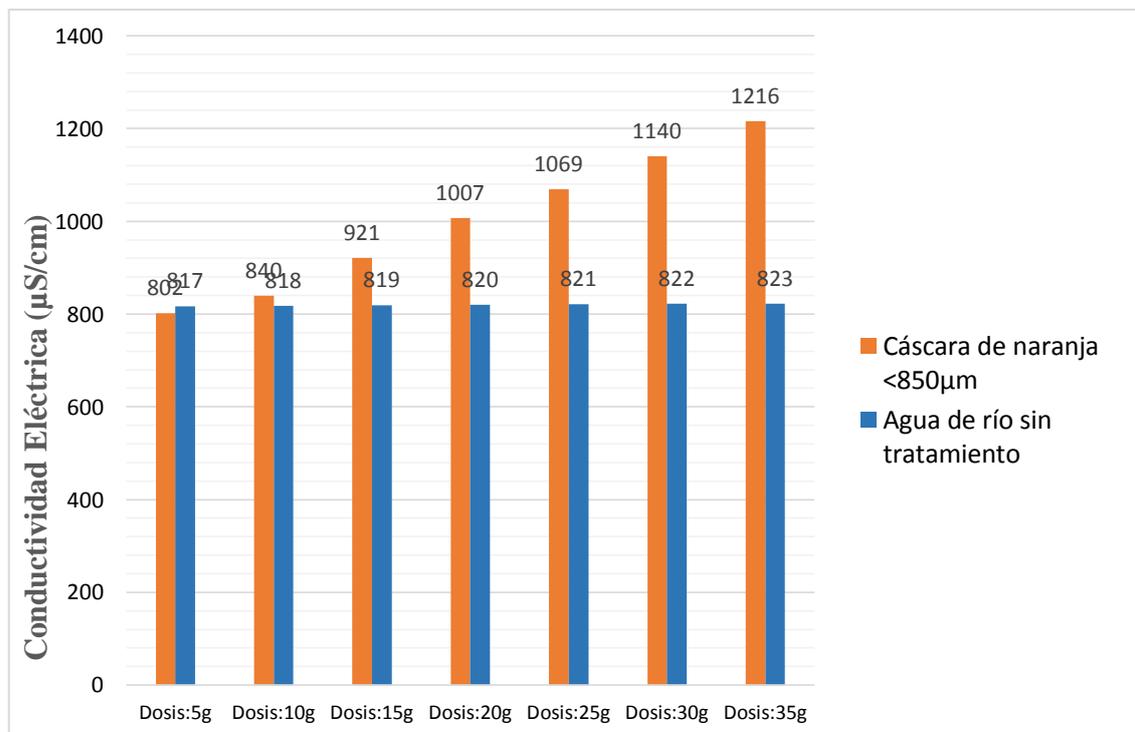


Figura 13: Valores de la conductividad eléctrica con el primer tratamiento de cáscaras de naranja <850 µm.

En la tabla 7 y figura 13, podemos apreciar un aumento en la conductividad con cada una de las dosis agregadas a las muestras de agua, excepto en la primera dosis, cuya conductividad disminuyó ligeramente.

Tabla 8: Concentración del parámetro conductividad eléctrica con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula > 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 1 |           |      |                     |                             |            |                           |
|------------------|-----------|------|---------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|
| Parámetro        |           | C.E  |                     |                             |            |                           |
| Dosis            | Tiempo    | T°   | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | ECA        | Cáscara de naranja >850µm |
| 5g               | 2hrs20min | 23C° | > 850 µm            | 817 µS/cm                   | 2500 µS/cm | 788 µS/cm                 |
| 10g              | 2hrs      |      |                     |                             |            | 865 µS/cm                 |
| 15g              | 1hr40min  |      |                     |                             |            | 873 µS/cm                 |
| 20g              | 1hr20min  |      |                     |                             |            | 1019 µS/cm                |
| 25g              | 1hr       |      |                     |                             |            | 1082 µS/cm                |
| 30g              | 40min     |      |                     |                             |            | 1066 µS/cm                |
| 35g              | 20min     |      |                     |                             |            | 1273 µS/cm                |

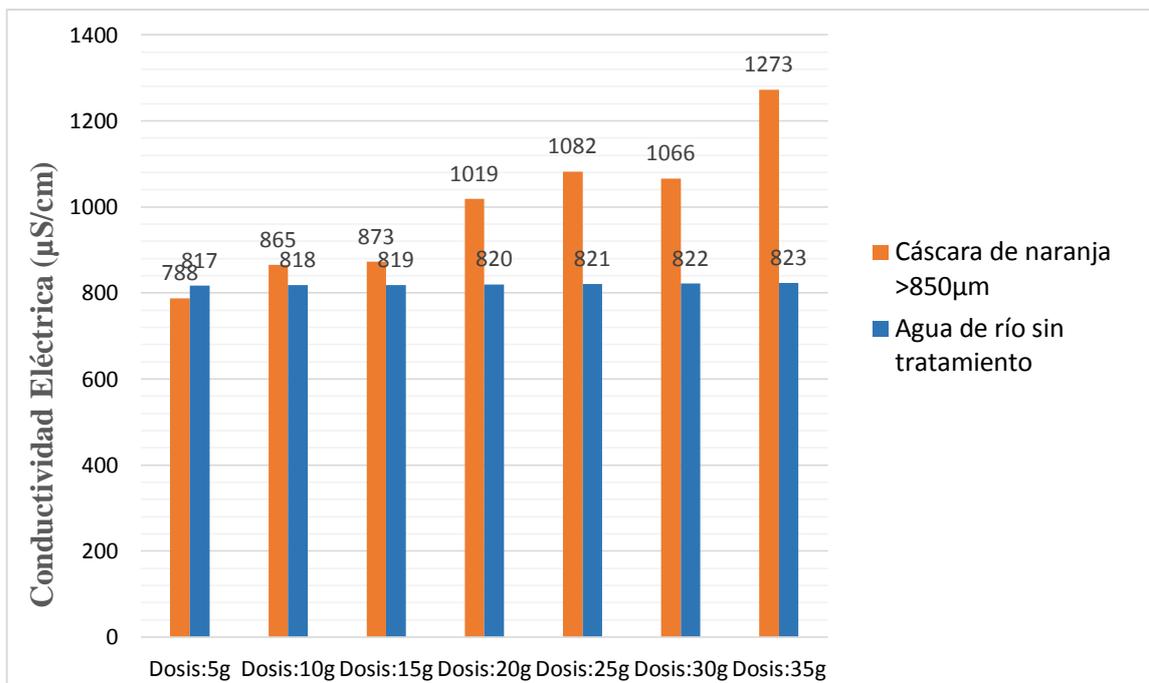


Figura 14: Valores de la conductividad eléctrica con el primer tratamiento de cáscaras de naranja >850 µm.

En la tabla 8 y figura 14, también hay aumento en la conductividad con cada una de las dosis agregadas a las muestras de agua a comparación de la que tenían las muestras del agua sin ser tratadas, el aumento ocurre en todas las dosis excepto en la dosis de 5g, donde la conductividad disminuyó.

Tabla 9: Concentración del parámetro turbidez con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula < 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 1 |           |          |                     |                             |                           |
|------------------|-----------|----------|---------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Parámetro        |           | Turbidez |                     |                             |                           |
| Dosis            | Tiempo    | T°       | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | Cáscara de naranja <850µm |
| 5g               | 2hrs20min | 23C°     | < 850 µm            | 0.98 NTU                    | 11.3 NTU                  |
| 10g              | 2hrs      |          |                     |                             | 16.6 NTU                  |
| 15g              | 1hr40min  |          |                     |                             | 24 NTU                    |
| 20g              | 1hr20min  |          |                     |                             | 28.4 NTU                  |
| 25g              | 1hr       |          |                     |                             | 28.6 NTU                  |
| 30g              | 40min     |          |                     |                             | 28.6 NTU                  |
| 35g              | 20min     |          |                     |                             | 31.1 NTU                  |

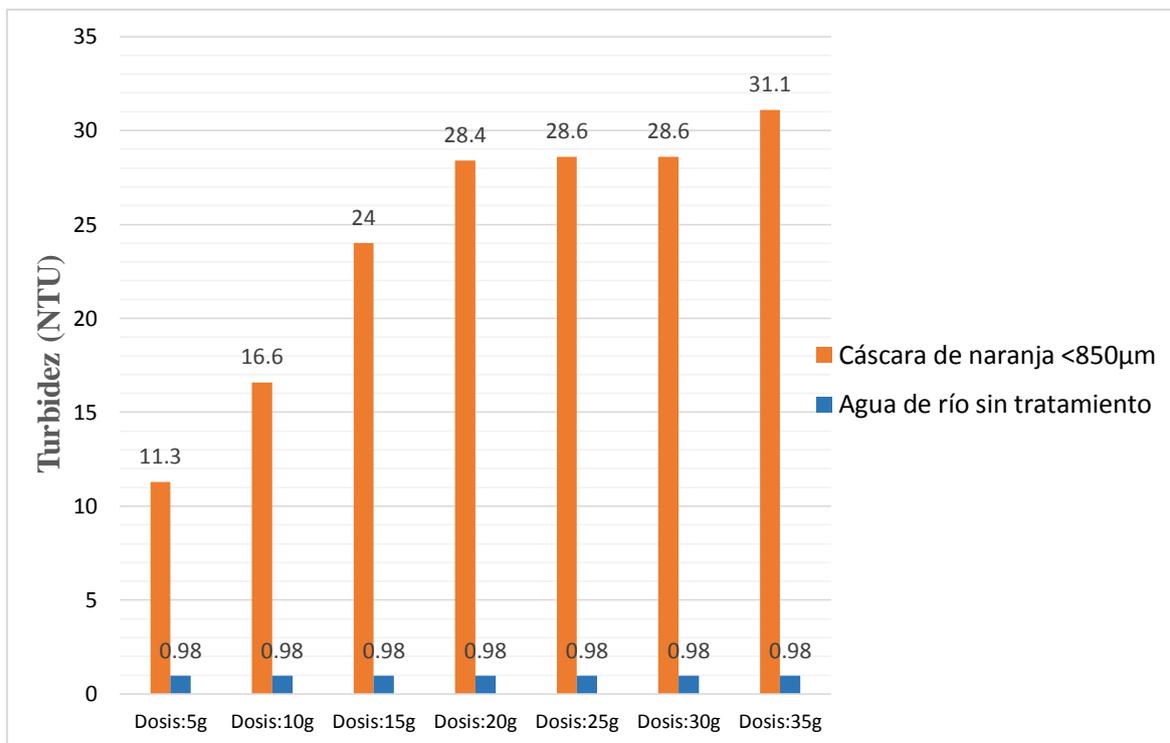


Figura 15: Valores de turbidez con el primer tratamiento de cáscaras de naranja <850 µm.

En la tabla 9 y figura 15, se observa un aumento elevado en el nivel de turbidez del agua, para todas las dosis, además podemos observar que la turbidez asciende al aumentar la dosis del tratamiento.

Tabla 10: Concentración del parámetro turbidez con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula > 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 1 |           |          |                     |                             |                           |
|------------------|-----------|----------|---------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Parámetro        |           | Turbidez |                     |                             |                           |
| Dosis            | Tiempo    | T°       | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | Cáscara de naranja >850µm |
| 5g               | 2hrs20min | 23C°     | > 850 µm            | 0.98 NTU                    | 7.73 NTU                  |
| 10g              | 2hrs      |          |                     |                             | 20.3 NTU                  |
| 15g              | 1hr40min  |          |                     |                             | 23.7 NTU                  |
| 20g              | 1hr20min  |          |                     |                             | 25.8 NTU                  |
| 25g              | 1hr       |          |                     |                             | 35.3 NTU                  |
| 30g              | 40min     |          |                     |                             | 40.5 NTU                  |
| 35g              | 20min     |          |                     |                             | 43.4 NTU                  |

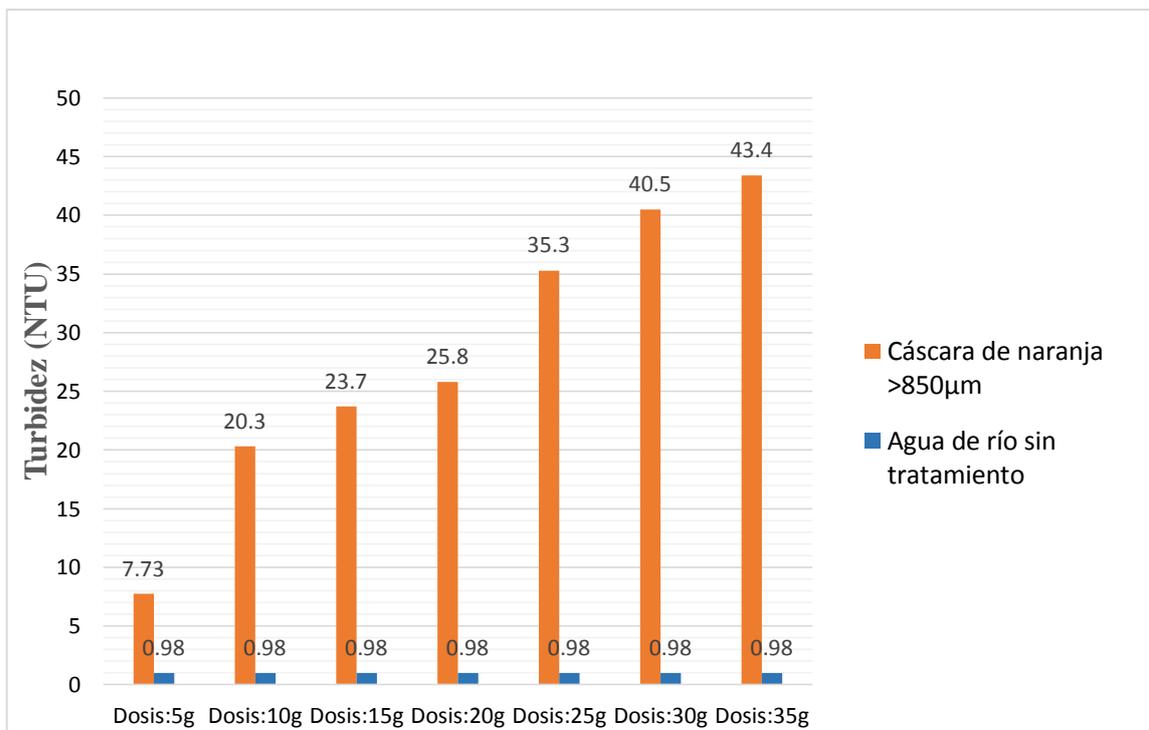


Figura 16: Valores de turbidez con el primer tratamiento de cáscaras de naranja >850 µm.

En la tabla 10 y figura 16, se observa un aumento elevado en el nivel de turbidez del agua, llegando hasta 43.4 NTU en la dosis mayor.

Tabla 11: Concentración del parámetro oxígeno disuelto con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula < 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 1 |           |      |                     |                             |         |                           |
|------------------|-----------|------|---------------------|-----------------------------|---------|---------------------------|
| Parámetro        |           | O.D  |                     |                             |         |                           |
| Dosis            | Tiempo    | T°   | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | ECA     | Cáscara de naranja <850µm |
| 5g               | 2hrs20min | 23C° | < 850 µm            | 6.07 mg/L                   | ≥ 4mg/L | 1.12 mg/L                 |
| 10g              | 2hrs      |      |                     |                             |         | 1.10 mg/L                 |
| 15g              | 1hr40min  |      |                     |                             |         | 0.96 mg/L                 |
| 20g              | 1hr20min  |      |                     |                             |         | 0.91 mg/L                 |
| 25g              | 1hr       |      |                     |                             |         | 5.90 mg/L                 |
| 30g              | 40min     |      |                     |                             |         | 4.48 mg/L                 |
| 35g              | 20min     |      |                     |                             |         | 4.75 mg/L                 |

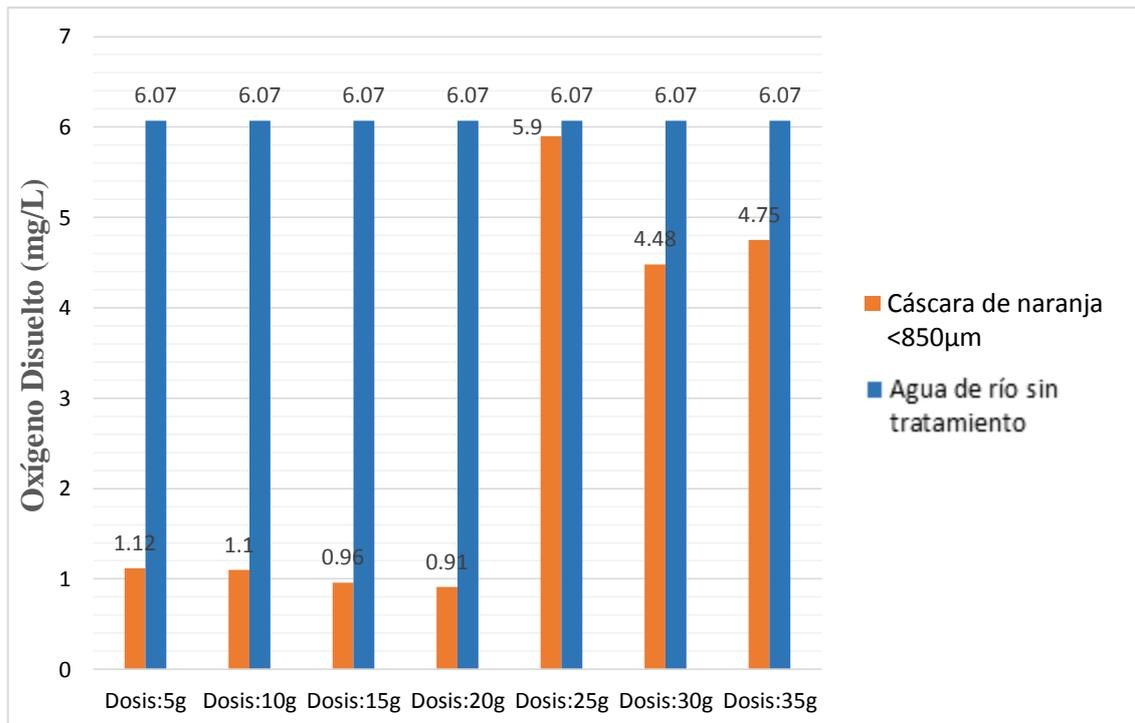


Figura 17: Valores de OD con el primer tratamiento de cáscaras de naranja <850 µm.

En la tabla 11 y figura 17, el OD disminuye considerablemente a un nivel no aceptable hasta la dosis de 20g, a partir de la dosis de 25g el OD es aceptable porque se encuentra dentro del ECA.

Tabla 12: Concentración del parámetro oxígeno disuelto con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula > 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 1 |           |      |                     |                             |          |                           |
|------------------|-----------|------|---------------------|-----------------------------|----------|---------------------------|
| Parámetro        |           | O.D  |                     |                             |          |                           |
| Dosis            | Tiempo    | T°   | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | ECA      | Cáscara de naranja >850µm |
| 5g               | 2hrs20min | 23C° | > 850 µm            | 6.07 mg/L                   | ≥ 4 mg/L | 5.99 mg/L                 |
| 10g              | 2hrs      |      |                     |                             |          | 5.97 mg/L                 |
| 15g              | 1hr40min  |      |                     |                             |          | 6.04 mg/L                 |
| 20g              | 1hr20min  |      |                     |                             |          | 5.22 mg/L                 |
| 25g              | 1hr       |      |                     |                             |          | 5.55 mg/L                 |
| 30g              | 40min     |      |                     |                             |          | 5.42 mg/L                 |
| 35g              | 20min     |      |                     |                             |          | 5.21 mg/L                 |

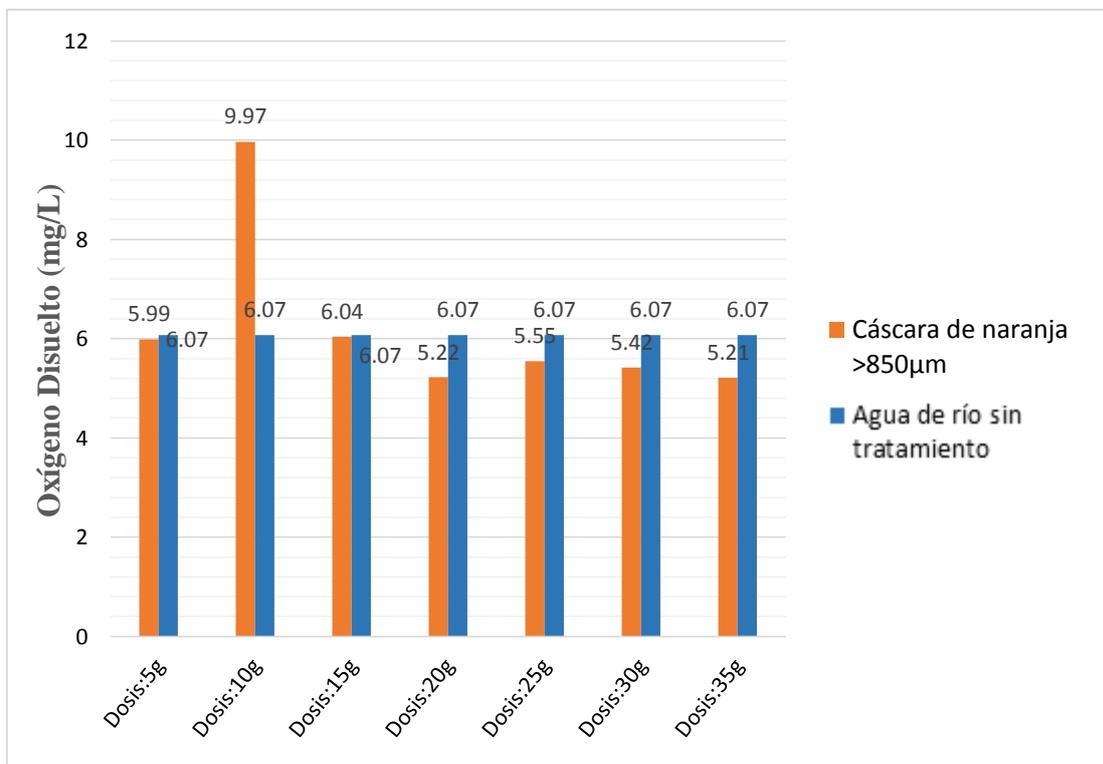


Figura 18: Valores de OD con el primer tratamiento de cáscaras de naranja >850 µm.

En la tabla 12 y figura 18, se observa que el OD disminuye muy poco, y aun así en todos los casos se encuentra dentro del ECA, además se observa un aumento en el OD en la dosis de 10 g.

Tabla 13: Concentración del parámetro pH con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula < 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 2 |           |      |                     |           |                             |                            |
|------------------|-----------|------|---------------------|-----------|-----------------------------|----------------------------|
| Parámetro        |           | pH   |                     |           |                             |                            |
| Dosis            | Tiempo    | °T   | Tamaño de Partícula | ECA       | Agua de río sin tratamiento | Cáscara de maracuyá <850µm |
| 5g               | 2hrs20min | 23C° | < 850 µm            | 6.5 - 8.5 | 8.51                        | 6.85                       |
| 10g              | 2hrs      |      |                     |           |                             | 6.70                       |
| 15g              | 1hr40min  |      |                     |           |                             | 6.75                       |
| 20g              | 1hr20min  |      |                     |           |                             | 6.67                       |
| 25g              | 1hr       |      |                     |           |                             | 6.56                       |
| 30g              | 40min     |      |                     |           |                             | 5.26                       |
| 35g              | 20min     |      |                     |           |                             | 5.28                       |

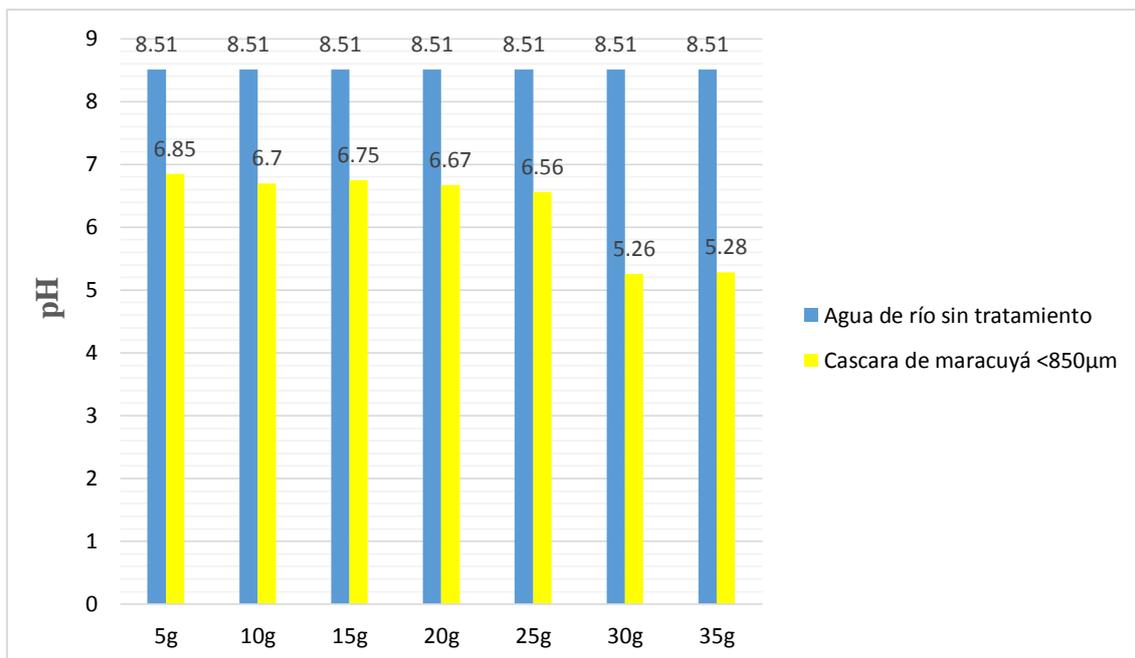


Figura 19: Valores de pH con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 µm.

En la tabla 13 y figura 19, se observa la acidificación del pH de las muestras de agua, esto ocurre para todas las dosis agregadas de polvo de cáscara de maracuyá <850 µm.

Tabla 14: Concentración del parámetro pH con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula > 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 2 |           |      |                     |           |                             |                              |
|------------------|-----------|------|---------------------|-----------|-----------------------------|------------------------------|
| Parámetro        |           | pH   |                     |           |                             |                              |
| Dosis            | Tiempo    | T°   | Tamaño de Partícula | ECA       | Agua de río sin tratamiento | Cáscara de maracuyá > 850 µm |
| 5g               | 2hrs20min | 23C° | > 850 µm            | 6.5 - 8.5 | 8.51                        | 5.97                         |
| 10g              | 2hrs      |      |                     |           |                             | 6.78                         |
| 15g              | 1hr40min  |      |                     |           |                             | 6.57                         |
| 20g              | 1hr20min  |      |                     |           |                             | 5.47                         |
| 25g              | 1hr       |      |                     |           |                             | 5.14                         |
| 30g              | 40min     |      |                     |           |                             | 5.54                         |
| 35g              | 20min     |      |                     |           |                             | 5.41                         |

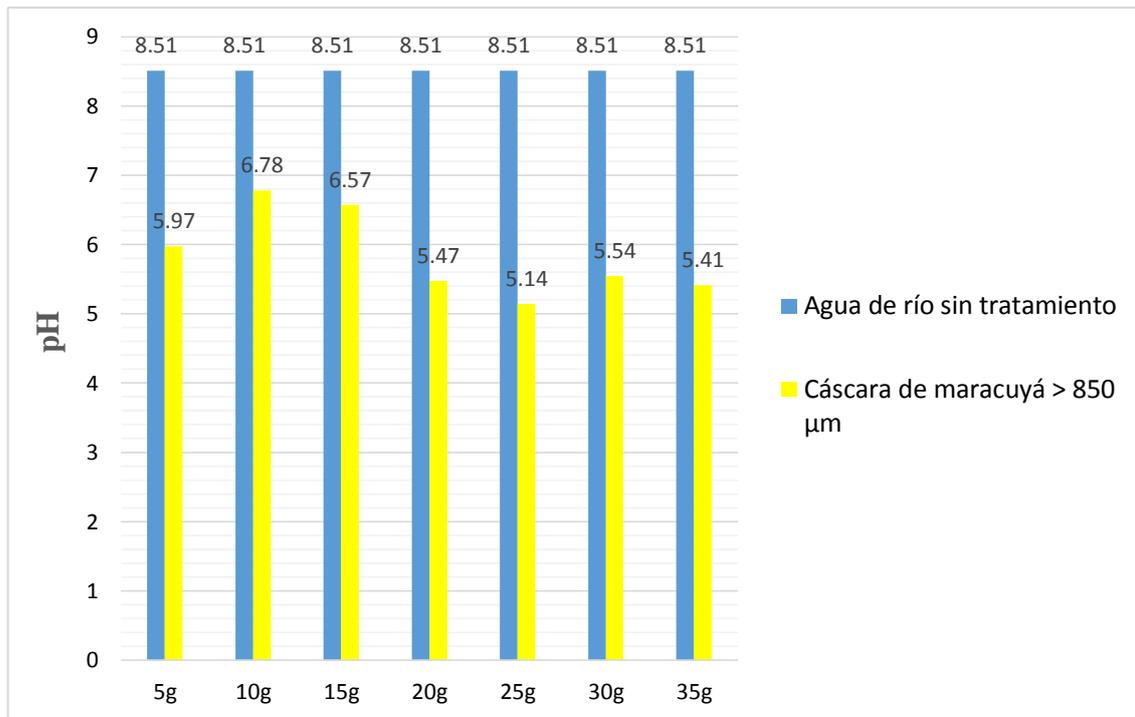


Figura 20: Valores de pH con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá >850 µm.

En la tabla 14 y figura 20, el pH disminuye con todas las dosis agregadas, es decir se vuelve más ácido en todos los casos.

Tabla 15: Concentración del parámetro conductividad eléctrica con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula < 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 2 |           |      |                     |            |                             |                             |
|------------------|-----------|------|---------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Parámetro        |           | C.E  |                     |            |                             |                             |
| Dosis            | Tiempo    | T°   | Tamaño de Partícula | ECA        | Agua de río sin tratamiento | Cáscara de maracuyá <850 µm |
| 5g               | 2hrs20min | 23C° | < 850 µm            | 2500 µS/cm | 817 µS/cm                   | 1142 µS /cm                 |
| 10g              | 2hrs      |      |                     |            |                             | 1708 µS /cm                 |
| 15g              | 1hr40min  |      |                     |            |                             | 1700 µS /cm                 |
| 20g              | 1hr20min  |      |                     |            |                             | 2350 µS /cm                 |
| 25g              | 1hr       |      |                     |            |                             | 2134 µS /cm                 |
| 30g              | 40min     |      |                     |            |                             | 2001 µS /cm                 |
| 35g              | 20min     |      |                     |            |                             | 2603 µS /cm                 |

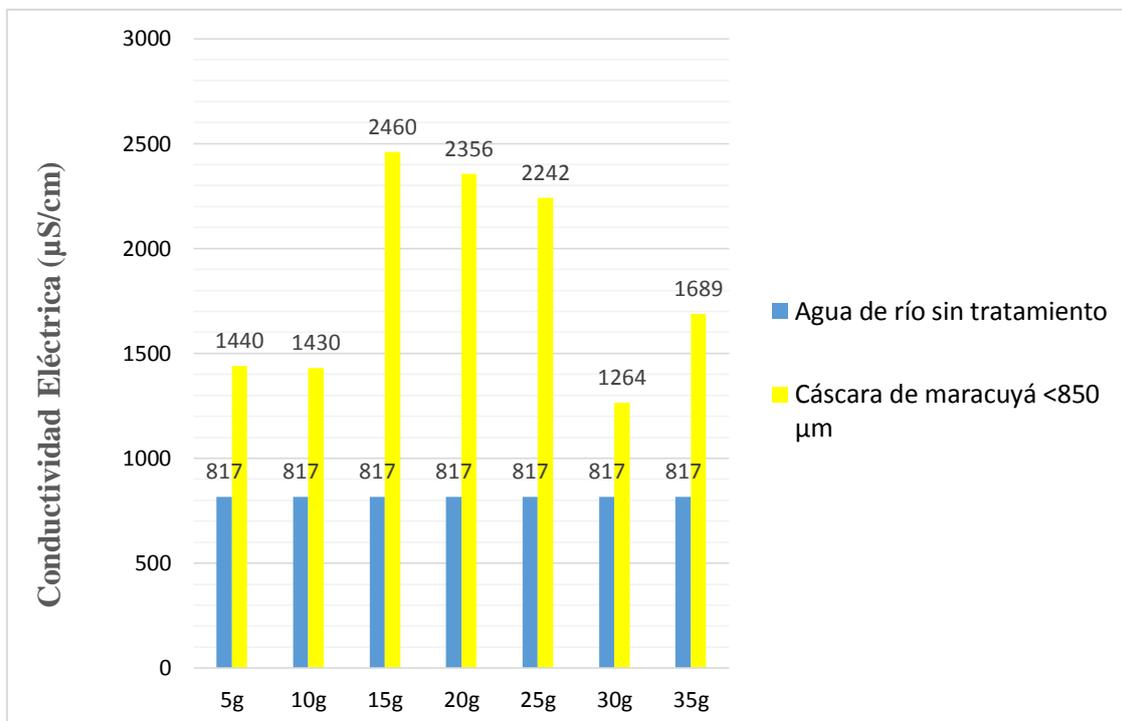


Figura 21: Valores de conductividad eléctrica con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 µm.

En la tabla 15 y figura 21, la conductividad se eleva considerablemente con todas las dosis agregadas, llegando a alcanzar los 2603 µS/cm para la dosis mayor de cáscaras de maracuyá de granulometría <850 µm.

Tabla 16: Concentración de conductividad eléctrica con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula > 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 2 |           |      |                     |            |                             |                             |
|------------------|-----------|------|---------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Parámetro        |           | C.E  |                     |            |                             |                             |
| Dosis            | Tiempo    | T°   | Tamaño de Partícula | ECA        | Agua de río sin tratamiento | Cáscara de maracuyá >850 µm |
| 5g               | 2hrs20min | 23C° | >850 µm             | 2500 µS/cm | 817 µS/cm                   | 1440 µS /cm                 |
| 10g              | 2hrs      |      |                     |            |                             | 1430 µS /cm                 |
| 15g              | 1hr40min  |      |                     |            |                             | 2460 µS /cm                 |
| 20g              | 1hr20min  |      |                     |            |                             | 2342 µS /cm                 |
| 25g              | 1hr       |      |                     |            |                             | 1264 µS /cm                 |
| 30g              | 40min     |      |                     |            |                             | 1289 µS /cm                 |
| 35g              | 20min     |      |                     |            |                             | 1689µS /cm                  |

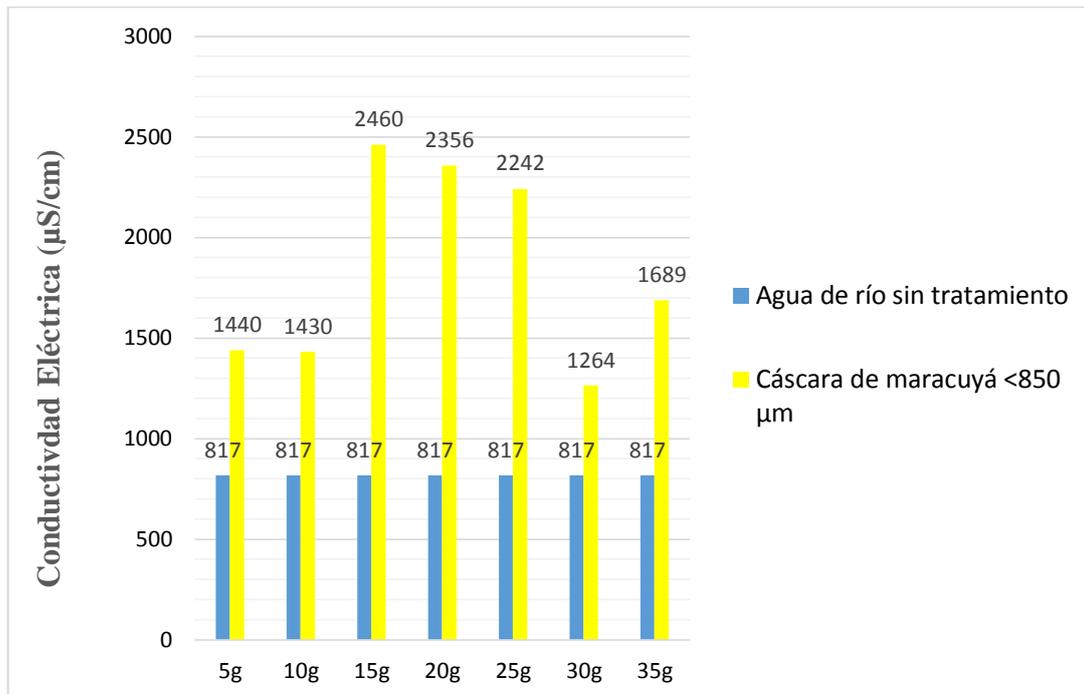


Figura 22: Valores de conductividad eléctrica con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá >850 µm.

En la tabla 16 y figura 22, observamos que la conductividad eléctrica, al igual que en el gráfico anterior, aumenta para todas las dosis agregadas del tratamiento con cáscaras de maracuyá.

Tabla 17: Concentración del parámetro turbidez con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula < 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 2 |           |          |                     |                             |   |
|------------------|-----------|----------|---------------------|-----------------------------|---|
| Parámetro        |           | Turbidez |                     |                             |   |
| Dosis            | Tiempo    | T°       | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | Agua con tratamiento de Cáscara de maracuyá |
| 5g               | 2hrs20min | 23C°     | < 850 µm            | 0.98 NTU                    | 6.20 NTU                                    |
| 10g              | 2hrs      |          |                     |                             | 7.24 NTU                                    |
| 15g              | 1hr40min  |          |                     |                             | 8.09 NTU                                    |
| 20g              | 1hr20min  |          |                     |                             | 9.54 NTU                                    |
| 25g              | 1hr       |          |                     |                             | 12.3 NTU                                    |
| 30g              | 40min     |          |                     |                             | 15 NTU                                      |
| 35g              | 20min     |          |                     |                             | 20.6 NTU                                    |

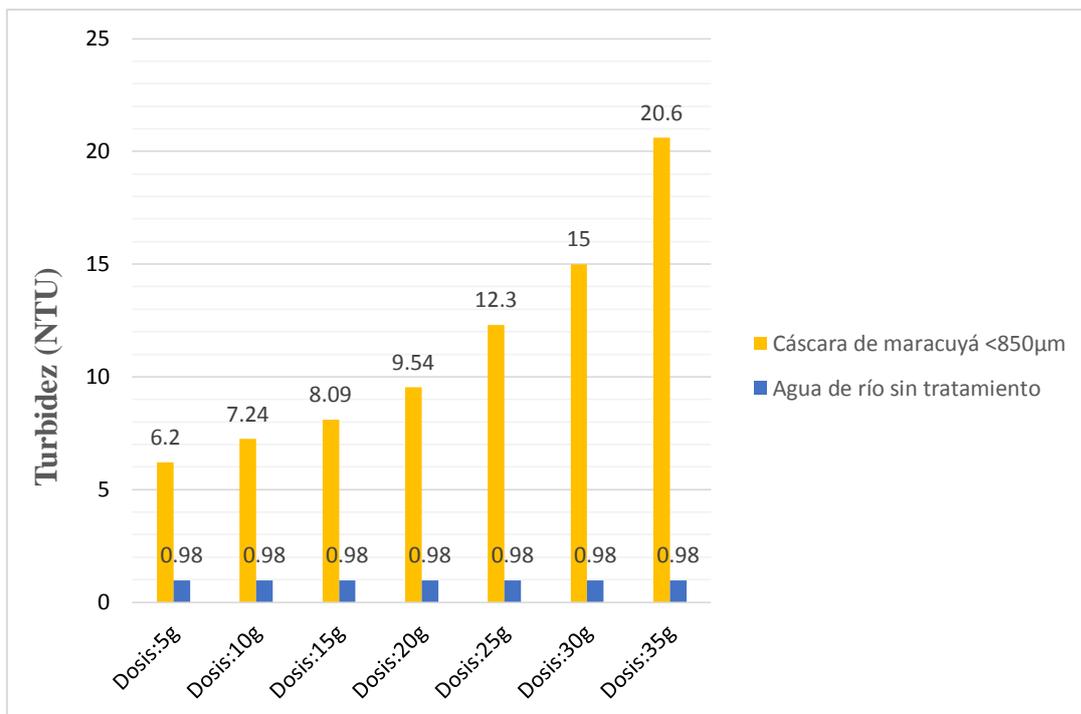


Figura 23: Valores de turbidez con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 µm.

En la tabla 17 y figura 23, se observa que la turbidez aumentó bastante a comparación de la turbidez inicial, llegando a alcanzar 20.6 NTU con la dosis de 35 g de cáscara de maracuyá de granulometría <850µm.

Tabla 18: Concentración de turbidez con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula > 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 2 |           |          |                     |                             |   |
|------------------|-----------|----------|---------------------|-----------------------------|---|
| Parámetro        |           | Turbidez |                     |                             |   |
| Dosis            | Tiempo    | T°       | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | Agua con tratamiento de Cáscara de maracuyá |
| 5g               | 2hrs20min | 23C°     | > 850 µm            | 0.98 NTU                    | 7.92 NTU                                    |
| 10g              | 2hrs      |          |                     |                             | 8.33 NTU                                    |
| 15g              | 1hr40min  |          |                     |                             | 9.24 NTU                                    |
| 20g              | 1hr20min  |          |                     |                             | 9.51 NTU                                    |
| 25g              | 1hr       |          |                     |                             | 10.6 NTU                                    |
| 30g              | 40min     |          |                     |                             | 11.3 NTU                                    |
| 35g              | 20min     |          |                     |                             | 14.5 NTU                                    |

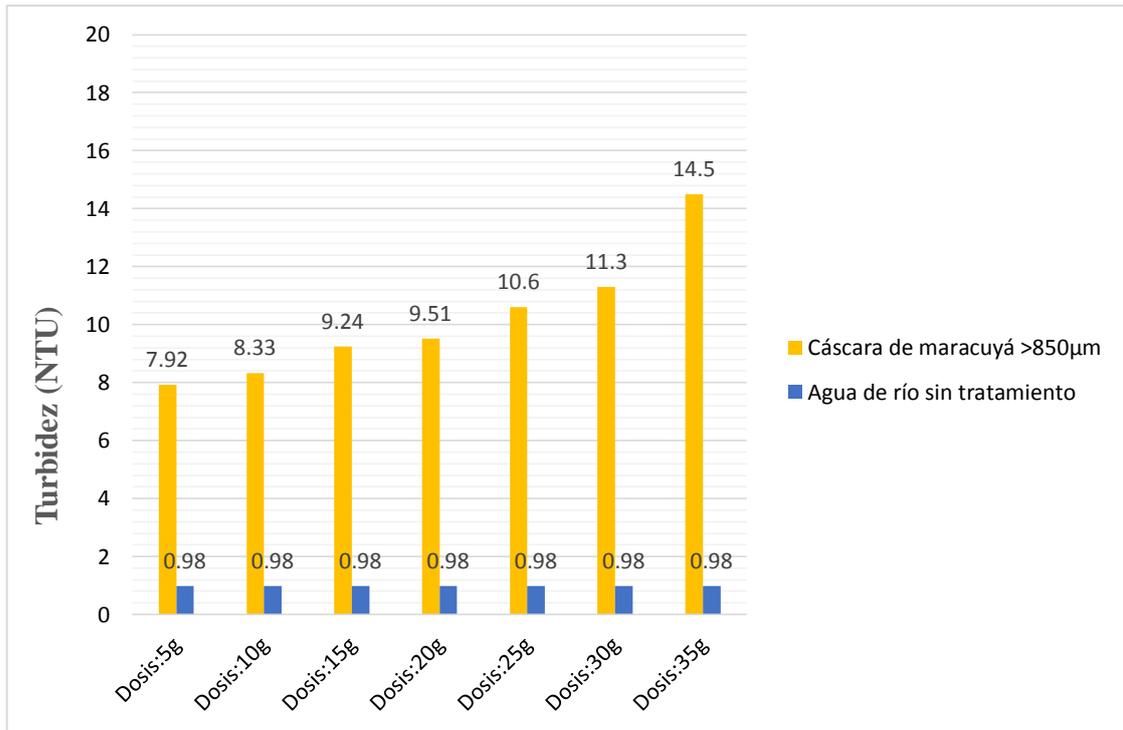


Figura 24: Valores de turbidez con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá >850 µm.

En la tabla 18 y figura 24, la turbidez también aumenta al aumentar la dosis del tratamiento de cáscara de maracuyá de granulometría >850 µm.

Tabla 19: Concentración del parámetro oxígeno disuelto con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula < 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 2 |           |      |                     |                             |         |   |
|------------------|-----------|------|---------------------|-----------------------------|---------|---|
| Parámetro        |           | O.D. |                     |                             |         |   |
| Dosis            | Tiempo    | T°   | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | ECA     | Agua con tratamiento de Cáscara de maracuyá |
| 5g               | 2hrs20min | 23C° | < 850 µm            | 6.07mg/L                    | ≥4 mg/L | 0.67 mg/L                                   |
| 10g              | 2hrs      |      |                     |                             |         | 6.10 mg/L                                   |
| 15g              | 1hr40min  |      |                     |                             |         | 6.34 mg/L                                   |
| 20g              | 1hr20min  |      |                     |                             |         | 6.06 mg/L                                   |
| 25g              | 1hr       |      |                     |                             |         | 5.06 mg/L                                   |
| 30g              | 40min     |      |                     |                             |         | 5.44 mg/L                                   |
| 35g              | 20min     |      |                     |                             |         | 5.02 mg/L                                   |

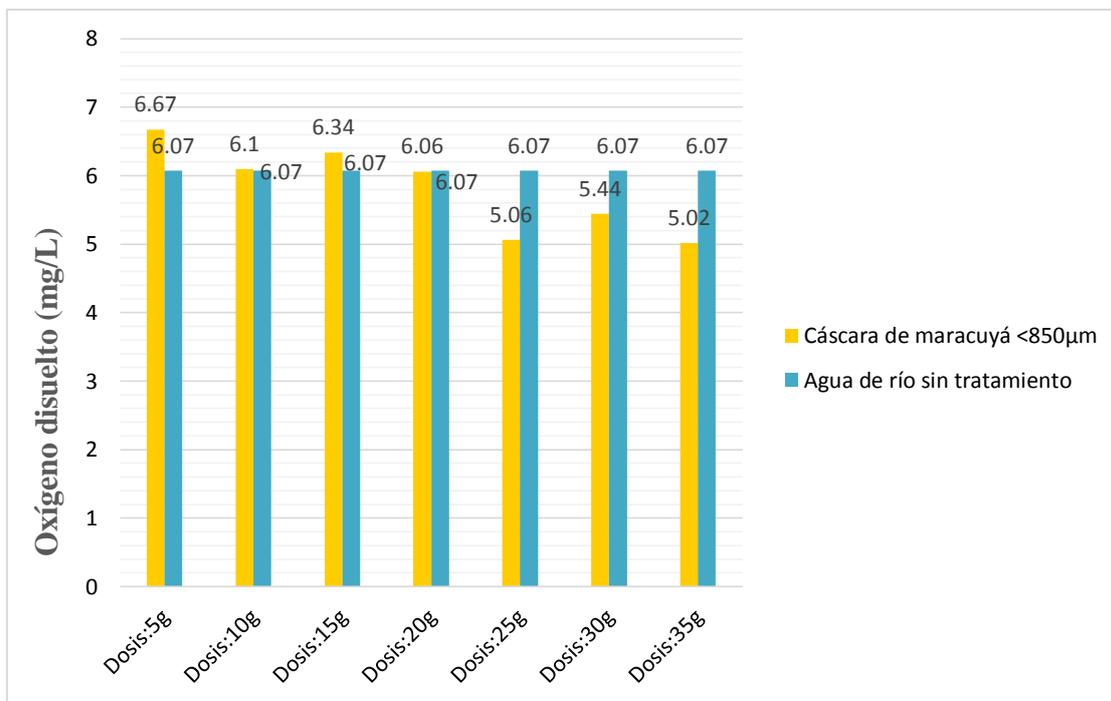


Figura 25: Valores de Oxígeno Disuelto con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 µm.

En la tabla 19 y figura 25, observamos que el OD tiene una ligera variación no muy significativa, ya que es cercana al OD que se tenía inicialmente.

Tabla 20: Concentración del parámetro oxígeno disuelto con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula > 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 2 |           |      |                     |                             |         |   |
|------------------|-----------|------|---------------------|-----------------------------|---------|---|
| Parámetro        |           | O.D. |                     |                             |         |   |
| Dosis            | Tiempo    | T°   | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | ECA     | Agua con tratamiento de Cáscara de maracuyá |
| 5g               | 2hrs20min | 23C° | > 850 µm            | 6.07mg/L                    | ≥4 mg/L | 1.33 mg/L                                   |
| 10g              | 2hrs      |      |                     |                             |         | 6.87 mg/L                                   |
| 15g              | 1hr40min  |      |                     |                             |         | 6.05 mg/L                                   |
| 20g              | 1hr20min  |      |                     |                             |         | 6.23 mg/L                                   |
| 25g              | 1hr       |      |                     |                             |         | 5.79 mg/L                                   |
| 30g              | 40min     |      |                     |                             |         | 9.17 mg/L                                   |
| 35g              | 20min     |      |                     |                             |         | 9.93 mg/L                                   |

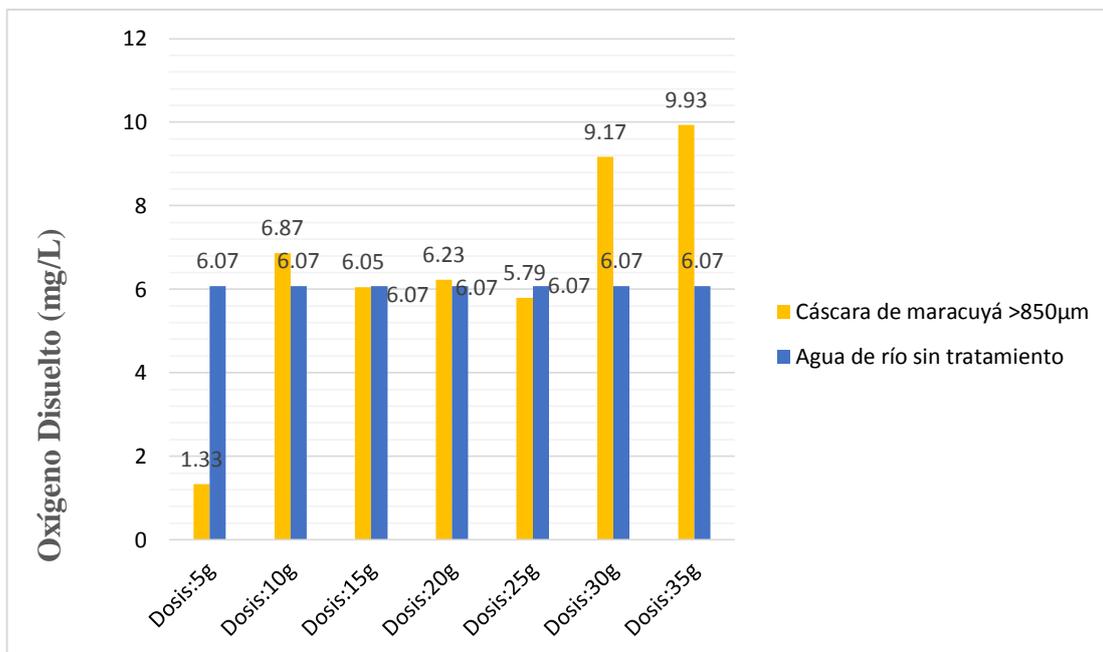


Figura 26: Valores de oxígeno disuelto con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá >850 µm.

En la tabla 20 y figura 26, observamos que el OD tiene una variación muy diversa, ya que al principio disminuye con la dosis de 5 g, luego aumenta y disminuye ligeramente hasta la dosis de 25 g, y en las últimas 2 dosis de 30 y 35 g, el OD aumenta considerablemente.

3.2.1 Comparación de los parámetros fisicoquímicos obtenidos al aplicar ambos tratamientos de cáscaras de naranja y maracuyá.

Tabla 21: Comparación del parámetro pH con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con ambos tamaños de partículas (< 850 µm, > 850 µm).

| TRATAMIENTO N° 1 – COMPARACIÓN DE PARÁMETRO |           |                        |                     |          |
|---|-----------|------------------------|---------------------|----------|
| Parámetro                                   |           | pH                     |                     |          |
| Dosis                                       | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |          |
|   |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm |
| 5g  | 2hrs20min | 8.51                   | 6.91                | 7.50     |
| 10g   | 2hrs      |                        | 6.34                | 7.13     |
| 15g   | 1hr40min  |                        | 6.08                | 6.89     |
| 20g   | 1hr20min  |                        | 5.85                | 6.69     |
| 25g   | 1hr       |                        | 5.93                | 6.10     |
| 30g   | 40min     |                        | 5.61                | 6.37     |
| 35g   | 20min     |                        | 5.63                | 7.50     |

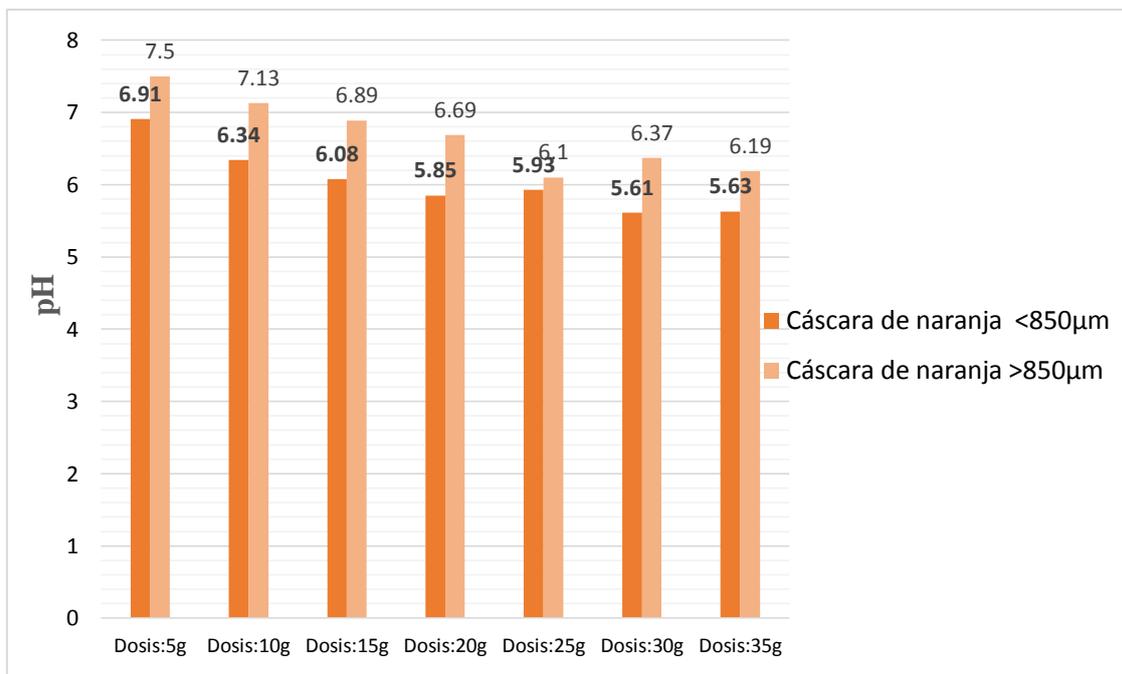


Figura 27: Comparación del pH obtenido con el tratamiento de naranja de ambas granulometrías.

En la tabla 21 y figura 27, observamos que con el tratamiento de cáscaras de naranja de ambas partículas. El pH disminuye a comparación del pH inicial de las muestras de agua, sin embargo, podemos notar que con las cáscaras de naranja de granulometría <850 µm se tuvo un pH más ácido que con las cáscaras de naranja de granulometría >850 µm.

Tabla 22: Comparación del parámetro conductividad eléctrica con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con ambos tamaños de partículas (< 850 µm, > 850 µm).

| TRATAMIENTO N° 1 – COMPARACIÓN DE PARÁMETRO |           |                        |                     |            |
|---|-----------|------------------------|---------------------|------------|
| Parámetro                                   |           | C.E                    |                     |            |
| Dosis                                       | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |            |
|   |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm   |
| 5g  | 2hrs20min | 817 µS/cm              | 802 µS/cm           | 788 µS/cm  |
| 10g   | 2hrs      |                        | 840 µS/cm           | 865 µS/cm  |
| 15g   | 1hr40min  |                        | 921 µS/cm           | 873 µS/cm  |
| 20g   | 1hr20min  |                        | 1007 µS/cm          | 1019 µS/cm |
| 25g   | 1hr       |                        | 1069 µS/cm          | 1082 µS/cm |
| 30g   | 40min     |                        | 1140 µS/cm          | 1066 µS/cm |
| 35g   | 20min     |                        | 1216 µS/cm          | 1273 µS/cm |

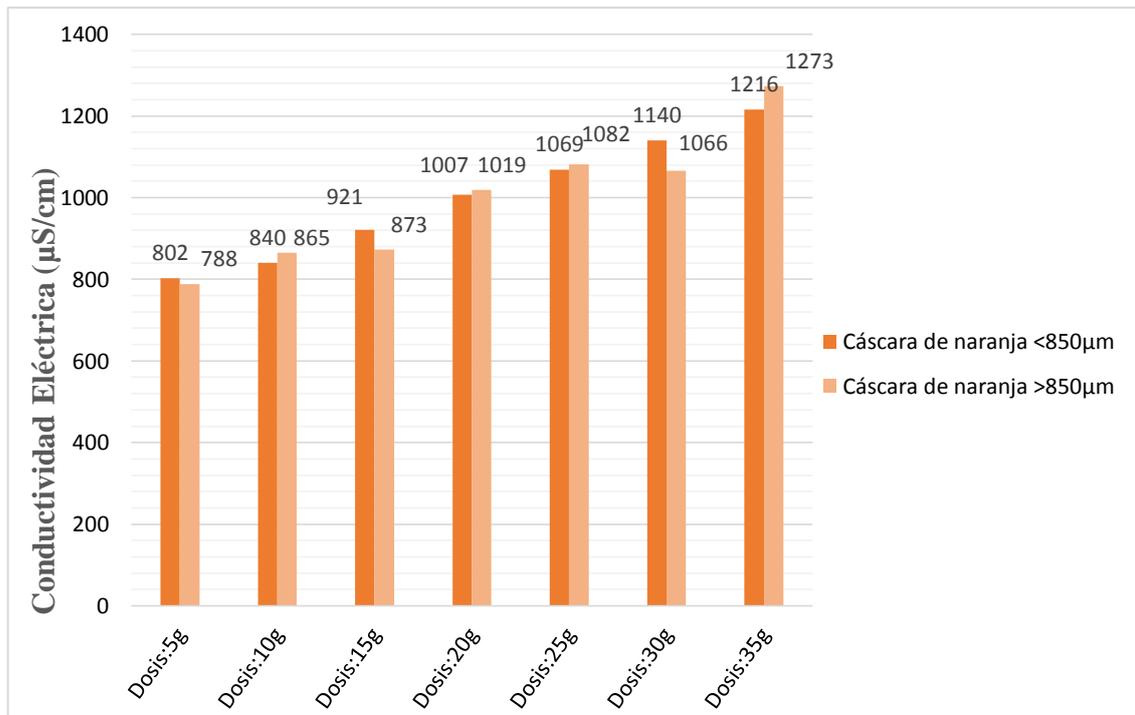


Figura 28: Comparación de la conductividad eléctrica obtenida con el tratamiento de naranja de ambas granulometrías.

En la tabla 22 y figura 28, al comparar la conductividad eléctrica de los tratamientos de naranja de ambas granulometrías, podemos observar que, en la mayoría de los casos, se obtiene una mayor conductividad eléctrica con las cáscaras de naranja de granulometría >850 µm que con las cáscaras de naranja de granulometría <850 µm.

Tabla 23: Comparación del parámetro turbidez con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con ambos tamaños de partículas (< 850 µm, > 850 µm).

| TRATAMIENTO N° 1 – COMPARACIÓN DE PARÁMETRO |           |                        |                     |          |
|---|-----------|------------------------|---------------------|----------|
| Parámetro                                   |           | Turbidez               |                     |          |
| Dosis                                       | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |          |
|   |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm |
| 5g  | 2hrs20min | 0.98NTU                | 11.3 NTU            | 7.73 NTU |
| 10g   | 2hrs      |                        | 16.6 NTU            | 20.3 NTU |
| 15g   | 1hr40min  |                        | 24 NTU              | 23.7 NTU |
| 20g   | 1hr20min  |                        | 28.4 NTU            | 25.8 NTU |
| 25g   | 1hr       |                        | 28.6 NTU            | 35.3 NTU |
| 30g   | 40min     |                        | 28.6 NTU            | 40.5 NTU |
| 35g   | 20min     |                        | 31.1 NTU            | 43.4 NTU |

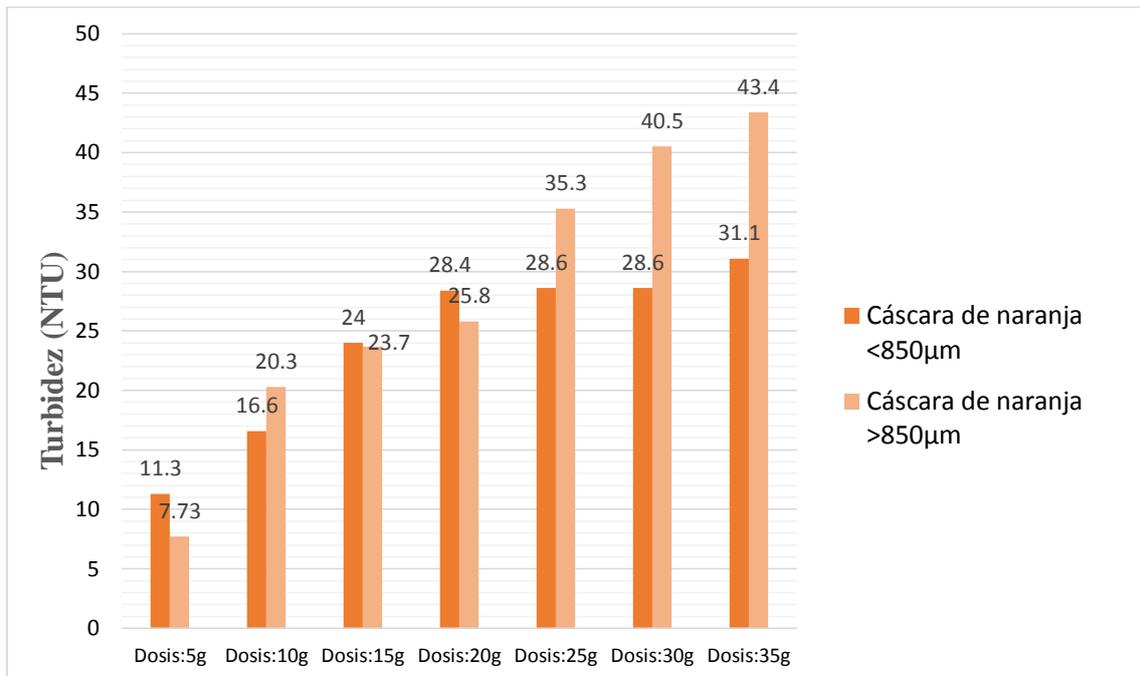


Figura 29: Comparación de la turbidez obtenida con el tratamiento de naranja de ambas granulometrías.

En la tabla 23 y figura 29 observamos que, para ambas granulometrías, se obtiene un gran aumento en la turbidez, y las 3 últimas dosis la turbidez es mayor aplicando la cáscara de naranja de granulometría  $>850\ \mu\text{m}$ .

Tabla 24: Comparación del parámetro oxígeno disuelto con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con ambos tamaños de partículas ( $< 850\ \mu\text{m}$ ,  $> 850\ \mu\text{m}$ ).

| TRATAMIENTO N° 1 – COMPARACIÓN DE PARÁMETRO |           |                        |                      |                      |
|---|-----------|------------------------|----------------------|----------------------|
| Parámetro                                   |           | O.D                    |                      |                      |
| Dosis                                       | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula  |                      |
|   |           |                        | $< 850\ \mu\text{m}$ | $> 850\ \mu\text{m}$ |
| 5g  | 2hrs20min | 6.07mg/L               | 1.12 mg/L            | 5.99 mg/L            |
| 10g   | 2hrs      |                        | 1.10 mg/L            | 5.97 mg/L            |
| 15g   | 1hr40min  |                        | 0.96 mg/L            | 6.04 mg/L            |
| 20g   | 1hr20min  |                        | 0.91 mg/L            | 5.22 mg/L            |
| 25g   | 1hr       |                        | 5.90 mg/L            | 5.55 mg/L            |
| 30g   | 40min     |                        | 4.48 mg/L            | 5.42 mg/L            |
| 35g   | 20min     |                        | 4.75 mg/L            | 5.21 mg/L            |

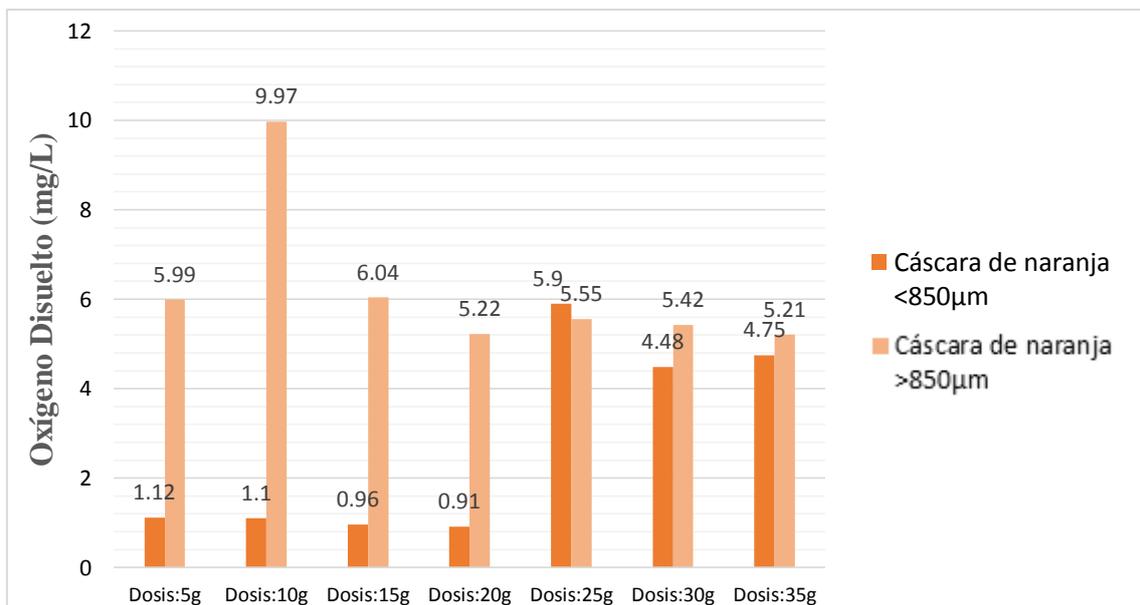


Figura 30: Comparación del oxígeno disuelto obtenido con el tratamiento de naranja de ambas granulometrías.

En la tabla 24 y figura 30, podemos observar que hay mucha diferencia entre el OD obtenido con las 4 primeras dosis, pero que en la mayoría de casos hay mayor cantidad de oxígeno disuelto con la cáscara de naranja de granulometría  $>850 \mu\text{m}$  que con la cáscara de naranja de granulometría  $<850 \mu\text{m}$ .

Tabla 25: Comparación del parámetro pH con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con ambos tamaños de partículas ( $< 850 \mu\text{m}$ ,  $> 850 \mu\text{m}$ ).

| TRATAMIENTO N° 2 – COMPARACIÓN DE PARÁMETRO |           |                        |                     |                     |
|---|-----------|------------------------|---------------------|---------------------|
| Parámetro                                   |           | pH                     |                     |                     |
| Dosis                                       | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |                     |
|   |           |                        | $< 850 \mu\text{m}$ | $> 850 \mu\text{m}$ |
| 5g  | 2hrs20min | 8.51                   | 6.45                | 5.97                |
| 10g   | 2hrs      |                        | 5.81                | 6.78                |
| 15g   | 1hr40min  |                        | 5.35                | 6.17                |
| 20g   | 1hr20min  |                        | 5.27                | 5.47                |
| 25g   | 1hr       |                        | 5.06                | 5.14                |
| 30g   | 40min     |                        | 5.51                | 5.54                |
| 35g   | 20min     |                        | 5.28                | 5.41                |

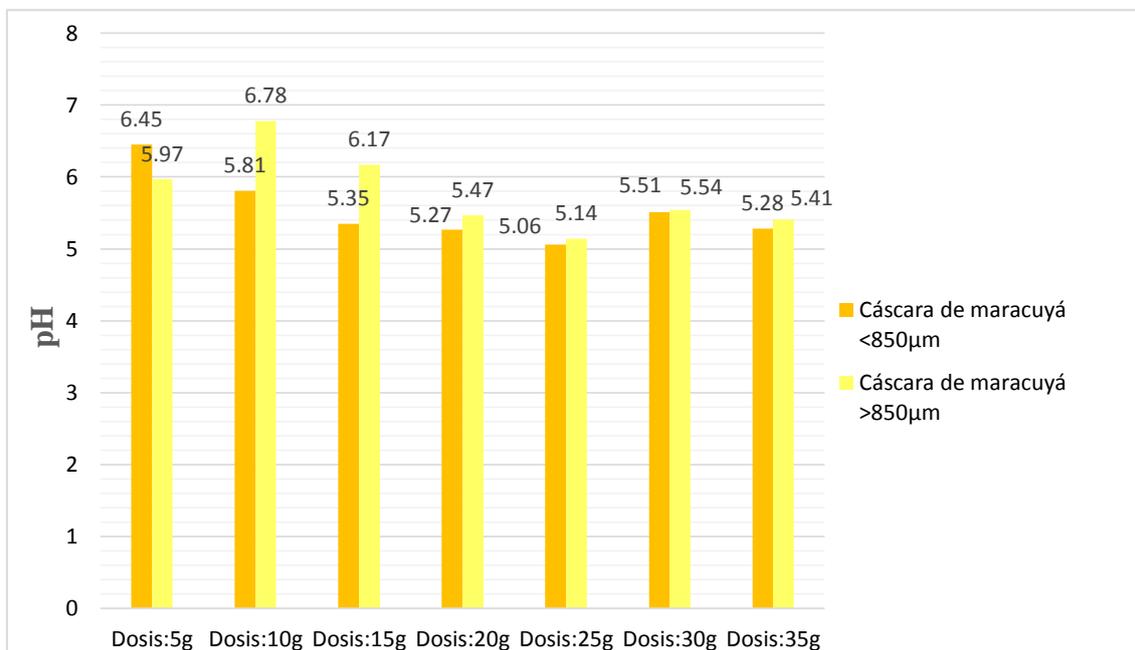


Figura 31: Comparación del pH obtenido con el tratamiento de maracuyá de ambas granulometrías.

En la tabla 25 y figura 31, se observa para todas las dosis, una disminución del pH que se tenía inicialmente, además podemos darnos cuenta que casi en todas las dosis el pH que se obtiene con la cáscara de maracuyá de granulometría <850 µm es ligeramente más ácido que el pH obtenido con la cáscara de maracuyá de granulometría >850 µm, a excepción de la primera dosis de 5 g, donde ocurre lo contrario.

Tabla 26: Comparación del parámetro conductividad eléctrica con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con ambos tamaños de partículas (< 850 µm, > 850 µm).

| TRATAMIENTO N° 2 – COMPARACIÓN DE PARÁMETRO |           |                        |                     |             |
|---|-----------|------------------------|---------------------|-------------|
| Parámetro                                   |           | C.E                    |                     |             |
| Dosis                                       | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |             |
|   |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm    |
| 5g  | 2hrs20min | 817 µS/cm              | 1142 µS /cm         | 1440 µS /cm |
| 10g   | 2hrs      |                        | 1708 µS /cm         | 1430 µS /cm |
| 15g   | 1hr40min  |                        | 2134 µS /cm         | 1786 µS /cm |
| 20g   | 1hr20min  |                        | 2001 µS /cm         | 2242 µS /cm |
| 25g   | 1hr       |                        | 2453 µS /cm         | 2590 µS /cm |
| 30g   | 40min     |                        | 2154 µS /cm         | 1564 µS /cm |
| 35g   | 20min     |                        | 2603 µS /cm         | 2606 µS /cm |

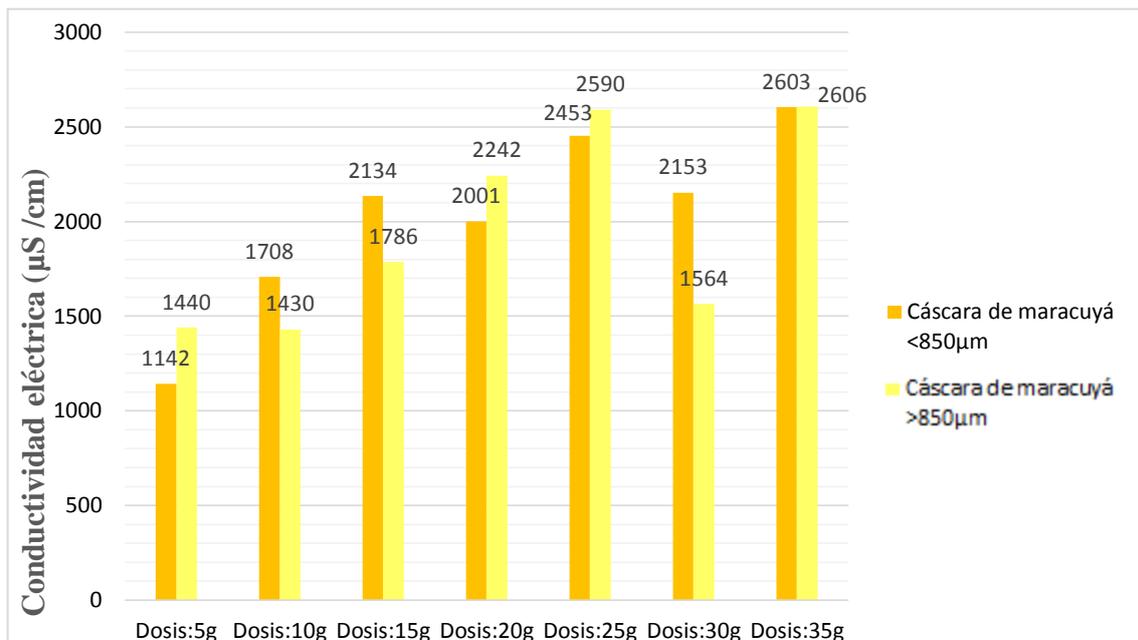


Figura 32: Comparación de la conductividad eléctrica obtenida con el tratamiento de maracuyá de ambas granulometrías.

En la tabla 26 y figura 32, observamos una conductividad eléctrica muy variable con las cáscaras de maracuyá de ambas granulometrías, sin embargo, en todas las dosis, la conductividad aumenta en comparación a la conductividad que se tenía inicialmente de las muestras de agua sin tratar en donde se tenía una conductividad de 817 µS/cm.

Tabla 27: Comparación del parámetro turbidez con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con ambos tamaños de partículas (< 850 µm, > 850 µm).

| TRATAMIENTO N° 2 – COMPARACIÓN DE PARÁMETRO |           |                        |                     |          |
|---|-----------|------------------------|---------------------|----------|
| Parámetro                                   |           | Turbidez               |                     |          |
| Dosis                                       | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |          |
|   |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm |
| 5g  | 2hrs20min | 0.98NTU                | 6.20 NTU            | 7.92 NTU |
| 10g   | 2hrs      |                        | 7.24 NTU            | 8.33 NTU |
| 15g   | 1hr40min  |                        | 8.09 NTU            | 9.24 NTU |
| 20g   | 1hr20min  |                        | 9.54 NTU            | 9.51 NTU |
| 25g   | 1hr       |                        | 12.3 NTU            | 10.6 NTU |
| 30g   | 40min     |                        | 15 NTU              | 11.3 NTU |
| 35g   | 20min     |                        | 20.6 NTU            | 14.5 NTU |

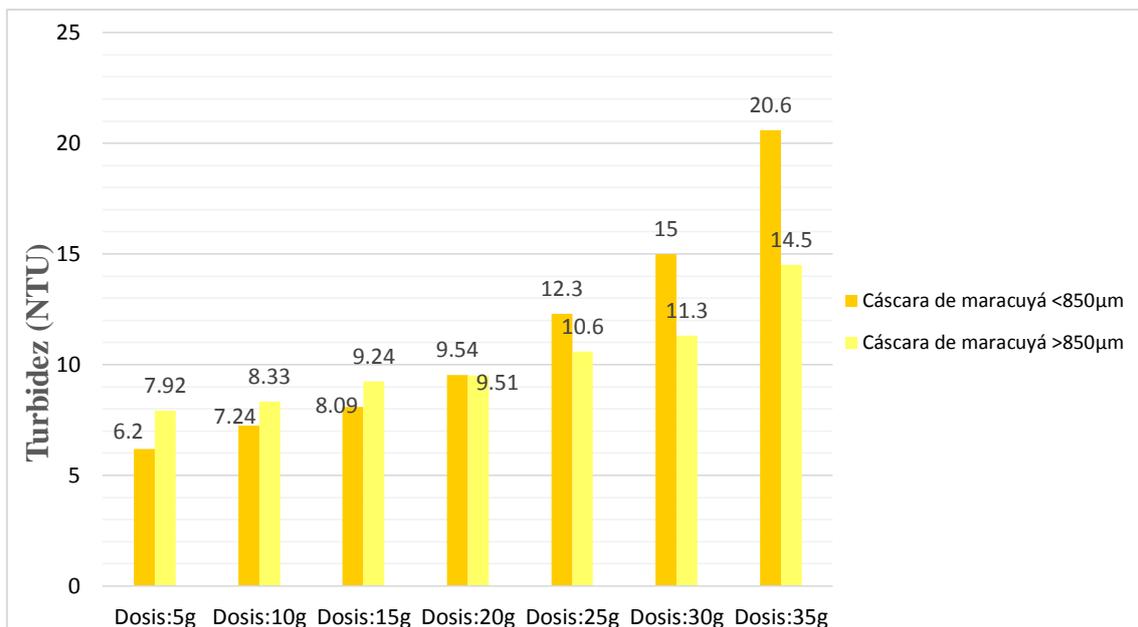


Figura 33: Comparación de la turbidez obtenida con el tratamiento de maracuyá de ambas granulometrías.

En la tabla 27 y figura 33, con todas las dosis de ambas granulometrías, hay un gran aumento en la turbidez, pero la turbidez más alta se logró alcanzar con la dosis de 35g de granulometría <850 µm.

Tabla 28: Comparación del parámetro oxígeno disuelto con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con ambos tamaños de partículas (< 850 µm, > 850 µm).

| TRATAMIENTO N° 2 – COMPARACIÓN DE PARÁMETRO |           |                        |                     |           |
|---|-----------|------------------------|---------------------|-----------|
| Parámetro                                   |           | O.D                    |                     |           |
| Dosis                                       | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |           |
|   |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm  |
| 5g  | 2hrs20min | 6.07mg/L               | 0.67 mg/L           | 1.33 mg/L |
| 10g   | 2hrs      |                        | 6.10 mg/L           | 6.87 mg/L |
| 15g   | 1hr40min  |                        | 6.34 mg/L           | 6.05 mg/L |
| 20g   | 1hr20min  |                        | 6.06 mg/L           | 6.23 mg/L |
| 25g   | 1hr       |                        | 5.06 mg/L           | 5.79 mg/L |
| 30g   | 40min     |                        | 5.44 mg/L           | 9.17 mg/L |
| 35g   | 20min     |                        | 5.02 mg/L           | 9.93 mg/L |

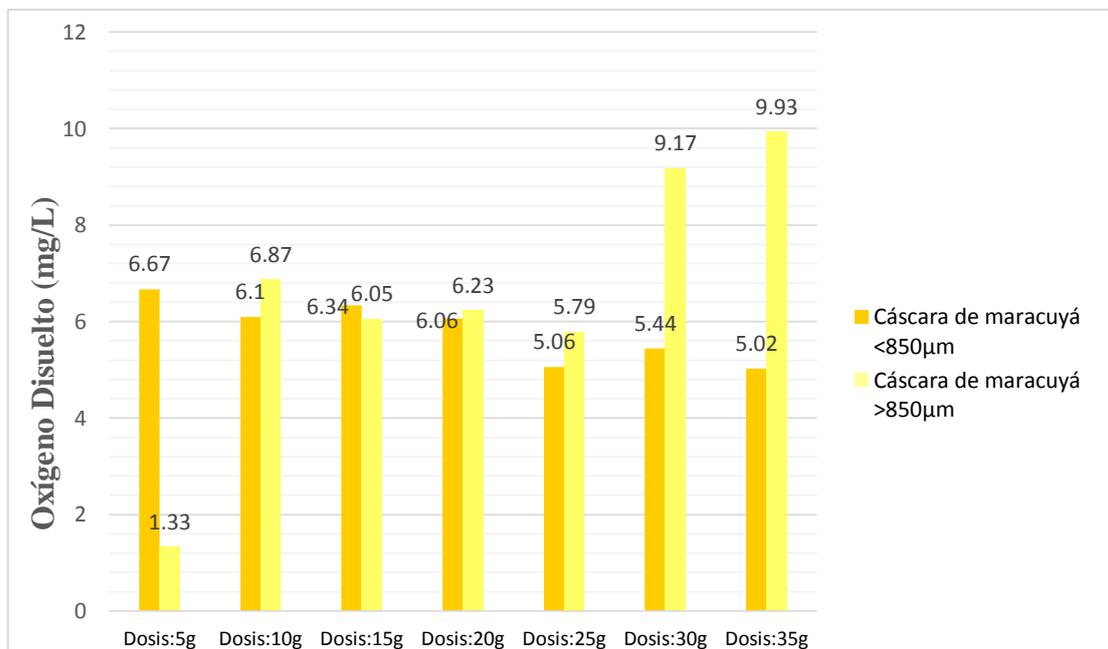


Figura 34: Comparación del oxígeno disuelto obtenido con el tratamiento de maracuyá de ambas granulometrías.

En la tabla 28 y figura 34, se observa que el OD en ambas granulometrías varió, sin embargo, casi todas están dentro del ECA el cual índice que el valor aceptable es  $\geq 4$  mg/L por ende, son aceptables para agua de riego a excepción de la dosis de 5 g.

3.2.2. Resultados de la remoción de Plomo y Arsénico por el tratamiento de cáscara de naranja y maracuyá.

Tabla 29: Concentración de Plomo con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula  $> 850 \mu\text{m}$ .

| TRATAMIENTO N° 1 |           |       |                     |                             |                    |
|------------------|-----------|-------|---------------------|-----------------------------|--------------------|
| Parámetro        |           | Plomo |                     |                             |                    |
| Dosis            | Tiempo    | T°    | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | Cáscara de naranja |
| 5g               | 2hrs20min | 23C°  | $> 850 \mu\text{m}$ | 0.056mg/L                   | 0.0020 mg/L        |
| 10g              | 2hrs      |       |                     |                             | 0.0020 mg/L        |
| 15g              | 1hr40min  |       |                     |                             | 0.0010 mg/L        |
| 20g              | 1hr20min  |       |                     |                             | 0.0010 mg/L        |
| 25g              | 1hr       |       |                     |                             | 0.0009 mg/L        |
| 30g              | 40min     |       |                     |                             | 0.0008 mg/L        |
| 35g              | 20min     |       |                     |                             | 0.0007 mg/L        |

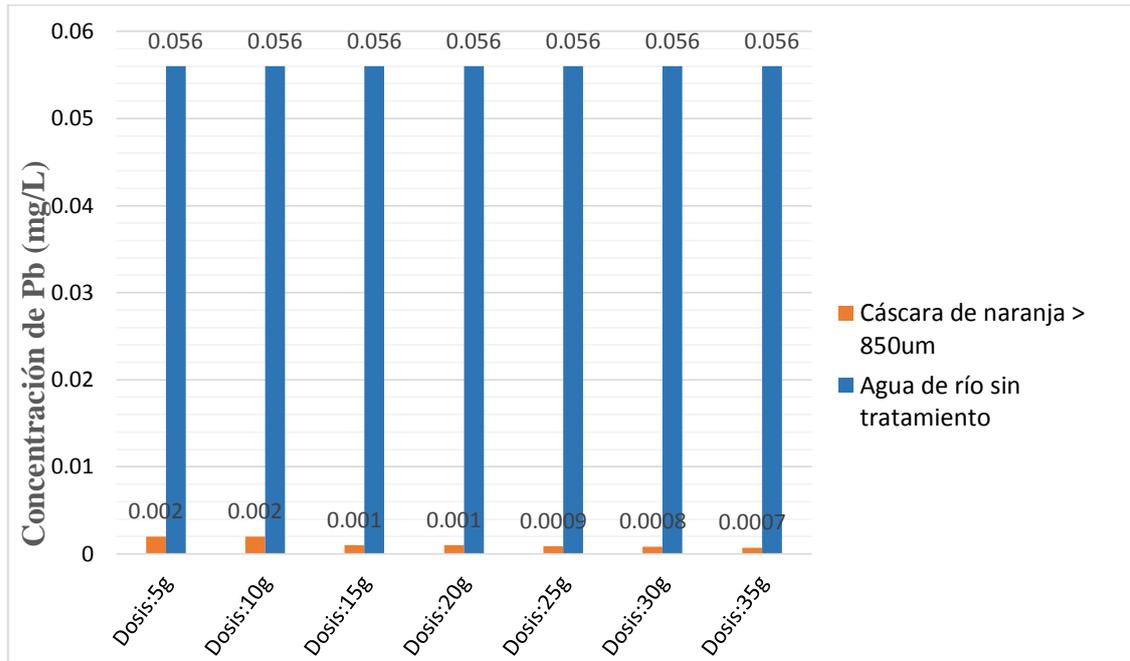


Figura 35: Comparación de la concentración de Pb obtenida después del tratamiento de naranja con granulometría >850 µm.

En la tabla 29 y figura 35, se puede observar que el tratamiento disminuyó considerablemente la concentración de Pb en el agua, pero la que removi6 en mayor porcentaje fue la dosis de 35 g.

Tabla 30: Concentración de Plomo con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula < 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 1 |           |       |                     |                             |                    |
|------------------|-----------|-------|---------------------|-----------------------------|--------------------|
| Parámetro        |           | Plomo |                     |                             |                    |
| Dosis            | Tiempo    | T°    | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | Cáscara de naranja |
| 5g               | 2hrs20min | 23C°  | < 850 µm            | 0.056 mg/L                  | 0.0008 mg/L        |
| 10g              | 2hrs      |       |                     |                             | 0.0009 mg/L        |
| 15g              | 1hr40min  |       |                     |                             | 0.001 mg/L         |
| 20g              | 1hr20min  |       |                     |                             | 0.0011 mg/L        |
| 25g              | 1hr       |       |                     |                             | 0.0012 mg/L        |
| 30g              | 40min     |       |                     |                             | 0.0018 mg/L        |
| 35g              | 20min     |       |                     |                             | 0.0021 mg/L        |

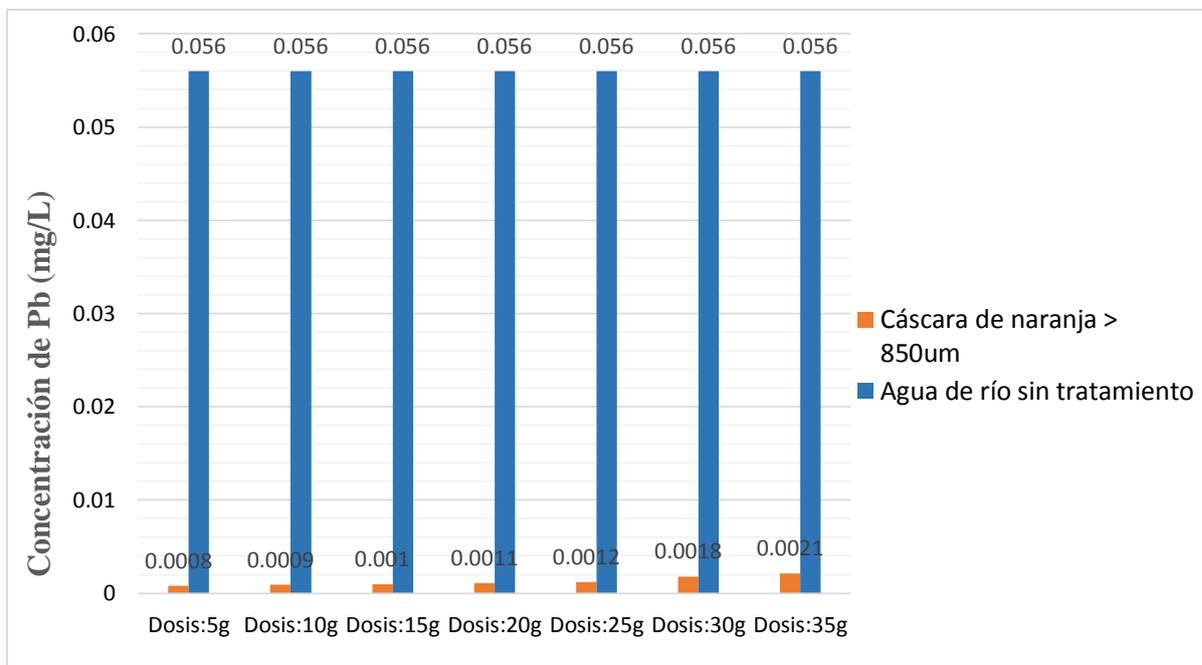


Figura 36: Comparación de la concentración de Pb obtenida después del tratamiento de naranja con granulometría <math><850 \mu\text{m}</math>.

En la tabla 30 y figura 36, todas las dosis lograron disminuir la concentración de Pb en las muestras de agua, pero la que logró remover más fue la dosis de 5g de cáscara de naranja de granulometría <math><850 \mu\text{m}</math>, ya que ésta tuvo un mayor tiempo de contacto en comparación con las otras dosis.

Tabla 31: Concentración de Arsénico con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula > 850  $\mu\text{m}$ .

| TRATAMIENTO N° 1 |           |          |                     |                             |                    |
|------------------|-----------|----------|---------------------|-----------------------------|--------------------|
| Parámetro        |           | Arsénico |                     |                             |                    |
| Dosis            | Tiempo    | T°       | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | Cáscara de naranja |
| 5g               | 2hrs20min | 23C°     | > 850 $\mu\text{m}$ | 0.098 mg/L                  | 0.002 mg/L         |
| 10g              | 2hrs      |          |                     |                             | 0.002 mg/L         |
| 15g              | 1hr40min  |          |                     |                             | 0.001 mg/L         |
| 20g              | 1hr20min  |          |                     |                             | 0.001 mg/L         |
| 25g              | 1hr       |          |                     |                             | 0.001 mg/L         |
| 30g              | 40min     |          |                     |                             | 0.001 mg/L         |
| 35g              | 20min     |          |                     |                             | 0.001 mg/L         |

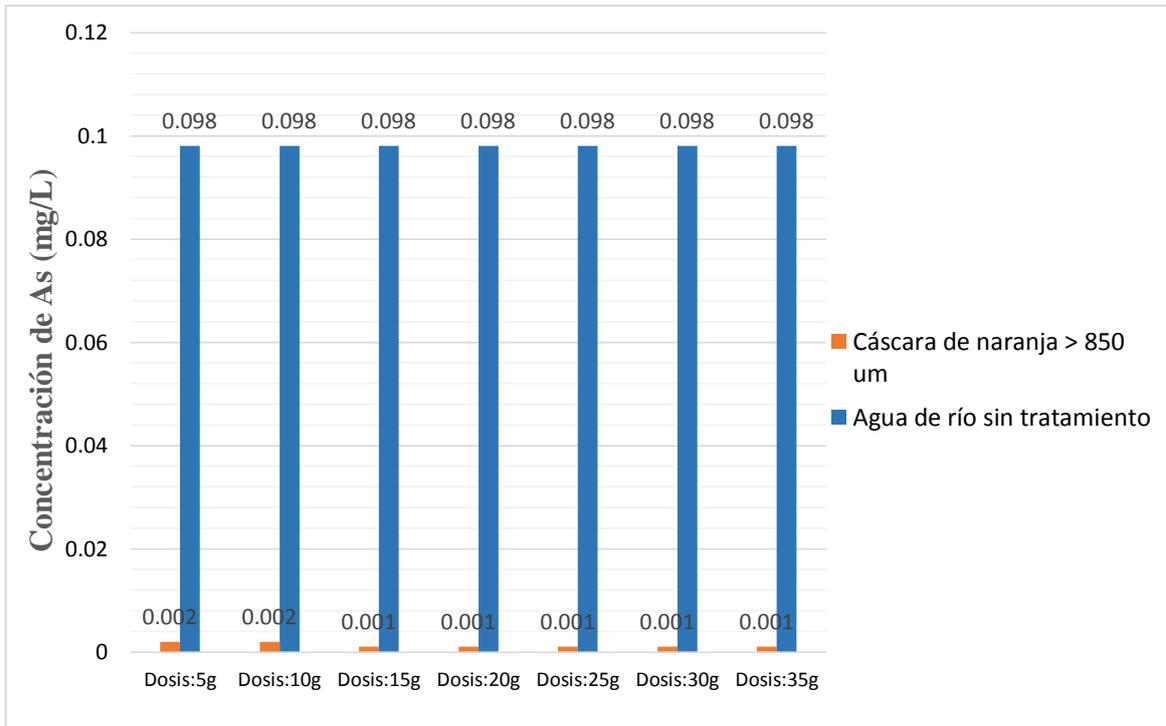


Figura 37: Comparación de la concentración de As obtenida después del tratamiento de naranja con granulometría >850 µm.

En la tabla 31 y figura 37, todas las dosis removieron casi el 100% de Arsénico en las muestras de agua, pero la que más removió fue la dosis de 35 g de cáscaras de naranja con granulometría >850 µm.

Tabla 32: Concentración de Arsénico con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con tamaño de partícula < 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 1 |           |          |                     |                             |                    |
|------------------|-----------|----------|---------------------|-----------------------------|--------------------|
| Parámetro        |           | Arsénico |                     |                             |                    |
| Dosis            | Tiempo    | T°       | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | Cáscara de naranja |
| 5g               | 2hrs20min | 23C°     | < 850 µm            | 0.098 mg/L                  | 0.001 mg/L         |
| 10g              | 2hrs      |          |                     |                             | 0.001 mg/L         |
| 15g              | 1hr40min  |          |                     |                             | 0.001 mg/L         |
| 20g              | 1hr20min  |          |                     |                             | 0.001 mg/L         |
| 25g              | 1hr       |          |                     |                             | 0.001 mg/L         |
| 30g              | 40min     |          |                     |                             | 0.002 mg/L         |
| 35g              | 20min     |          |                     |                             | 0.003 mg/L         |

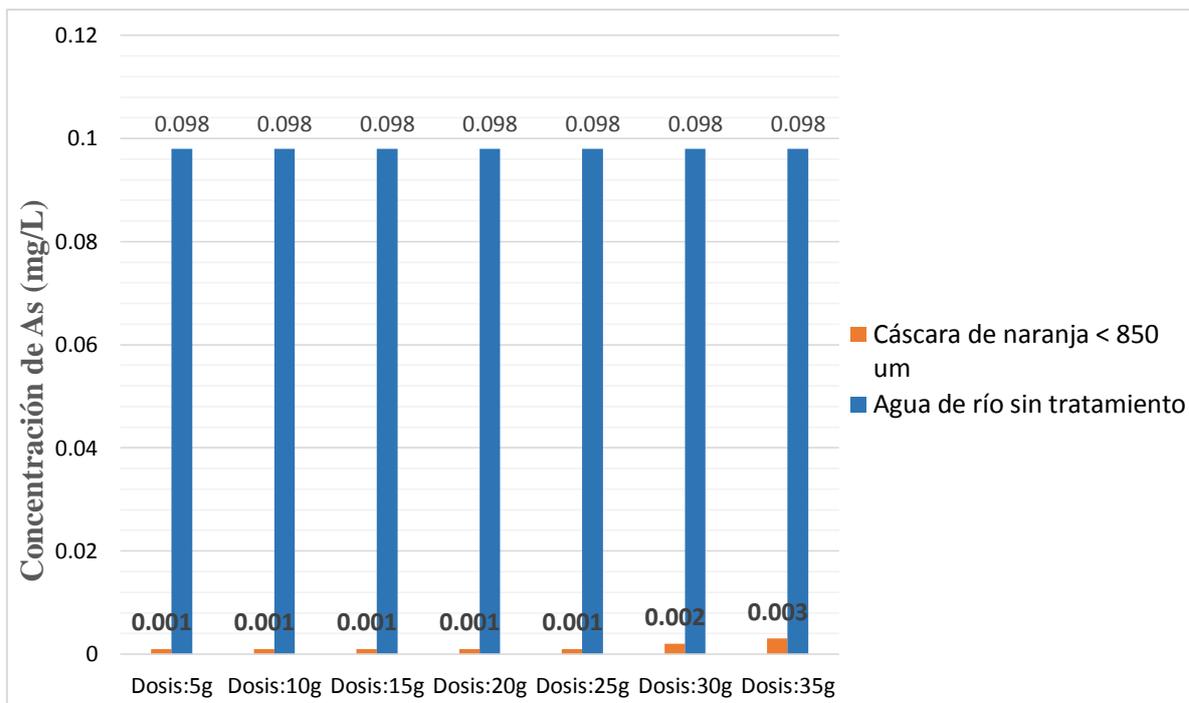


Figura 38: Comparación de la concentración de As obtenida después del tratamiento de naranja con granulometría <math><850 \mu\text{m}</math>.

En la tabla 32 y figura 38, el arsénico también disminuyó casi en su totalidad, pero esta vez, quien logró remover mayor concentración de Arsénico fue la dosis de 5 g de cáscara de naranja de granulometría <math><850 \mu\text{m}</math>.

Tabla 33: Concentración de Plomo con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula >math>>850 \mu\text{m}</math>.

| TRATAMIENTO N° 2 |           |       |                     |                             |                     |
|------------------|-----------|-------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| Parámetro        |           | Plomo |                     |                             |                     |
| Dosis            | Tiempo    | T°    | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | Cáscara de maracuyá |
| 5g               | 2hrs20min | 23C°  | > 850 $\mu\text{m}$ | 0.056mg/L                   | 0.0012 mg/L         |
| 10g              | 2hrs      |       |                     |                             | 0.0016 mg/L         |
| 15g              | 1hr40min  |       |                     |                             | 0.0018 mg/L         |
| 20g              | 1hr20min  |       |                     |                             | 0.0021 mg/L         |
| 25g              | 1hr       |       |                     |                             | 0.0023 mg/L         |
| 30g              | 40min     |       |                     |                             | 0.0026 mg/L         |
| 35g              | 20min     |       |                     |                             | 0.0027 mg/L         |

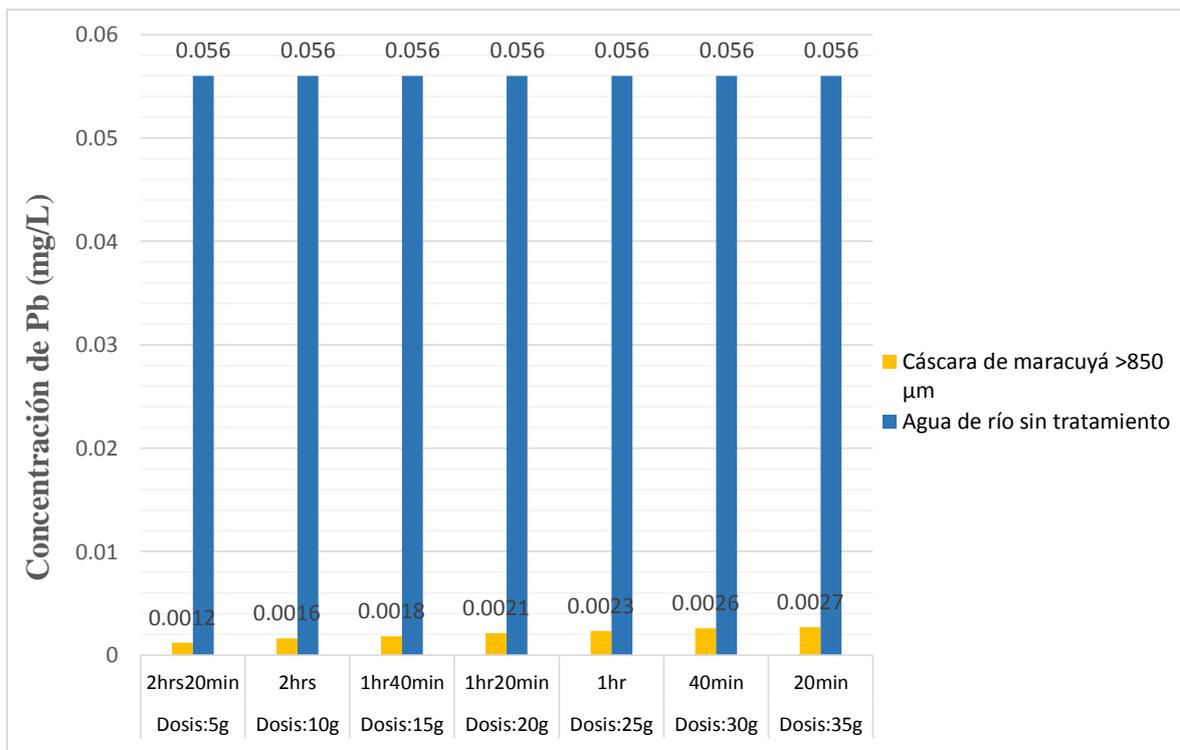


Figura 39: Comparación de la concentración de Pb obtenida después del tratamiento de maracuyá con granulometría >850 µm.

En la tabla 33 y figura 39, el maracuyá también logró disminuir la concentración de Pb que había en las muestras de agua, en este caso, la mayor remoción se logró con la dosis de 5g de cáscara de maracuyá de granulometría >850 µm.

Tabla 34: Concentración de Plomo con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula < 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 2 |           |       |                     |                             |                     |
|------------------|-----------|-------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| Parámetro        |           | Plomo |                     |                             |                     |
| Dosis            | Tiempo    | T °   | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | Cáscara de maracuyá |
| 5g               | 2hrs20min | 23C°  | < 850 µm            | 0.056mg/L                   | 0.0023 mg/L         |
| 10g              | 2hrs      |       |                     |                             | 0.0017 mg/L         |
| 15g              | 1hr40min  |       |                     |                             | 0.0018 mg/L         |
| 20g              | 1hr20min  |       |                     |                             | 0.0022 mg/L         |
| 25g              | 1hr       |       |                     |                             | 0.0023 mg/L         |
| 30g              | 40min     |       |                     |                             | 0.0025 mg/L         |
| 35g              | 20min     |       |                     |                             | 0.0027 mg/L         |

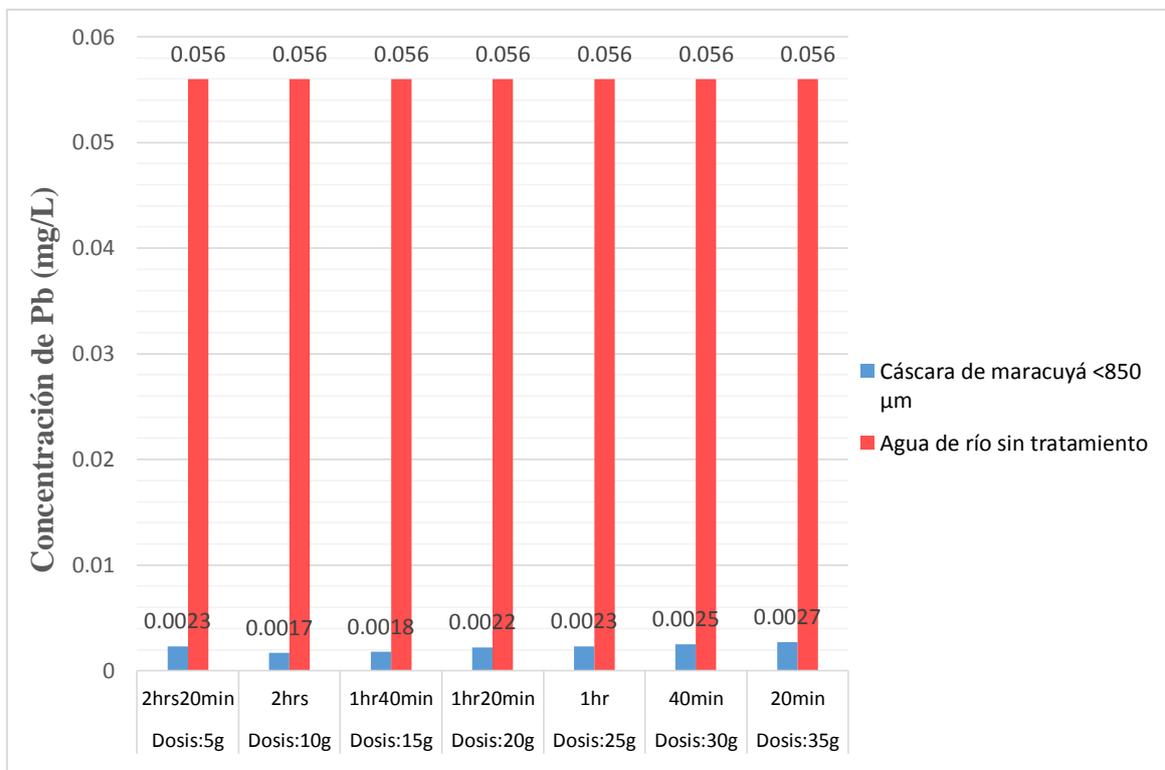


Figura 40: Comparación de la concentración de Pb obtenida después del tratamiento de maracuyá con granulometría <850 µm.

En la tabla 34 y figura 40, disminuyó la concentración de Pb que había en las muestras de agua inicialmente, y se obtienen valores similares entre todas las dosis del tratamiento de maracuyá de granulometría <850 µm.

Tabla 35: Concentración de Arsénico con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula > 850 µm.

| TRATAMIENTO N° 2 |           |          |                     |                             |                     |
|------------------|-----------|----------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| Parámetro        |           | Arsénico |                     |                             |                     |
| Dosis            | Tiempo    | T°       | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | Cáscara de maracuyá |
| 5g               | 2hrs20min | 23C°     | > 850 µm            | 0.098mg/L                   | 0.002 mg/L          |
| 10g              | 2hrs      |          |                     |                             | 0.003 mg/L          |
| 15g              | 1hr40min  |          |                     |                             | 0.003 mg/L          |
| 20g              | 1hr20min  |          |                     |                             | 0.003 mg/L          |
| 25g              | 1hr       |          |                     |                             | 0.004 mg/L          |
| 30g              | 40min     |          |                     |                             | 0.005 mg/L          |
| 35g              | 20min     |          |                     |                             | 0.006 mg/L          |

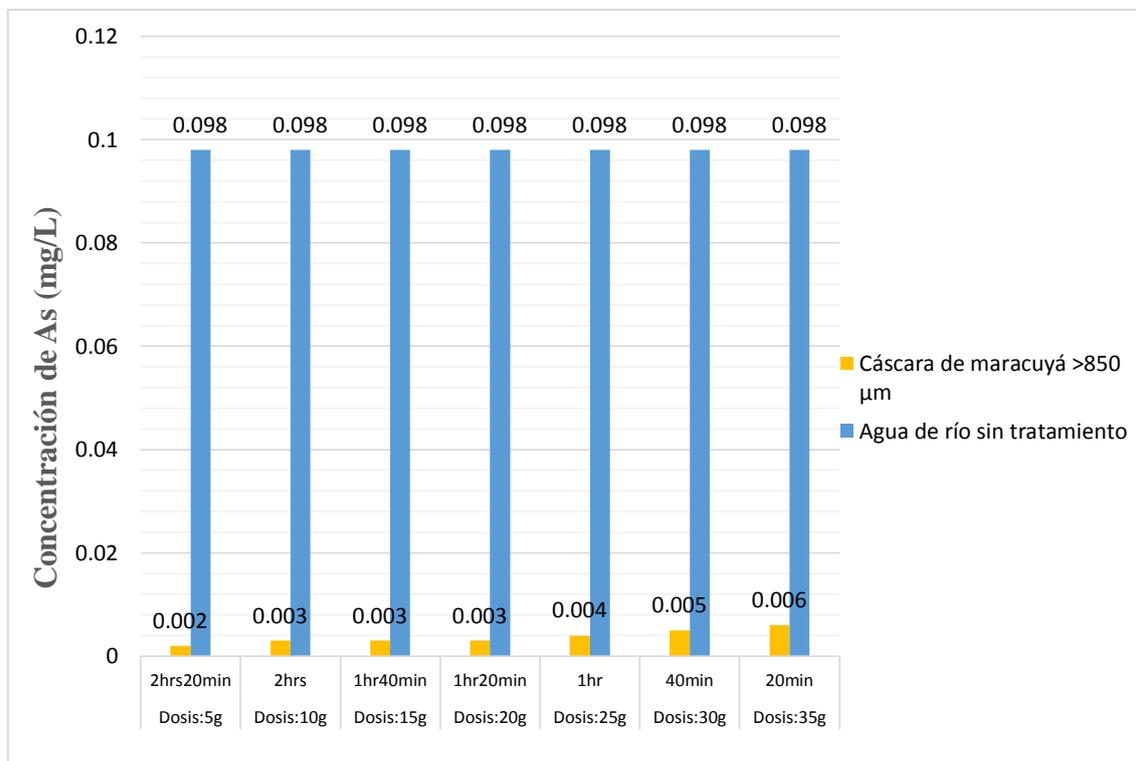


Figura 41: Comparación de la concentración de As obtenida después del tratamiento de maracuyá con granulometría >850 μm.

En la tabla 35 y figura 41, observamos una reducción casi total del arsénico que se encontraba presente en el agua, llegó a reducir hasta 0.002 mg/L con la dosis de 5g de cáscaras de maracuyá de granulometría >850 μm.

Tabla 36: Concentración de Arsénico con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con tamaño de partícula < 850 μ.m.

| TRATAMIENTO N° 2 |           |          |                     |                             |                     |
|------------------|-----------|----------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| Parámetro        |           | Arsénico |                     |                             |                     |
| Dosis            | Tiempo    | T°       | Tamaño de Partícula | Agua de río sin tratamiento | Cáscara de maracuyá |
| 5g               | 2hrs20min | 23C°     | < 850 μm            | 0.098mg/L                   | 0.002 mg/L          |
| 10g              | 2hrs      |          |                     |                             | 0.003 mg/L          |
| 15g              | 1hr40min  |          |                     |                             | 0.003 mg/L          |
| 20g              | 1hr20min  |          |                     |                             | 0.004 mg/L          |
| 25g              | 1hr       |          |                     |                             | 0.004 mg/L          |
| 30g              | 40min     |          |                     |                             | 0.005 mg/L          |
| 35g              | 20min     |          |                     |                             | 0.006 mg/L          |

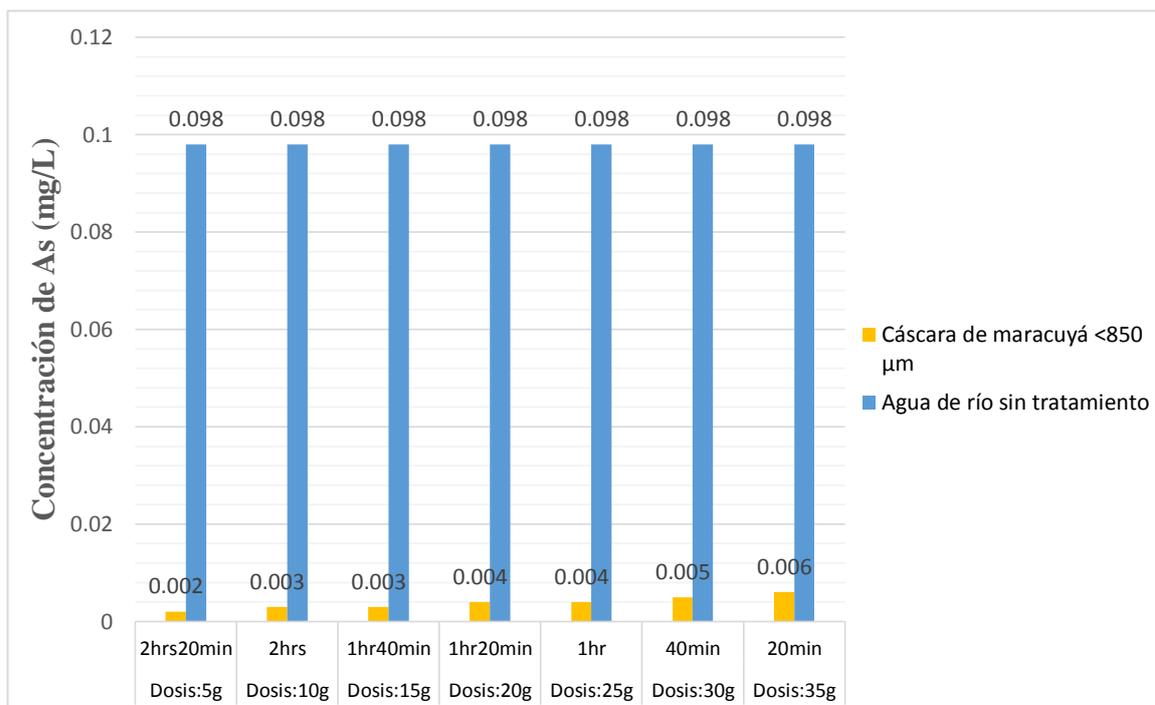


Figura 42: Comparación de la concentración de As obtenida después del tratamiento de maracuyá con granulometría <850 μm.

En la tabla 36 y figura 42, ocurrió una reducción con valores bastante similares al gráfico anterior, ya que la mayor reducción de As, se dió también con la dosis de 5 g de cáscaras de maracuyá de granulometría <850 μm.

### 3.2.3. Comparación de remoción de Plomo y Arsénico con los tratamientos de cáscaras de naranja y maracuyá.

Tabla 37: Remoción de Plomo con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con ambos tamaños de partículas (< 850 μm, > 850 μm).

| TRATAMIENTO N° 1 – COMPARACIÓN DE PARÁMETRO |           |                        |                     |             |
|---|-----------|------------------------|---------------------|-------------|
| Parámetro                                   |           | Plomo                  |                     |             |
| Dosis                                       | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |             |
|   |           |                        | < 850 μm            | > 850 μm    |
| 5g  | 2hrs20min | 0.056mg/L              | 0.0008 mg/L         | 0.0020 mg/L |
| 10g   | 2hrs      |                        | 0.0009 mg/L         | 0.0020 mg/L |
| 15g   | 1hr40min  |                        | 0.0001 mg/L         | 0.0010 mg/L |
| 20g   | 1hr20min  |                        | 0.0011 mg/L         | 0.0010 mg/L |
| 25g   | 1hr       |                        | 0.0012 mg/L         | 0.0009 mg/L |
| 30g   | 40min     |                        | 0.0018 mg/L         | 0.0008 mg/L |
| 35g   | 20min     |                        | 0.0021 mg/L         | 0.0007 mg/L |

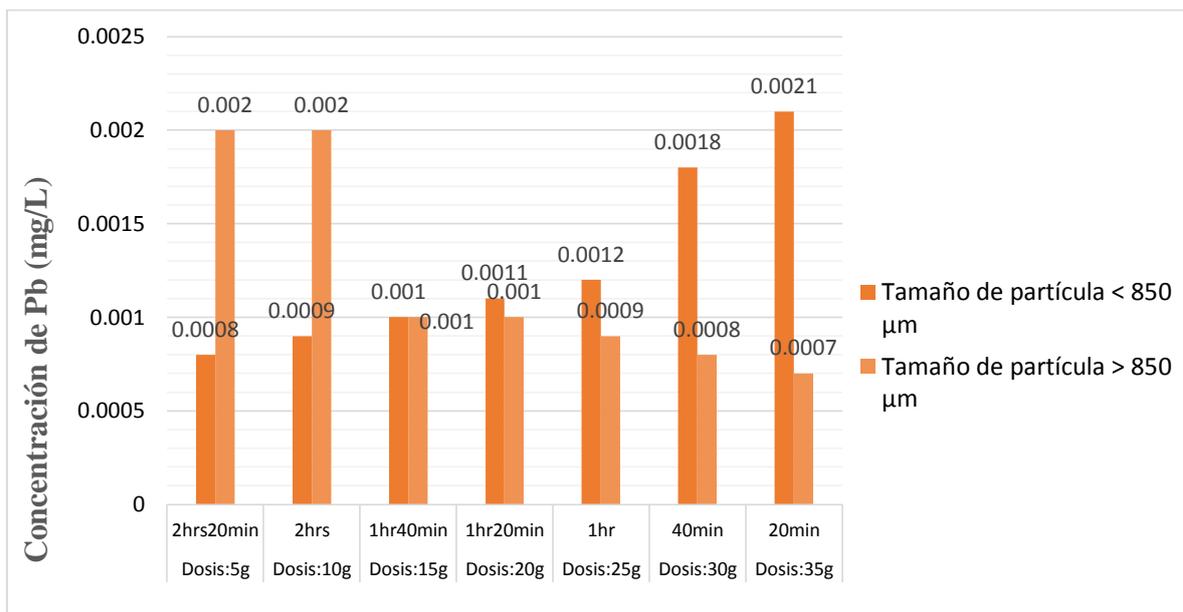


Figura 43: Comparación de la concentración de Pb obtenida después del tratamiento de naranja de ambas granulometrías

En la tabla 37 y figura 43, al comparar la concentración de Pb obtenido después de aplicar las cáscaras de naranja de ambas granulometrías, observamos que la mayor reducción de Pb en este caso se dio de forma opuesta entre la granulometría <850 μm y granulometría >850 μm, ya que, para la primera, hubo más remoción de Pb con la dosis de 5g, mientras que para la segunda, hubo más remoción con la dosis de 35g.

Tabla 38: Remoción de Arsénico con el primer tratamiento de cáscaras de naranja con ambos tamaños de partículas (< 850 μm, > 850 μm).

| TRATAMIENTO N° 1 – COMPARACIÓN DE PARÁMETRO |           |                        |                     |            |
|---|-----------|------------------------|---------------------|------------|
| Parámetro                                   |           | Arsénico               |                     |            |
| Dosis                                       | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |            |
|   |           |                        | < 850 μm            | > 850 μm   |
| 5g  | 2hrs20min | 0.056mg/L              | 0.002 mg/L          | 0.001 mg/L |
| 10g   | 2hrs      |                        | 0.002 mg/L          | 0.001 mg/L |
| 15g   | 1hr40min  |                        | 0.001 mg/L          | 0.001 mg/L |
| 20g   | 1hr20min  |                        | 0.001 mg/L          | 0.001 mg/L |
| 25g   | 1hr       |                        | 0.001 mg/L          | 0.001 mg/L |
| 30g   | 40min     |                        | 0.001 mg/L          | 0.002 mg/L |
| 35g   | 20min     |                        | 0.001 mg/L          | 0.003 mg/L |

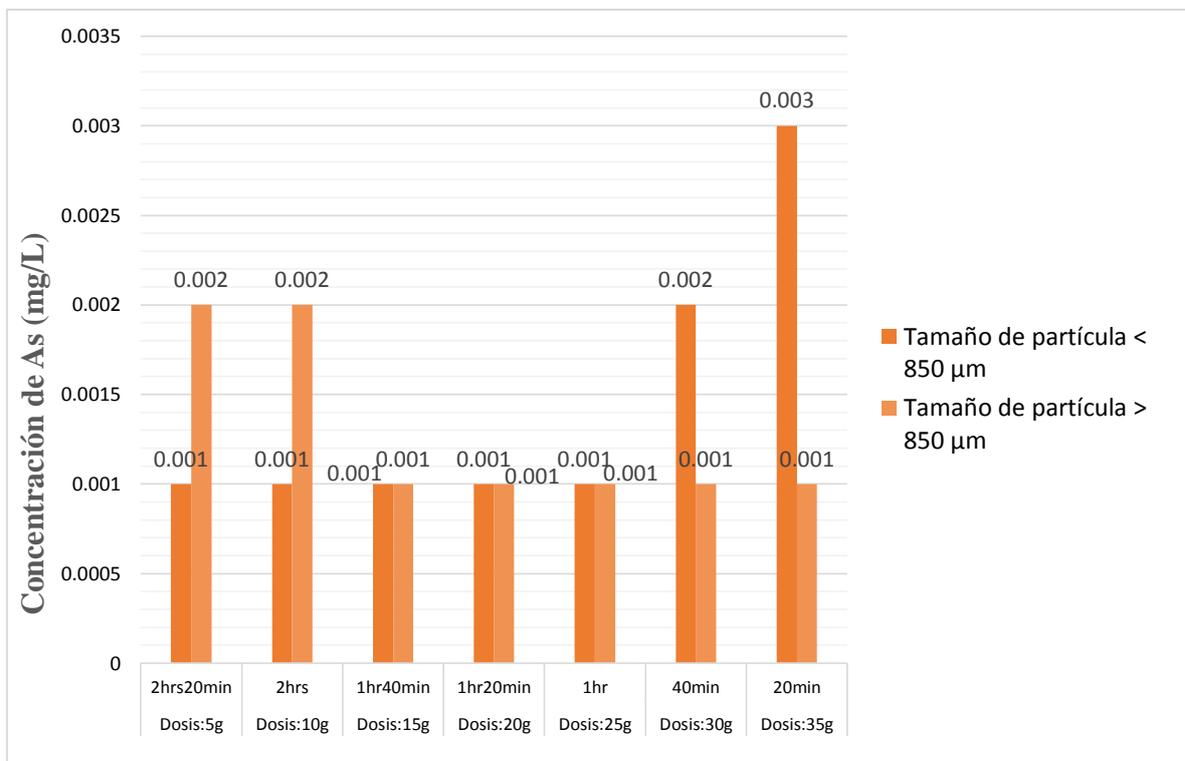


Figura 44: Comparación de la concentración de As obtenida después del tratamiento de naranja de ambas granulometrías

En la tabla 38 y figura 44, se observa que con ambas granulometrías la mayor reducción de As llegó hasta 0.001 mg/L, sin embargo, como en el gráfico anterior esta reducción es opuesta una granulometría de otra.

Tabla 39: Concentración de Plomo con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con ambos tamaños de partículas (< 850 µm, > 850 µm).

| TRATAMIENTO N° 2 – COMPARACIÓN DE PARÁMETRO |           |                        |                     |             |
|---|-----------|------------------------|---------------------|-------------|
| Parámetro                                   |           | Plomo                  |                     |             |
| Dosis                                       | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |             |
|   |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm    |
| 5g  | 2hrs20min | 0.056 mg/L             | 0.0023 mg/L         | 0.0012 mg/L |
| 10g   | 2hrs      |                        | 0.0017 mg/L         | 0.0016 mg/L |
| 15g   | 1hr40min  |                        | 0.0018 mg/L         | 0.0018 mg/L |
| 20g   | 1hr20min  |                        | 0.0022 mg/L         | 0.0021 mg/L |
| 25g   | 1hr       |                        | 0.0023 mg/L         | 0.0023 mg/L |
| 30g   | 40min     |                        | 0.0025 mg/L         | 0.0026 mg/L |
| 35g   | 20min     |                        | 0.0027 mg/L         | 0.0027 mg/L |

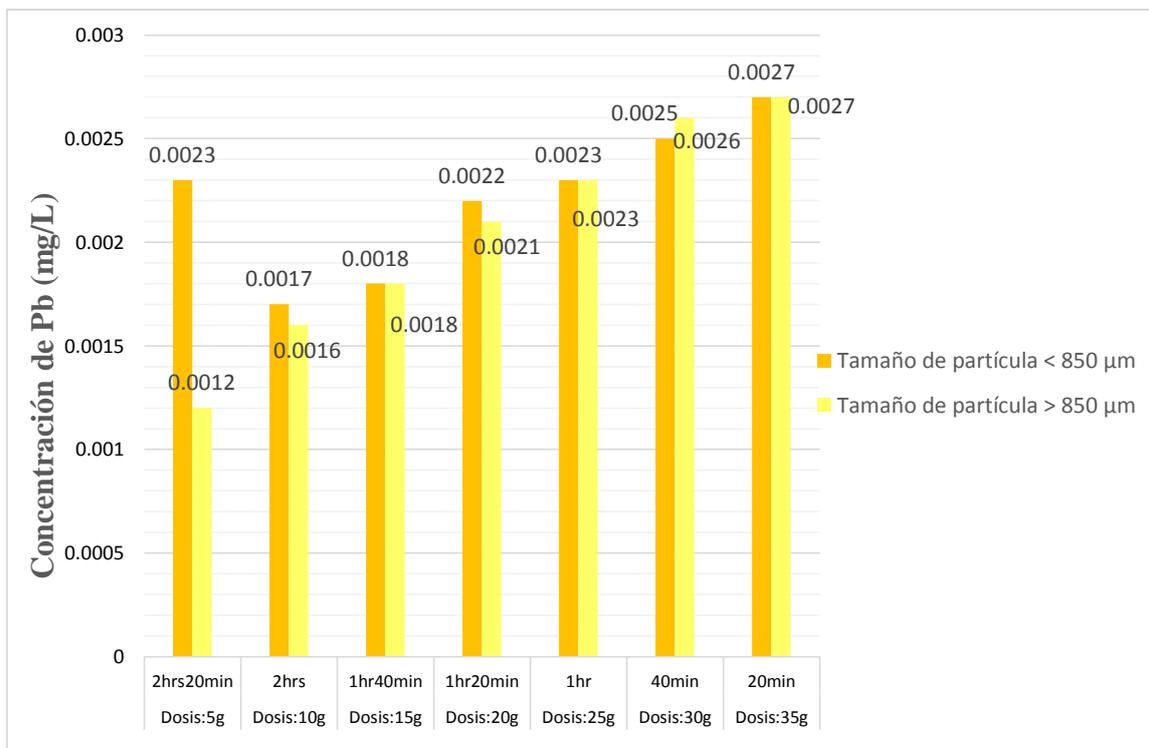


Figura 45: Comparación de la concentración de Pb obtenida después del tratamiento de maracuyá de ambas granulometrías

En la tabla 39 y figura 45, se tuvo una reducción de Pb variable, en la dosis de 5g de ambas granulometrías se observa que mientras que la de partícula más grande tuvo una concentración de Plomo de 0.0012 mg/L, con la de partícula más pequeña se removió menos Plomo, ya que tiene una concentración de 0.0023 mg/L, pero en las demás dosis, se obtuvo valores similares de reducción de Pb para los dos tamaños de partícula.

Tabla 40: Concentración de Arsénico con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá con ambos tamaños de partículas (< 850 μm, > 850 μm).

| TRATAMIENTO N° 2 – COMPARACIÓN DE PARÁMETRO |           |                        |                     |            |
|---|-----------|------------------------|---------------------|------------|
| Parámetro                                   |           | Arsénico               |                     |            |
| Dosis                                       | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |            |
|   |           |                        | < 850 μm            | > 850 μm   |
| 5g  | 2hrs20min | 0.098 mg/L             | 0.002 mg/L          | 0.002 mg/L |
| 10g   | 2hrs      |                        | 0.003 mg/L          | 0.003 mg/L |
| 15g   | 1hr40min  |                        | 0.003 mg/L          | 0.003 mg/L |
| 20g   | 1hr20min  |                        | 0.004 mg/L          | 0.003 mg/L |
| 25g   | 1hr       |                        | 0.004 mg/L          | 0.004 mg/L |
| 30g   | 40min     |                        | 0.005 mg/L          | 0.005 mg/L |
| 35g   | 20min     |                        | 0.006 mg/L          | 0.006 mg/L |

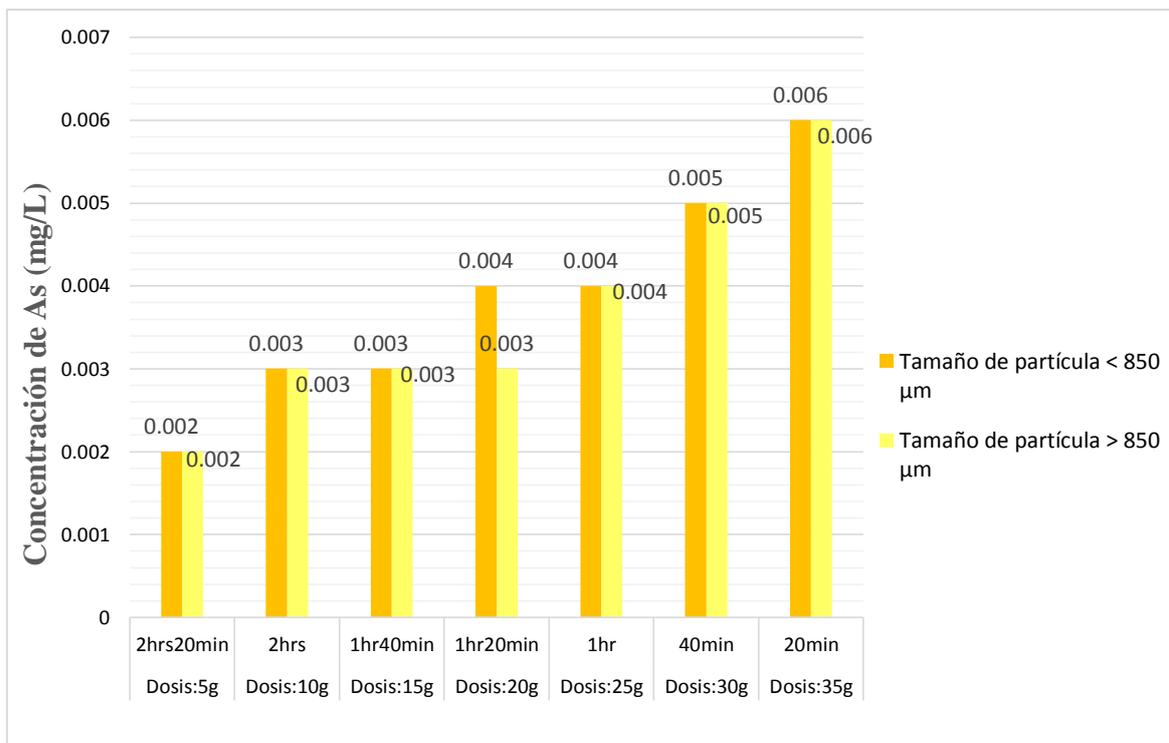


Figura 46: Comparación de la concentración de As obtenida después del tratamiento de maracuyá de ambas granulometrías

En la tabla 40, figura 46 observamos que se obtuvo una reducción de As mayor con la dosis de 5g para ambas granulometrías de las cáscaras de maracuyá.

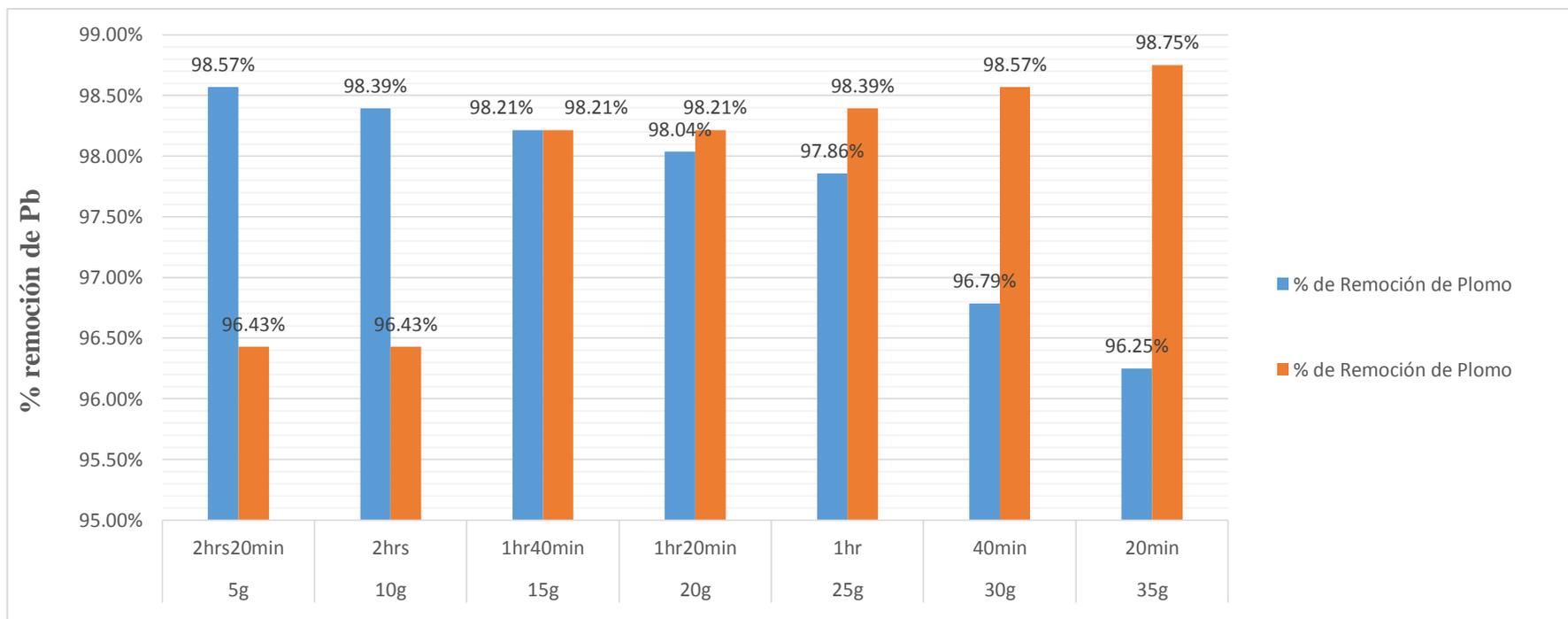
- **Porcentaje de Remoción de las cáscaras**

Tabla 41: Cuadro de porcentajes de remoción de Pb del primer tratamiento de cáscaras de naranja.

| Parámetro |           | Plomo                  |                     |                 |
|-----------|-----------|------------------------|---------------------|-----------------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |                 |
|           |           |                        | < 850 µm (mg/L)     | > 850 µm (mg/L) |
| 5g        | 2hrs20min | 0.056                  | 0.0008              | 0.0020          |
| 10g       | 2hrs      |                        | 0.0009              | 0.0020          |
| 15g       | 1hr40min  |                        | 0.0010              | 0.0010          |
| 20g       | 1hr20min  |                        | 0.0011              | 0.0010          |
| 25g       | 1hr       |                        | 0.0012              | 0.0009          |
| 30g       | 40min     |                        | 0.0018              | 0.0008          |
| 35g       | 20min     |                        | 0.0021              | 0.0007          |

Promedio

| Cáscara de Naranja     |          |
|------------------------|----------|
| % de Remoción de Plomo |          |
| < 850 µm               | > 850 µm |
| 98.57%                 | 96.43%   |
| 98.39%                 | 96.43%   |
| 98.21%                 | 98.21%   |
| 98.04%                 | 98.21%   |
| 97.86%                 | 98.39%   |
| 96.79%                 | 98.57%   |
| 96.25%                 | 98.75%   |
| 97.73%                 | 97.86%   |



*Figura 47: Porcentaje de remoción de Pb con el primer tratamiento de cáscaras de naranja.*

En la tabla 41 y figura 47 observamos que el nivel más significativo en porcentaje de remoción fue para la partícula  $> 850 \mu\text{m}$  con un promedio de 97.86%, en este grupo de porcentajes quien fue más eficiente según el porcentaje de remoción es la dosis de 35g con un tiempo de 20 min, obteniendo un 98.75% en remoción de Pb.

Tabla 42: Cuadro de porcentajes de remoción de As con el primer tratamiento de cáscaras de naranja.

| Parámetro |           | Arsénico               |                            |                            |
|-----------|-----------|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula        |                            |
|           |           |                        | < 850 $\mu\text{m}$ (mg/L) | > 850 $\mu\text{m}$ (mg/L) |
| 5g        | 2hrs20min | 0.056                  | 0.001                      | 0.002                      |
| 10g       | 2hrs      |                        | 0.001                      | 0.002                      |
| 15g       | 1hr40min  |                        | 0.001                      | 0.001                      |
| 20g       | 1hr20min  |                        | 0.001                      | 0.001                      |
| 25g       | 1hr       |                        | 0.001                      | 0.001                      |
| 30g       | 40min     |                        | 0.002                      | 0.001                      |
| 35g       | 20min     |                        | 0.003                      | 0.001                      |

Promedio

| Cáscara de Naranja        |                     |
|---------------------------|---------------------|
| % de Remoción de Arsenico |                     |
| < 850 $\mu\text{m}$       | > 850 $\mu\text{m}$ |
| 98.21%                    | 96.43%              |
| 98.21%                    | 96.43%              |
| 98.21%                    | 98.21%              |
| 98.21%                    | 98.21%              |
| 98.21%                    | 98.21%              |
| 96.43%                    | 98.21%              |
| 94.64%                    | 98.21%              |
| 97.45%                    | 97.70%              |

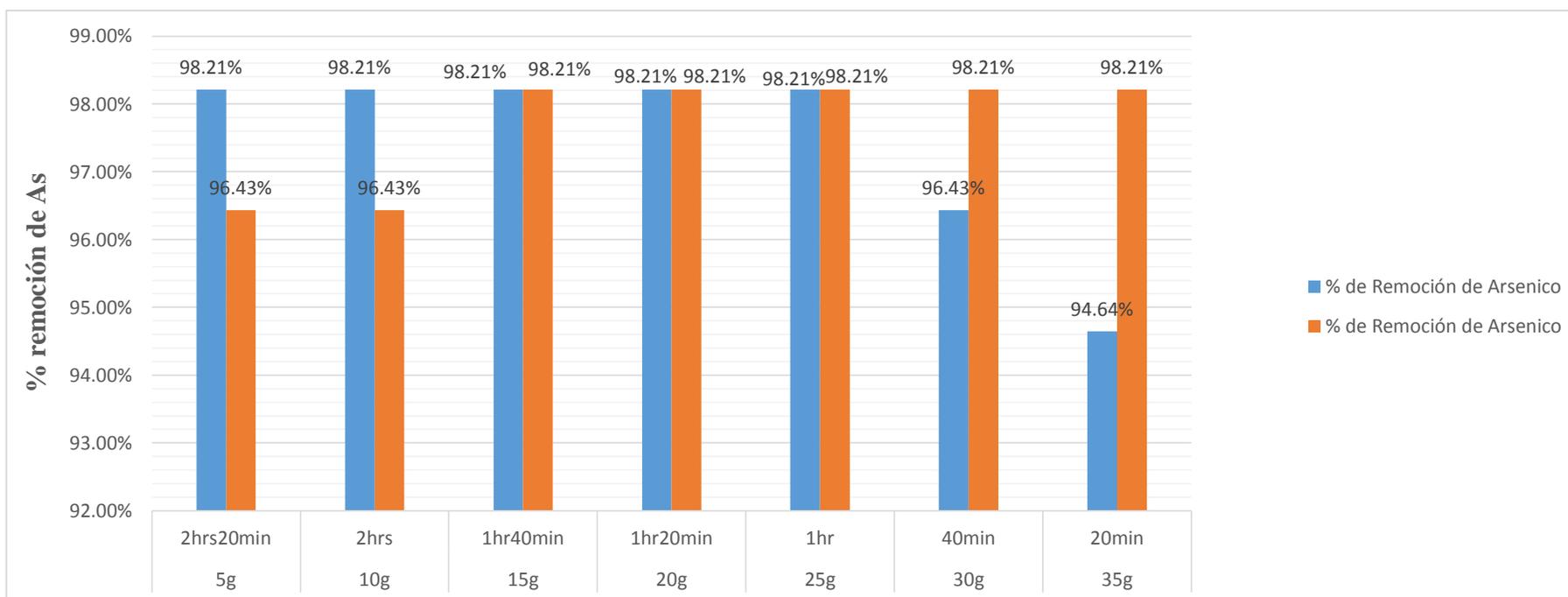


Figura 48: Porcentaje de remoción de As con el primer tratamiento de cáscaras de naranja.

En tabla 42 y figura 48, se observa que el mayor porcentaje de remoción de As fue con el tamaño de partícula  $>850 \mu\text{m}$ , donde alcanzó un promedio de remoción de 97.70%, y en este grupo las dosis más eficientes fueron las de 15, 20, 25, 30 y 35g, con un tiempo de 1h 40 min, 1h 20 min, 1h, 40 min y 20 min respectivamente siendo 98.21% de remoción para cada dosis mencionada.

Tabla 43: Cuadro de porcentajes de remoción de Pb del segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá.

| Parámetro |           | Plomo                  |                            |                            |
|-----------|-----------|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula        |                            |
|           |           |                        | < 850 $\mu\text{m}$ (mg/L) | > 850 $\mu\text{m}$ (mg/L) |
| 5g        | 2hrs20min | 0.056                  | 0.0023                     | 0.0012                     |
| 10g       | 2hrs      |                        | 0.0017                     | 0.0016                     |
| 15g       | 1hr40min  |                        | 0.0018                     | 0.0018                     |
| 20g       | 1hr20min  |                        | 0.0022                     | 0.0021                     |
| 25g       | 1hr       |                        | 0.0023                     | 0.0023                     |
| 30g       | 40min     |                        | 0.0025                     | 0.0026                     |
| 35g       | 20min     |                        | 0.0027                     | 0.0027                     |

Promedio

| Cáscara de Maracuyá    |                     |
|------------------------|---------------------|
| % de Remoción de Plomo |                     |
| < 850 $\mu\text{m}$    | > 850 $\mu\text{m}$ |
| 95.89%                 | 97.86%              |
| 96.96%                 | 97.14%              |
| 96.79%                 | 96.79%              |
| 96.07%                 | 96.25%              |
| 95.89%                 | 95.89%              |
| 95.54%                 | 95.36%              |
| 95.18%                 | 95.18%              |
| 96.05%                 | 96.35%              |

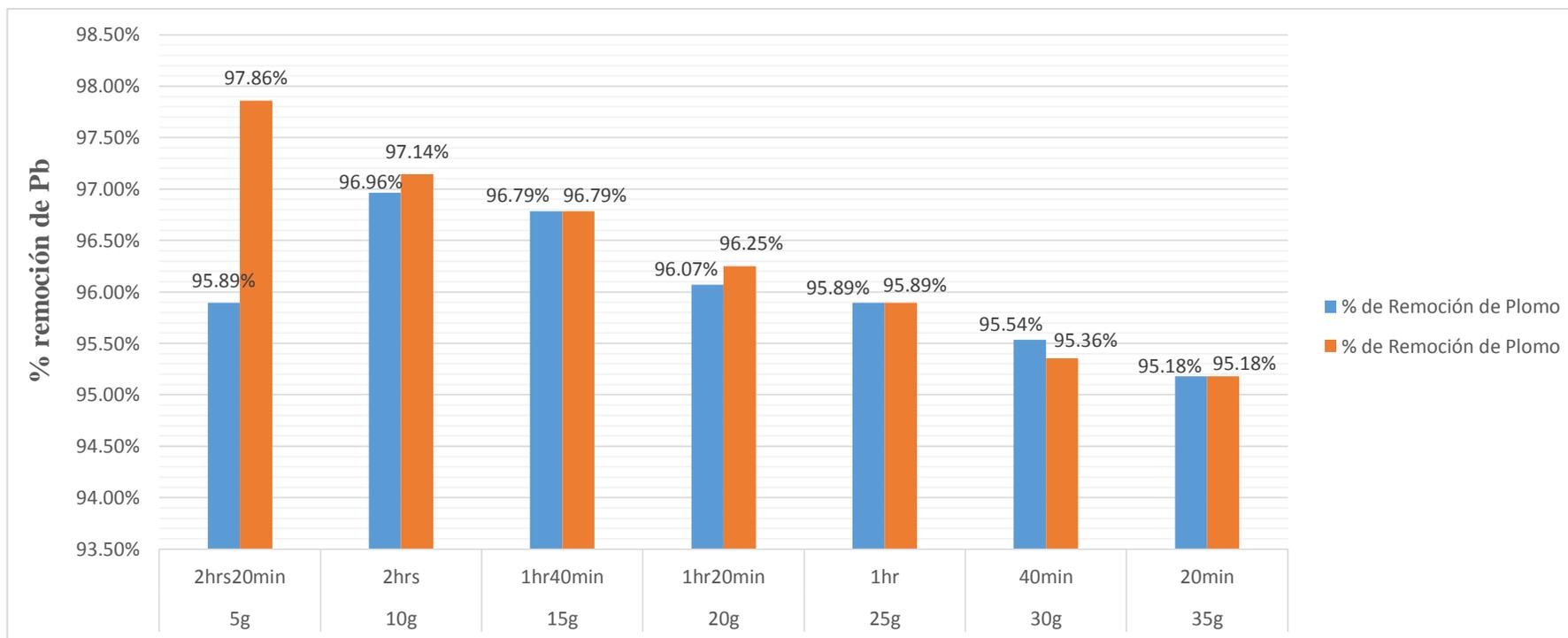


Figura 49: Porcentaje de remoción de Pb con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá

En la tabla 43 y figura 49, se observa que el mayor porcentaje de remoción de Pb fue con el tamaño de partícula  $>850 \mu\text{m}$ , donde alcanzó un promedio de remoción de 96.35% y en este grupo la dosis más eficiente fue la de 5g con un tiempo de 2hrs40min con un 97.86% de remoción de Pb.

Tabla 44: Cuadro de porcentajes de remoción de As del segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá.

| Parámetro |           | Arsénico               |                            |                            |
|-----------|-----------|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula        |                            |
|           |           |                        | < 850 $\mu\text{m}$ (mg/L) | > 850 $\mu\text{m}$ (mg/L) |
| 5g        | 2hrs20min | 0.098                  | 0.002                      | 0.002                      |
| 10g       | 2hrs      |                        | 0.003                      | 0.003                      |
| 15g       | 1hr40min  |                        | 0.003                      | 0.003                      |
| 20g       | 1hr20min  |                        | 0.004                      | 0.003                      |
| 25g       | 1hr       |                        | 0.004                      | 0.004                      |
| 30g       | 40min     |                        | 0.005                      | 0.005                      |
| 35g       | 20min     |                        | 0.006                      | 0.006                      |

Promedio

| Cáscara de Maracuyá       |                     |
|---------------------------|---------------------|
| % de Remoción de Arsénico |                     |
| < 850 $\mu\text{m}$       | > 850 $\mu\text{m}$ |
| 97.96%                    | 97.96%              |
| 96.94%                    | 96.94%              |
| 96.94%                    | 96.94%              |
| 95.92%                    | 96.94%              |
| 95.92%                    | 95.92%              |
| 94.90%                    | 94.90%              |
| 93.88%                    | 93.88%              |
| 96.06%                    | 96.21%              |

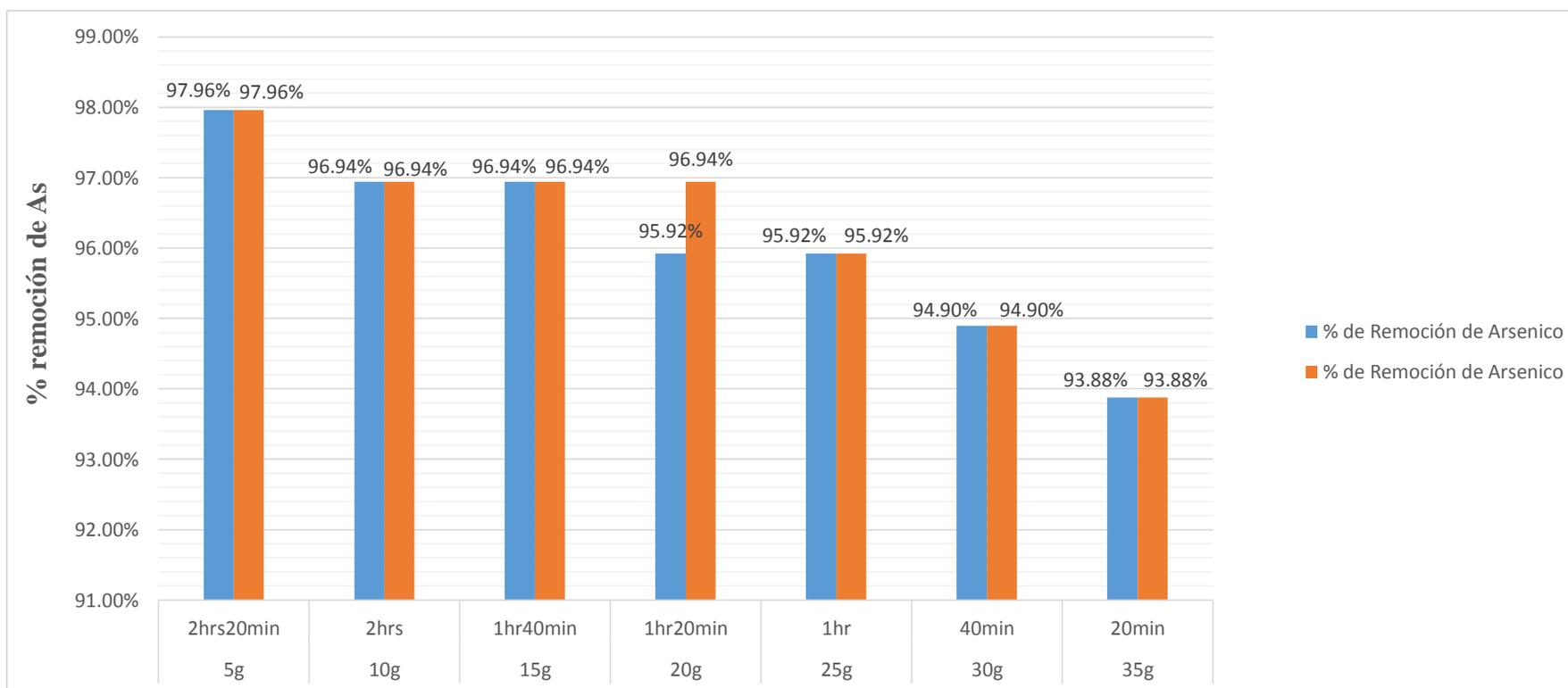


Figura 50: Porcentaje de remoción de As con el segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá

En la tabla 44 y figura 50, se observa que el mayor porcentaje de remoción de As fue con el tamaño de partícula  $>850 \mu\text{m}$ , donde alcanzó un promedio de remoción de 96.21% y en este grupo la dosis más eficiente fue la de 5g con un tiempo de 2hrs 40min con un 97.96% de remoción de As.

### 3.2.4. Capacidad de adsorción – Cáscara de naranja

Tabla 45: Cuadro de capacidad de adsorción de Pb del primer tratamiento de cáscaras de naranja <850  $\mu\text{m}$ .

| Parámetro       | Plomo   |                            |  |  |
|-----------------|---|----------------------------|--|--|
|                 | Volumen de la muestra antes del tratamiento (L) | Conc. Inicial de Pb (mg/L) | Conc. Final de Pb (mg/L)<br>< 850 $\mu\text{m}$ (mg/L) | Capacidad de Adsorción < 850 $\mu\text{m}$ |
| 5               | 1   |                            | 0.0008   | 0.0110                                     |
| 10              | 1   |                            | 0.0009   | 0.0055                                     |
| 15              | 1   |                            | 0.0010   | 0.0037                                     |
| 20              | 1   | 0.056                      | 0.0011   | 0.0027                                     |
| 25              | 1   |                            | 0.0012   | 0.0022                                     |
| 30              | 1   |                            | 0.0018   | 0.0018                                     |
| 35              | 1   |                            | 0.0021   | 0.0015                                     |
| Promedio (mg/g) |   |                            |  | 0.0041                                     |

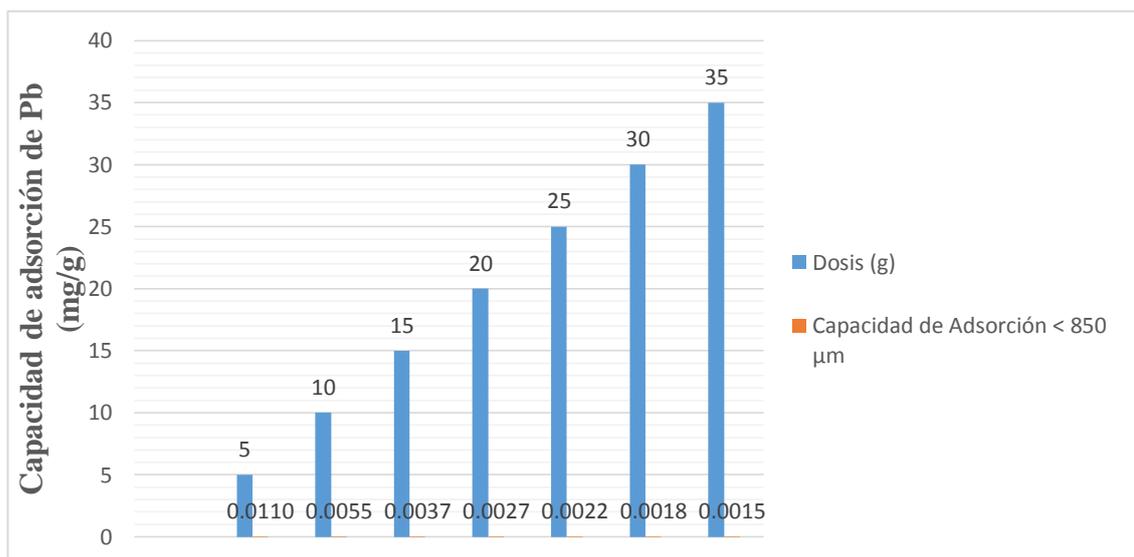


Figura 51: Capacidad de adsorción de Pb con el primer tratamiento de cáscaras de naranja <850  $\mu\text{m}$ .

En la tabla 45 y figura 51, se observa que el promedio general de la capacidad de adsorción de la cáscara de naranja del tamaño de partícula < 850  $\mu\text{m}$  para Pb fue de 56.00, y en este grupo la dosis de 10g, 15g, 20g, 25g, 30g, 35g tienen la misma capacidad de adsorción.

Tabla 46: Cuadro de capacidad de adsorción de Pb del primer tratamiento de cáscaras de naranja >850  $\mu\text{m}$ .

| Parámetro | Plomo   |                            |                            |  |
|-----------|---|----------------------------|----------------------------|--|
| Dosis (g) | Volumen de la muestra antes del tratamiento (L) | Conc. Inicial de Pb (mg/L) | Conc. Final de Pb (mg/L)   | Capacidad de Adsorción > 850 $\mu\text{m}$ |
|           |   |                            | > 850 $\mu\text{m}$ (mg/L) |  |
| 5         | 1   |                            | 0.0020                     | 0.0108                                     |
| 10        | 1   |                            | 0.0020                     | 0.0054                                     |
| 15        | 1   |                            | 0.0010                     | 0.0037                                     |
| 20        | 1   | 0.056                      | 0.0010                     | 0.0028                                     |
| 25        | 1   |                            | 0.0009                     | 0.0022                                     |
| 30        | 1   |                            | 0.0008                     | 0.0018                                     |
| 35        | 1   |                            | 0.0007                     | 0.0016                                     |
|           |   |                            | Promedio (mg/g)            | 0.0040                                     |

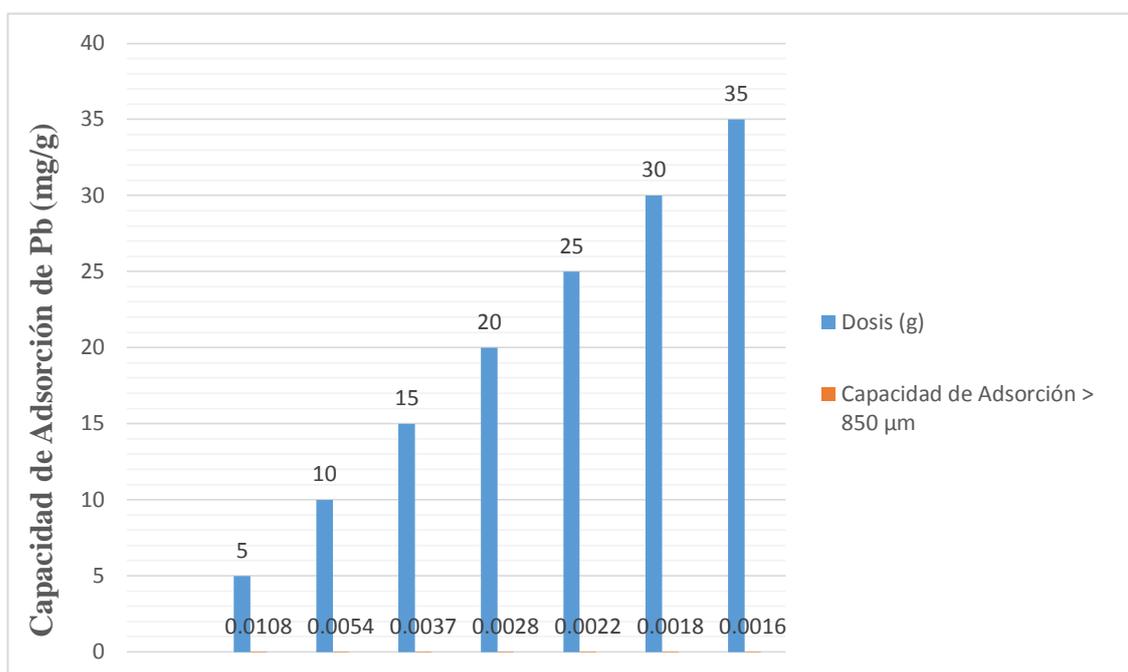


Figura 52: Capacidad de adsorción de Pb con el primer tratamiento de cáscaras de naranja >850  $\mu\text{m}$ .

En la tabla 46 y figura 52, se observa que el promedio general de la capacidad de adsorción de la cáscara de naranja del tamaño de partícula > 850  $\mu\text{m}$  para Pb fue de 0.0040mg/g, y en este grupo la dosis que obtuvo la mayor capacidad de adsorción es la dosis de 35g con un 0.0016mg/g de adsorción.

Tabla 47: Cuadro de capacidad de adsorción de As del primer tratamiento de cáscaras de naranja >850  $\mu\text{m}$ .

| Parámetro       | Arsénico  |                            |  |  |
|-----------------|---|----------------------------|--|--|
|                 | Volumen de la muestra antes del tratamiento (L) | Conc. Inicial de As (mg/L) | Conc. Final de Pb (mg/L)<br>< 850 $\mu\text{m}$ (mg/L) | Capacidad de Adsorción < 850 $\mu\text{m}$ |
| 5               | 1   |                            | 0.001  | 0.0194                                     |
| 10              | 1   |                            | 0.001  | 0.0097                                     |
| 15              | 1   |                            | 0.001  | 0.0065                                     |
| 20              | 1   | 0.098                      | 0.001  | 0.0049                                     |
| 25              | 1   |                            | 0.001  | 0.0039                                     |
| 30              | 1   |                            | 0.002  | 0.0032                                     |
| 35              | 1   |                            | 0.003  | 0.0027                                     |
| Promedio (mg/g) |   |                            |  | 0.0072                                     |

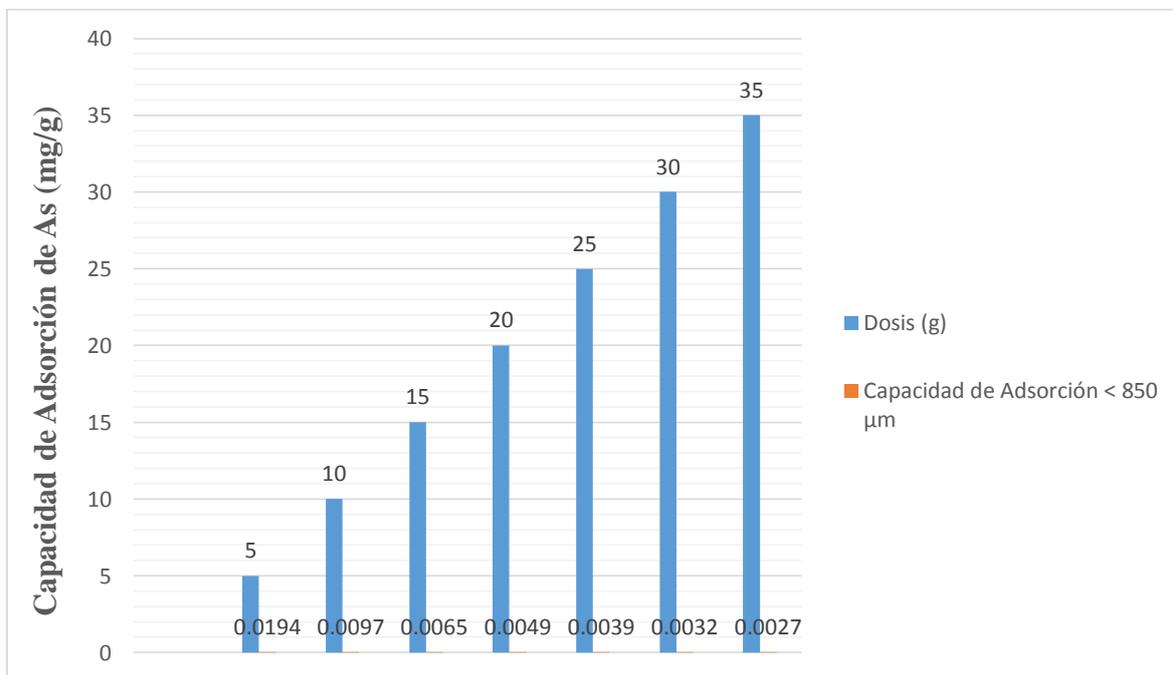


Figura 53: Capacidad de adsorción de As con el primer tratamiento de cáscaras de naranja >850  $\mu\text{m}$ .

En la tabla 47 y figura 53, se observa que el promedio general de la capacidad de adsorción de la cáscara de naranja del tamaño de partícula > 850  $\mu\text{m}$  para As fue de 0.0072mg/g, y en este grupo la dosis que obtuvo la mayor capacidad de adsorción es la dosis de 35g con un 0.0027mg/g de adsorción.

Tabla 48: Cuadro de capacidad de adsorción de As del primer tratamiento de cáscaras de naranja <850  $\mu\text{m}$ .

| Parámetro       | Arsénico  |                            |                            |  |
|-----------------|---|----------------------------|----------------------------|--|
|                 | Volumen de la muestra antes del tratamiento (L) | Conc. Inicial de As (mg/L) | Conc. Final de Pb (mg/L)   | Capacidad de Adsorción > 850 $\mu\text{m}$ |
| Dosis (g)       |   |                            | > 850 $\mu\text{m}$ (mg/L) |  |
| 5               | 1   |                            | 0.002                      | 0.0192                                     |
| 10              | 1   |                            | 0.002                      | 0.0096                                     |
| 15              | 1   |                            | 0.001                      | 0.0065                                     |
| 20              | 1   | 0.098                      | 0.001                      | 0.0049                                     |
| 25              | 1   |                            | 0.001                      | 0.0039                                     |
| 30              | 1   |                            | 0.001                      | 0.0032                                     |
| 35              | 1   |                            | 0.001                      | 0.0028                                     |
| Promedio (mg/g) |   |                            |                            | 0.0071                                     |

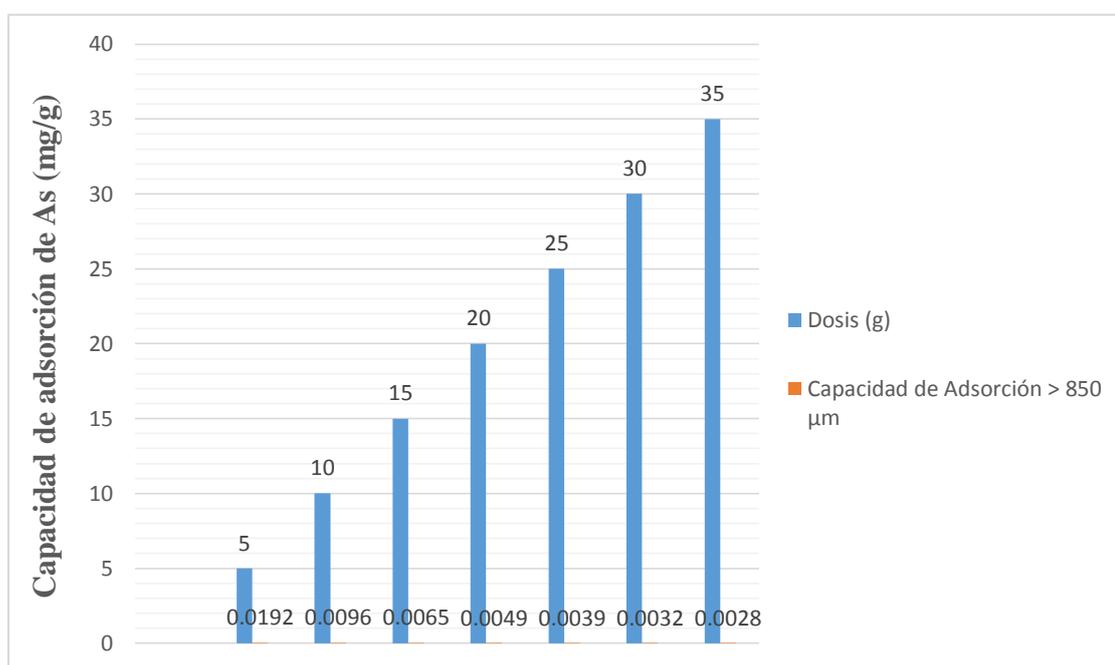


Figura 54: Capacidad de adsorción de As con el primer tratamiento de cáscaras de naranja >850  $\mu\text{m}$ .

En la tabla 48 y figura 54 se observa, que el promedio general de la capacidad de adsorción de la cáscara de naranja del tamaño de partícula > 850  $\mu\text{m}$  para As fue de 0.0072mg/g, y en este grupo la dosis que obtuvo la mayor capacidad de adsorción es la dosis de 35g con un 0.0027mg/g de adsorción.

### 3.2.5. Capacidad de adsorción - Cáscara de maracuyá

Tabla 49: Cuadro de capacidad de adsorción de Pb del segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá <850µm.

| Parámetro | Plomo   |                            |  |                                 |
|-----------|---|----------------------------|--|---------------------------------|
|           | Volumen de la muestra antes del tratamiento (L) | Conc. Inicial de Pb (mg/L) | Conc. Final de Pb (mg/L)<br>< 850 µm(mg/L) | Capacidad de Adsorción < 850 µm |
| Dosis (g) | 1   |                            |  |                                 |
| 5         | 1   |                            | 0.0023                                     | 0.0107                          |
| 10        | 1   |                            | 0.0017                                     | 0.0054                          |
| 15        | 1   |                            | 0.0018                                     | 0.0036                          |
| 20        | 1   | 0.056                      | 0.0022                                     | 0.0027                          |
| 25        | 1   |                            | 0.0023                                     | 0.0021                          |
| 30        | 1   |                            | 0.0025                                     | 0.0018                          |
| 35        | 1   |                            | 0.0027                                     | 0.0015                          |
|           |   |                            | Promedio (mg/g)                            | 0.0040                          |

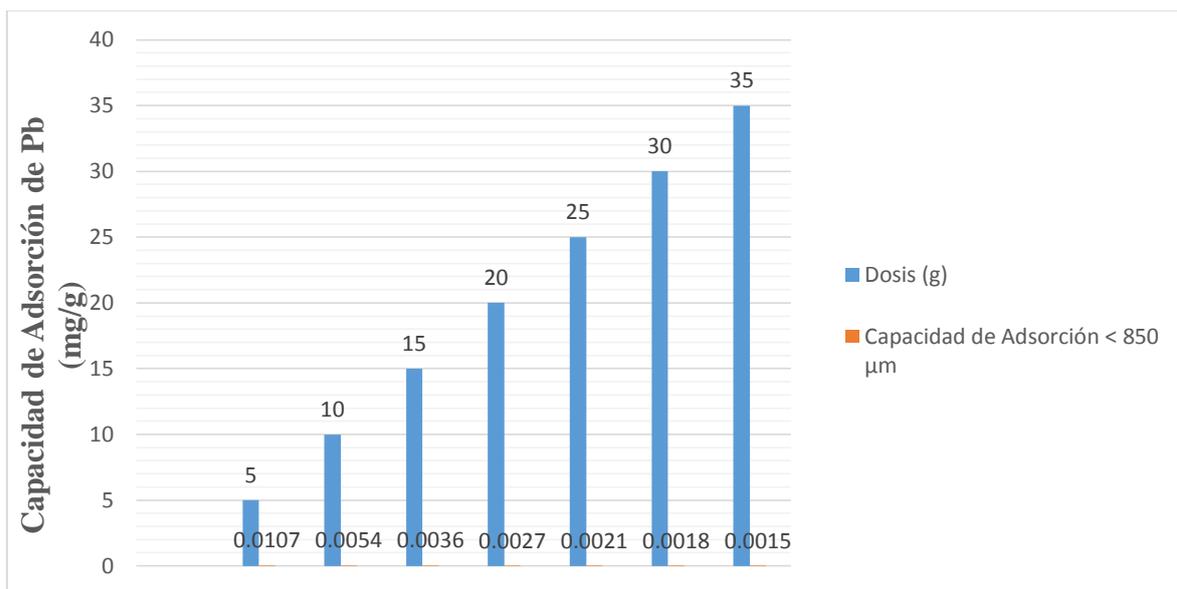


Figura 55: Capacidad de adsorción de Pb con el primer tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 µm.

En la tabla 49 y figura 55, se observa que el promedio general de la capacidad de adsorción de la cáscara de maracuyá del tamaño de partícula > 850 µm para Pb fue de 0.0040mg/g, y en este grupo la dosis que obtuvo la mayor capacidad de adsorción es la dosis de 35g con un 0.0015mg/g de adsorción.

Tabla 50: Cuadro de capacidad de adsorción de Pb del segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá >850µm.

| Parámetro       | Plomo   |                            |                          |                                 |
|-----------------|---|----------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Dosis (g)       | Volumen de la muestra antes del tratamiento (L) | Conc. Inicial de Pb (mg/L) | Conc. Final de Pb (mg/L) | Capacidad de Adsorción > 850 µm |
|                 |   |                            | > 850 µm(mg/L)           |                                 |
| 5               | 1   |                            | 0.0012                   | 0.0110                          |
| 10              | 1   |                            | 0.0016                   | 0.0054                          |
| 15              | 1   |                            | 0.0018                   | 0.0036                          |
| 20              | 1   | 0.056                      | 0.0021                   | 0.0027                          |
| 25              | 1   |                            | 0.0023                   | 0.0021                          |
| 30              | 1   |                            | 0.0026                   | 0.0018                          |
| 35              | 1   |                            | 0.0027                   | 0.0015                          |
| Promedio (mg/g) |   |                            |                          | 0.0040                          |

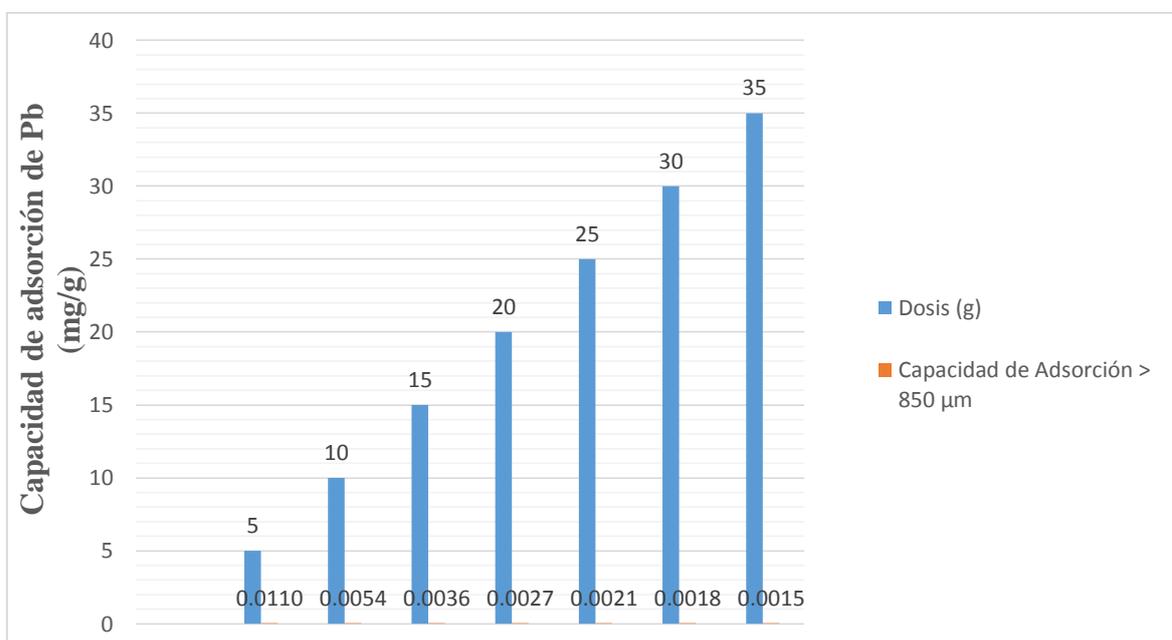


Figura 56: Capacidad de adsorción de Pb con el primer tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 µm.

En la tabla 50 y figura 56, se observa que el promedio general de la capacidad de adsorción de la cáscara de maracuyá del tamaño de partícula > 850 µm para Pb fue de 0.0040mg/g, y en este grupo la dosis que obtuvo la mayor capacidad de adsorción es la dosis de 35g con un 0.0015mg/g de adsorción.

Tabla 51: Cuadro de capacidad de adsorción de As del segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá <850µm.

| Parámetro | Arsénico  |                            |  |                                 |
|-----------|---|----------------------------|--|---------------------------------|
|           | Volumen de la muestra antes del tratamiento (L) | Conc. Inicial de As (mg/L) | Conc. Final de Pb (mg/L)<br>< 850 µm(mg/L) | Capacidad de Adsorción < 850 µm |
| Dosis (g) |   |                            |  |                                 |
| 5         | 1   |                            | 0.002                                      | 0.0192                          |
| 10        | 1   |                            | 0.003                                      | 0.0095                          |
| 15        | 1   |                            | 0.003                                      | 0.0063                          |
| 20        | 1   | 0.098                      | 0.004                                      | 0.0047                          |
| 25        | 1   |                            | 0.004                                      | 0.0038                          |
| 30        | 1   |                            | 0.005                                      | 0.0031                          |
| 35        | 1   |                            | 0.006                                      | 0.0026                          |
|           |   |                            | Promedio (mg/g)                            | 0.0070                          |

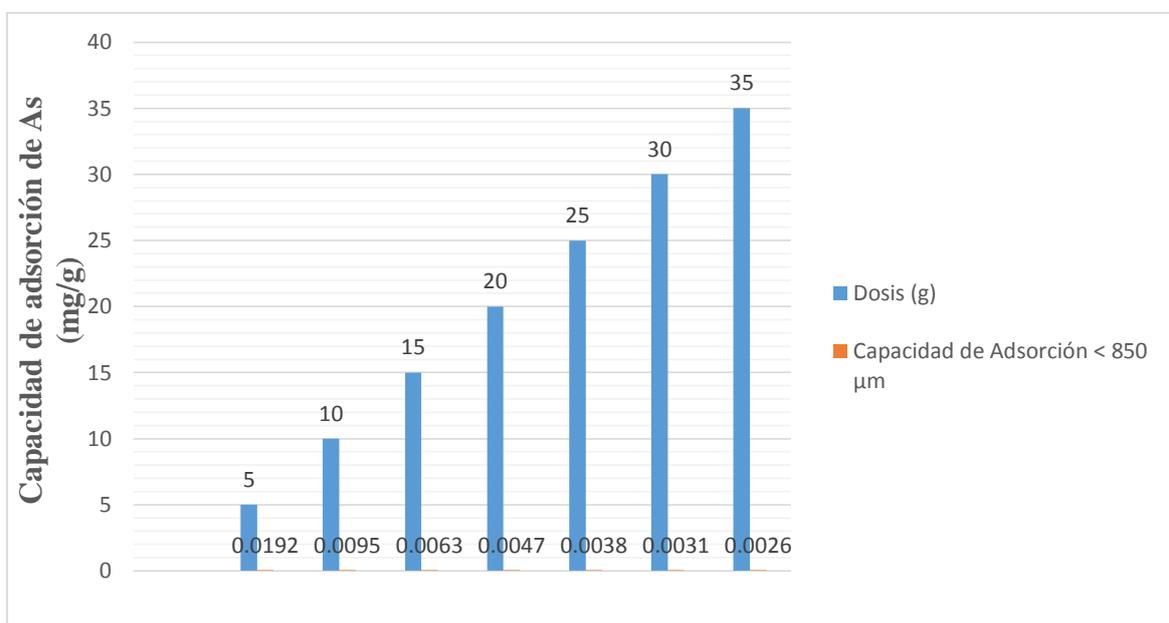


Figura 57: Capacidad de adsorción de As con el primer tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 µm.

En la tabla 51 y figura 57, se observa que el promedio general de la capacidad de adsorción de la cáscara de maracuyá del tamaño de partícula > 850 µm para As fue de 0.0070mg/g, y en este grupo la dosis que obtuvo la mayor capacidad de adsorción es la dosis de 35g con un 0.0026mg/g de adsorción.

Tabla 52: Cuadro de capacidad de adsorción de As del segundo tratamiento de cáscaras de maracuyá >850µm.

| Parámetro       | Arsénico  |                            |  |                                 |
|-----------------|---|----------------------------|--|---------------------------------|
|                 | Volumen de la muestra antes del tratamiento (L) | Conc. Inicial de As (mg/L) | Conc. Final de Pb (mg/L)<br>> 850 µm(mg/L) | Capacidad de Adsorción > 850 µm |
| Dosis (g)       |   |                            |  |                                 |
| 5               | 1   |                            | 0.002                                      | 0.0192                          |
| 10              | 1   |                            | 0.003                                      | 0.0095                          |
| 15              | 1   |                            | 0.003                                      | 0.0063                          |
| 20              | 1   | 0.098                      | 0.003                                      | 0.0048                          |
| 25              | 1   |                            | 0.004                                      | 0.0038                          |
| 30              | 1   |                            | 0.005                                      | 0.0031                          |
| 35              | 1   |                            | 0.006                                      | 0.0026                          |
| Promedio (mg/g) |   |                            |  | 0.0070                          |

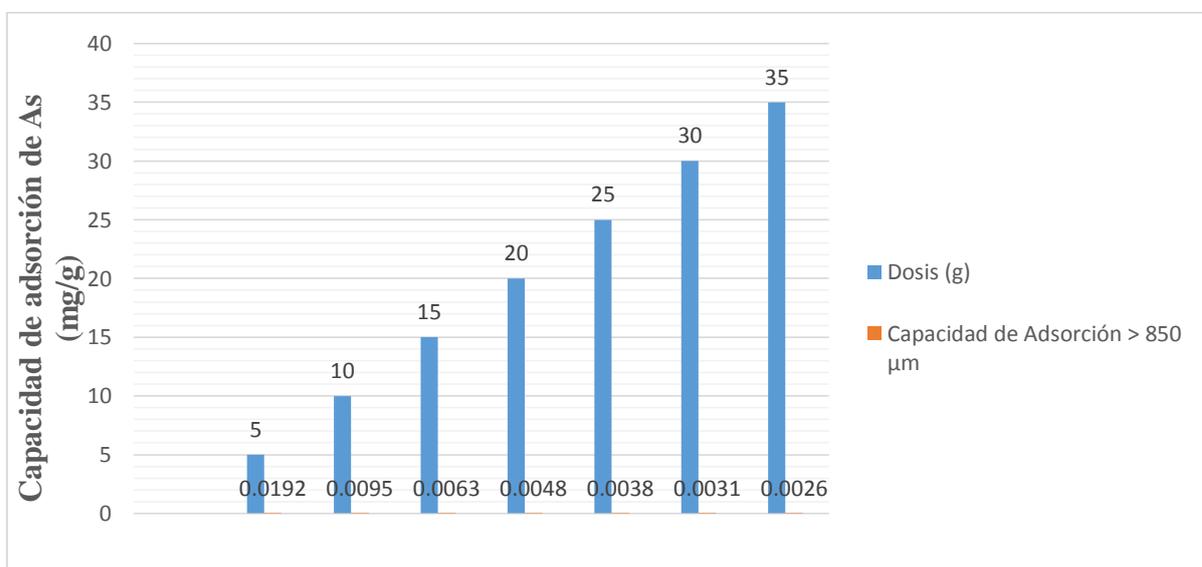


Figura 58: Capacidad de adsorción de As con el primer tratamiento de cáscaras de maracuyá <850 µm.

En la tabla 52 y figura 58, se observa que el promedio general de la capacidad de adsorción de Arsénico de la cáscara de maracuyá del tamaño de partícula > 850 µm para As fue de 0.0070mg/g, y en este grupo la dosis que obtuvo la mayor capacidad de adsorción es la dosis de 35g con un 0.0026mg/g de adsorción.

## V. DISCUSIÓN

Según el ECA para aguas de categoría 3 para riego de vegetales, la máxima concentración de plomo (Pb) en el agua es de 0.05 mg/L, sin embargo, la concentración encontrada en el río Rímac fue de 0.056 mg/L según los análisis realizados.

La dosis de 15 g, tamaño de partícula < 850  $\mu\text{m}$  demostró tener gran porcentaje de remoción Pb (96,79 %) As (96,94 %), a comparación de TICONA (2018) que obtuvo un menor porcentaje de remoción para As (71,65 %) utilizando cáscara de naranja, y utilizando cáscara de mandarina obtuvo para Pb (71, 95 %) y As (43, 64 %) siendo para el autor su tratamiento más eficiente. La diferencia de porcentajes de remoción podría ser la metodología usada por cada autor, TICONA realizó los mismos procedimientos para la obtención del material adsorbente pero fue reticulada con cloruro de calcio para alterar el pH, el cual, pudo ser el componente que afectó al tratamiento.

También se obtuvo que el mayor porcentaje de remoción de Plomo fue de 98.75%, el cual se obtuvo con la cáscara de naranja y el mayor porcentaje de remoción de Arsénico fue de 98.98%, también obtenida con la cáscara de naranja, resultados muy diferentes a lo obtenido por RAMIREZ, Y (2018), quien obtuvo un 92.2% y 15.3% en la remoción de los metales Hierro, Níquel con el tratamiento de la cáscara de plátano, mientras que para el Plomo un 0.0%. Concluyendo que la aplicación de este tratamiento con cáscara de plátano sí remueve metales de Fe, Ni, pero no para Pb. Estas diferencias pueden deberse a la cantidad de pectina que posee la cáscara de plátano y a las condiciones en las que se desarrolló dicha investigación.

Además para esta investigación se tomaron en cuenta factores como dosis, tiempo de contacto variable y tamaño de partícula, similar al estudio hecho por COBBINA, S., DUWIEJUAH, A. y QUAINOO, A. (2019), quienes trabajaron a diferentes soluciones de pH, dosis constante del biochar, un tamaño de partícula de 2 mm, concentraciones de iones metálicos variantes, un tiempo de contacto constante la temperatura, para así lograr determinar la eficiencia de eliminación de los metales pesados con biochar elaborado con cáscara de maní, ya que estos factores son los que afectan significativamente el proceso de adsorción de metales pesados.

## VI. CONCLUSIONES

- El material adsorbente cumplió con ser eficiente para la remoción de plomo (Pb) y arsénico (As), se tomó al Tratamiento N° 1 como principal alternativo para la disminución de la concentración de metales pesado en aguas del río Rímac ya que llegó a obtener un 98 % en remoción.
- Tanto el tamaño de partícula como la capacidad de adsorción, influyen en la remoción de arsénico y plomo, ya que las cáscaras contienen componentes en su estructura molecular que ayudan a remover metales pesados.
- Para la cáscara de naranja en tamaño de partícula  $< 850$  y  $>850$   $\mu\text{m}$ , las condiciones de operación más favorables fueron una dosis de 30 g y tiempo de contacto de 40 min, y de 25 g con un tiempo de contacto de 1 h, respectivamente. Por otro lado para la cáscara de maracuyá en tamaño de partícula  $< 850$  y  $>850$   $\mu\text{m}$ , la dosis y tiempo óptimos fueron 15 g durante 1h 40 min para el primero y de 10 y 15 g, con un tiempo de contacto de 2 h y 1 h 40 min respectivamente, para el segundo.
- El porcentaje de remoción de Plomo y Arsénico fue para la cáscara de naranja de tamaño de partícula  $< 850$   $\mu\text{m}$ : 97.73% Pb y 98.54% As, para el tamaño de partícula  $> 850$   $\mu\text{m}$ : 97.86% Pb y 98.69 % As. En el caso de la cáscara de maracuyá fue para el tamaño de partícula  $< 850$   $\mu\text{m}$ : 96.05% Pb y 96.06% y para el tamaño de partícula  $>850$   $\mu\text{m}$ : 96.35% Pb y 96.21 % As.
- Los niveles de los parámetros fisicoquímicos de dichos sub tratamientos tienen casi el mismo nivel de remoción de plomo (Pb) y arsénico (As) demostrando que sí es favorable para el uso de riego de vegetales ya que sus parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro del Estándar de Calidad Ambiental.
- La realización de los análisis primarios en el agua del río Rímac, Corcona nos da a conocer que los parámetros están dentro del estándar de calidad y que no son agentes que podrían estar afectando la calidad del agua, sin embargo, la concentración de metales que contiene el río sí podrían ser los causantes del deterioro de la calidad del agua cambiando las concentraciones de sus parámetros fisicoquímicos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Considerar en próximos estudios similares a la presente investigación, realizar varias repeticiones de cada muestra para tener mayor precisión en cuanto a los resultados obtenidos y para que la investigación sea aún más confiable.
- Aplicar los tratamientos utilizando cáscaras de otras frutas para tener un conocimiento más amplio de los beneficios de éstas y las diferentes capacidades de adsorción de plomo (Pb) y arsénico (As) que podrían tener.
- Realizar tratamientos para otro tipo de metales pesados, para identificar la afinidad que tienen con cada tipo de cáscara y el porqué.
- Los restos del bioadsorbente deberán tener una disposición final segura de acuerdo al protocolo para residuos sólidos peligrosos (Ley 27314-Ley General de Residuos Sólidos), a efectos de evitar contaminación en el ambiente.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, Kharla. Remoción de arsénico en aguas subterráneas de la comarca lagunera. Tesis (Maestría en Ciencias especializada en Sistemas Ambientales). Monterrey: Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, 2005. Disponible en [https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/572421/DocsTec\\_2591.pdf?sequence=1](https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/572421/DocsTec_2591.pdf?sequence=1)

AVELLANEDA, Rosario, PEÑATARO, Pablo y MARTIN, Manuel. Cuidado y gestión sostenible de las fuentes tradicionales de Agua en comunidades rurales Amazónicas. [En línea]. Iquitos, Perú, 2012. [Fecha de consulta: 10 de junio del 2019]. El Agua es Vida. Disponible en <http://aecid.pe/publicaciones/store/pub.54.pdf>

Aspectos e Impactos ambientales. Recursos internet [En línea]. Bogotá: SGS Academy transforming people and businesses. [Fecha de consulta: 28 de junio del 2019]. Disponible en [http://ambientebogota.gov.co/c/document\\_library/get\\_file?uuid=1c697920-c8b1-4425-8952-1b16718a223b&groupId=24732](http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=1c697920-c8b1-4425-8952-1b16718a223b&groupId=24732)

BABALOLA, J. [et. al]. Optimization of the biosorption of Cr<sup>3+</sup>, Cd<sup>2+</sup> and Pb<sup>2+</sup> using a new biowaste: Zea mays seed chaff. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)*. Vol. 15 (7): 1571-1580. Julio del 2016. [Fecha de consulta: 12 de noviembre del 2019]. Disponible en <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=118299287&lang=es&site=eds-live>

ISSN: 1582-9596

BINGFANG SHI, WEIYUAN ZUO, JINLEI ZHANG, HAIJUAN TONG Y JINHE ZHAO. Removal of Lead(II) Ions from Aqueous Solution Using Jatropha curcas L. Seed Husk Ash as a Biosorbent. *Journal Environmental Quality*. China. May 2016 [En línea]. Vol. 45, (3). Disponible en: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/jeq2014.12.0533>

CAMPOS, Gaby. [et al]. Residuos Agroindustriales como Adsorbentes de plomo (Pb), cromo (Cr) y cobre (Cu) en Aguas Contaminadas. Trujillo, Perú. Disponible en <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5032041?class=pdf>

CARDONA, A., CABAÑAS, D., y ZEPEDA, A. Evaluación del poder biosorbente de cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados, Pb (II) y Zn (II). Ingeniería [En línea], 2013, 17 (Enero- Abril). [Fecha de consulta: 11 de junio del 2019]. Disponible en <https://www.redalyc.org/html/467/46729718001/>. ISSN 1665-529X

CASTRO, B. Uso de la cáscara de banano (*Musa paradisiaca*) maduro deshidratada (seca) como proceso de biadsorción para la retención de metales pesados, plomo y cromo en aguas contaminadas. Tesis (Magíster en Impactos Ambientales). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2015. Disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/7827/7d4239b94d90f8d448a1c7359f2d78f1b0ad.pdf>

COBBINA, S, DUWIEJUAH, A. y QUAINOO, A. Single and simultaneous adsorption of heavy metals onto groundnut shell biochar produced under fast and slow pyrolysis. *International Journal of Environmental Science & Technology (IJEST)*. [En línea]. Vol. 16, (7): 3081-3090. Julio del 2019. [Fecha de consulta: 10 de diciembre del 2019]. Disponible en <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=136861227&lang=es&site=eds-live>  
ISSN: 1735-1472

DAWODU, F y AKPOMIE, K. Montmorillonite-rice husk composite for heavy metal sequestration from binary aqua media: a novel adsorbent. *Revista Transactions of the Royal Society of South Africa* [en línea]. Vol. 70 (1): 83 - 88. Octubre del 2015. [Fecha de consulta: 12 de noviembre del 2019]. Disponible en <http://hdl.handle.net/10520/EJC167081>  
ISSN: 0035-919X  
2154-0098

DE CARA, J., (Marzo, 2006). La observación fenológica en agrometeorología. Recuperado de <http://www.divulgameteo.es/uploads/Observaci%C3%B3n-fenol%C3%B3gica.pdf>

DE LA CRUZ, Delmis. Bagazo de caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*) activado con ácido fosfórico para la bioadsorción de plomo en las aguas del río Chillón – Puente Piedra. Lima, Perú. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2018. Disponible en [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/20199/DeLaCruz\\_LDDD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/20199/DeLaCruz_LDDD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Estándares de Calidad Ambiental. Evidencia Científica y gradualidad para un ambiente saludable. Preguntas frecuentes. [En línea]. Lima: Ministerio del Ambiente [Fecha de Consulta: 26 de junio del 2019]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/estandares-de-calidad-ambiental/wp-content/uploads/sites/146/2017/06/Preguntas-frecuentes.pdf>

FEHRMANN, C.; POHL, P. Cadmium adsorption by the non-living biomass of microalgae grown in axenic mass culture. *J. Appl. Phycol.* (Holanda, 1993).

GARCÍA, A. Elaboración de Bio – resina intercambiadora de Cationes a partir de cáscara de plátano o guineo para eliminar metales pesados en agua contaminada. *Revista Tecnológica*, (9): 17 – 24, 2016.

HERRERA, Álvaro y SOSA, Stephanie. Evaluación y comparación de la biosorción de Cr (VI) usando cáscaras de cuatro variedades de papas (*Solanum tuberosum*). Arequipa, Perú. Universidad Católica de Santa María, 2018. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/7321/42.0166.IB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

INZUNZA, Juan. Meteorología Descriptiva [En línea]. Chile: Departamento de Física, de la Atmósfera y del Océano, 2006. [Fecha de consulta: 26 de junio del 2019]. Capítulo 4. Temperatura. Disponible en [http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso\\_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva\\_Inzunza/cap4\\_Inzunza\\_Temperatura.pdf](http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva_Inzunza/cap4_Inzunza_Temperatura.pdf)

KIRK R.; SAWYER R.; HAROLD, E. Composición y Análisis de Pearson. 2º edición. Edit. Compañía editorial Continental, S.A. de C.V. México, 2001. ISBN: 9789682612640

LARA, Antonio. Determinación de Arsénico en cabello de poblaciones expuestas en Matehuala, San Luis, Potosí, México. Tesis (Maestro en Geociencias Aplicadas). San Luis de Potosí: Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C., 2015. Disponible en <https://ipicyt.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1010/1546/1/TMIPICYTL3D42015.pdf>

LEÓN GIL, Carlos. Estandarización y validación de una técnica para la medición de la demanda bioquímica de oxígeno por el método respirométrico y la demanda química de oxígeno por el método colorimétrico. Tesis (Título Profesional de Tecnólogo Químico). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2009. Disponible en <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1780/57253L563.pdf;jsessionid=ADE7CD3C188BA700AB82D45A2FB8E5ED?sequence=1>

LOSADA GALINDO, L., SOTTO, M. y ARTUNDUAGA, O. Removal of Hexavalent Chrome from Moringa Oleifera shell; Remoción de Cromo Hexavalente utilizando cáscara de Moringa Oleifera como bio-adsorbente. *Revista Nova*. Vol. 1 (1): 74-87. 2015. [Fecha de consulta: 20 de noviembre del 2019]. Disponible en <http://revistas.sena.edu.co/index.php/rnova/article/view/189>

MA XINFANG, LI DEQIANG, WU HANSHENG, ZHANG HAIYAN, CHEN XIAOXUAN, LIU ZHIYONG. Mercury removal by adsorption on pectin extracted from

sugar beet pulp: optimization by response surface methodology. *Chemical Engineering & Technology*. Xinjiang, China. January, 2016. [En línea] Vol. 39, (2). [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ceat.201400059>

Ministerio de Salud. Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por Arsénico [En línea]. Perú: Estrategia Sanitaria de Vigilancia y Control de Riesgos por Contaminación con Metales Pesados y otras sustancias químicas, 2012 [Fecha de consulta: 13 de octubre del 2019]. Disponible en <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/2109.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente. Libro Blanco del Agua en España [En línea]. España: Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Medio Ambiente, 2000. [Fecha de Consulta: 13 de octubre del 2019]. Capítulo 3. La Situación Actual y los Problemas Existentes y Previsibles. Disponible en [https://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Documents/Plan%20de%20Recuperaci%C3%B3n%20del%20J%C3%BAcar/Cap.3\\_part2\\_Libro\\_blanco\\_del\\_agua.pdf](https://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Documents/Plan%20de%20Recuperaci%C3%B3n%20del%20J%C3%BAcar/Cap.3_part2_Libro_blanco_del_agua.pdf)

ISBN: 84-8320-128-3

Monitoreo de la calidad del agua. La turbidez. [En línea]. Puerto Rico: Gonzáles, C. (Octubre, 2011). [Fecha de Consulta: 26 de junio del 2019]. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>

Niveles de Investigación. [Mensaje en un blog]. Carrasco, D., (28 de junio del 2013). [Fecha de consulta: 10 de junio del 2019]. Recuperado de [http://grsanchez.blogspot.com/2013/06/niveles-de-investigacion\\_28.html](http://grsanchez.blogspot.com/2013/06/niveles-de-investigacion_28.html)

ODISU, T., EDOMWONYI-OTU, L y ANIH, E. Comparative Studies of Adsorption of Heavy Metals from Cement Waste Water Using Activated Carbon from Palm Kernel Husk, Coconut and Groundnut Shells. *Journal of Applied Sciences & Environmental Management*. [en línea]. Vol. 23, (5): 967-975. 2019. [Fecha de consulta: 25 de noviembre del 2019]. Disponible en

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=137496770&lang=es&site=eds-live>.

ISSN: 1119-8362

ORDOÑEZ, Alejandra. Determinación de la capacidad adsorbente de los residuos de la industria de la papa (*Solanum tuberosum*) para remoción de metales pesados en aguas contaminadas. Tesis (Título Profesional de Ingeniera en Biotecnología de los Recursos Naturales). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2017. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14969/1/UPS-CT007386.pdf>

PATHIRANA, C. [et. al]. Quantifying the influence of surface physico-chemical properties of biosorbents on heavy metal adsorption. *Chemosphere*. [en línea]. Vol. 234: 488-495. Noviembre del 2019. [Fecha de consulta: 10 de diciembre del 2019]. Disponible en

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=138479540&lang=es&site=eds-live>.

ISSN:0045-6535

PETRELLA, A. [et. al]. Heavy metals retention (Pb(II), Cd(II), Ni(II)) from single and multimetal solutions by natural biosorbents from the olive oil milling operations. *Process Safety & Environmental Protection: Transactions of the Institution of Chemical Engineers Part B*. Vol. 114: 79-90. Febrero del 2018. [Fecha de consulta: 12 de noviembre del 2019]. Disponible en

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=129530649&lang=es&site=eds-live>

ISSN: 0957-5820

PINZÓN, Martha y VERA, Luz. Modelamiento cinético de bioadsorción Cr (III) usando cáscara de naranja. *Dyna*. [En línea]. Diciembre, 2009. N.º 160. [Fecha de consulta: 10 de junio del 2019]. Disponible en

<http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v76n160/a09v76n160.pdf>. ISSN 0012-7353

RAMIREZ Cajaleón, Y. Aplicación de la cáscara de la musa paradisiaca, para la remoción de metales pesados (hierro, níquel y plomo) en el agua de consumo humano de las localidades de eslabón y mitucro-Independencia-Huaraz-Ancash, diciembre 2015-julio 2016. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Sanitario). Huaraz, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2018. Disponible en [http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2371/T033\\_46221581\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2371/T033_46221581_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

RAMIREZ, Michael. Bioadsorción de Cobre, Cadmio y Manganeso con cáscara de naranja de las aguas de la Laguna Colquicocha. Tesis. (Título Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales). Callao: Universidad Nacional del Callao, 2016. Disponible en [http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1733/Michael\\_Tesis\\_T%C3%ADtulo\\_profesional\\_2016%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1733/Michael_Tesis_T%C3%ADtulo_profesional_2016%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

RIOS, Danilo. Utilización del parámetro “eficiencia” en remoción de turbiedad en sedimentadores. [En línea]. Uruguay: Montevideo, s.f. [Fecha de consulta: 01 de julio del 2019]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/tratagua/peru/urgapa006.pdf>

RODRÍGUEZ, Florencia. Cuantificación de Cadmio, Plomo y Níquel en agua superficial, sedimento y organismo (*Mytella Guyanensis*) en los puentes Portete y 5 De junio del Estero Salado (Guayaquil). Tesis (Título profesional de Biólogo). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2013. Disponible en [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1682/1/Cuantificaci%C3%B3n\\_de\\_cadmio\\_y\\_plomo\\_y\\_nquel\\_en\\_agua\\_superficial\\_y\\_sedimento\\_y\\_organismo..Rodr%C3%ADguez%20Florencia.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1682/1/Cuantificaci%C3%B3n_de_cadmio_y_plomo_y_nquel_en_agua_superficial_y_sedimento_y_organismo..Rodr%C3%ADguez%20Florencia.pdf)

RUIZ, Manuel. Políticas Públicas en Salud y Su Impacto en el Seguro Popular en Culiacán, Sinaloa, México. Tesis (Doctorado en Estudios Fiscales). Sinaloa: Universidad Autónoma de Sinaloa, 2011. Disponible en <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/ficha.htm>

ROMERO Luis, GONZÁLEZ Linda, BALDENEGRO Leonardo Y CARRASCO Francisco. Grapefruit peels as biosorbent: characterization and use in batch and fixed bed

column for Cu(II) uptake from wastewater. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology (IJEST)*. [En línea]. Vol. 92, (7) [Fecha de consulta: 10 de October del 2019]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jctb.5161>

SAURABHKUMAR SINGH y SANJEEV R. SHUKLA. Theoretical studies on adsorption of Ni(II) from aqueous solution using Citrus limetta peels. *Environmental Progress & Sustainable Energy*. Munda, India. Department of Fibres and Textile Processing Technology, Institute of Chemical Technology. [En línea]. Vol. 36, (3) [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://aiche.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ep.12526>

SANDOVAL G., ALVARADO S., ELVIR L., MENDOZA D., REYNEL H. y BONILLA A. Kinetics, Thermodynamics, and Competitive Adsorption of Heavy Metals from Water Using Orange Biomass. México. December, 2018 *Water Environment Research*. [En línea] Vol. 90, (12). [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2175/106143017X15131012188321>

SALAS, Juan [et al.]. Biosorción para la eliminación de metales pesados en aguas de desecho [En línea]. Granada: Real Sociedad Española de Química, 2010. [Fecha de consulta: 10 de junio del 2019]. Química y Medio Ambiente. Disponible en <file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-BiosorcionParaLaEliminacionDeMetalesPesadosEnAguas-3235861.pdf>

SANTOS Erik, DOMINGUEZ Juan, CÁRDENAS Juan Y ACOSTA Ismael. Remoción de Arsénico (V) en solución acuosa por biomasa modificada del hongo *Aspergillus niger*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ciencias Químicas. San Luis de Potosí, México. [En línea] Vol. 28, (6) [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2019]. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642017000600006](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642017000600006) ISSN 0718-0764

SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. Metodología de la investigación. [En línea]. 6.ª Ed. México: Mc Graw Hill Education, 2017. [Fecha de consulta: 20 de junio del

2019]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

SHARIFUL, M. [et. al]. Adsorption capability of heavy metals by chitosan/poly(ethylene oxide)/activated carbon electrospun nanofibrous membrane. *Journal of Applied Polymer Science*. Vol. 135 (7). 15 de febrero del 2018. [Fecha de consulta: 12 de noviembre del 2019]. Disponible en <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsgao&AN=edsgcl.514043981&lang=es&site=eds-live>

ISSN: 00218995

Tamaño de Partícula. [Página web]. España: Malvern Panalytical a spectris Company. [Fecha de consulta: 28 de junio del 2019]. Recuperado de <https://www.malvernpanalytical.com/es/products/measurement-type/particle-size>

TICONA, Virginia. Estudio de la determinación de la actividad floculante en aguas provenientes del río Chili conteniendo As, Pb y Cr tratados con pectina obtenidos a partir de la cáscara de naranja, limón y mandarina, Arequipa, Perú. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6884/QUMlative.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VÁSQUEZ, Edgar y ROJAS, Tania. Ph: Teoría y 232 problemas [En línea]. 1ª Ed. México D.F., 2016. [Fecha de consulta: 26 de junio del 2019]. Disponible en <http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/17pHTeoriayproblemas.pdf>.

ISBN: 978-607-28-0689-4

VEGA, Juan. Nivel de contaminación por metales pesados (Pb, Cu, Hg, As y Fe) en el río El Toro, distrito de Huamanchuco de la provincia de Sánchez Carrión durante año año 2009 - 2010. Tesis (Maestría en Gestión de Riesgos Ambientales y Seguridad en las Empresas). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2012. Disponible en <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/5812/Tesis%20Maestr%C3%ADa%20-%20Juan%20Vega%20Gonz%C3%A1les.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VERA, G., TAM, J., y OLIVEROS, R. Tipos, métodos y estrategias de Investigación Científica. Pensamiento y Acción. Revista de la Escuela de Postgrado, 147. 2008. Disponible en [http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj\\_modela\\_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf](http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj_modela_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf)

VERA Samaniego, K. Remoción de arsénico del agua residual industrial de proceso mediante el método de bioadsorción. Tesis (Título Profesional de Ingeniero en Procesos Ambientales). México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2014. Disponible en: [https://www.researchgate.net/scientific-contributions/2098494919\\_Karina\\_Lizeth\\_Vera\\_Samaniego](https://www.researchgate.net/scientific-contributions/2098494919_Karina_Lizeth_Vera_Samaniego)

VILLANUEVA, Claudia. Biosorción de Cobre (II) por biomasa pre-tratada de cáscara de Citrus Sinensis (naranja), Citrus Limonium (limón) y Opuntia Ficus (palmeta de nopal). Tesis (Título Profesional de Químico). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2006. Disponible en [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/2112/Villanueva\\_hc.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/2112/Villanueva_hc.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

VIZCAÍNO, L. y FUENTES, N. (2015). Ciencia e Ingeniería Neogranadina [En línea]. Biosorción de Cd, Pb y Zn por biomasa pretratada de algas rojas, cáscara de naranja y tuna. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v25n1/v25n1a04.pdf>

YRIGOIN VASQUEZ, K. Eficiencia de la pectina de cascara de naranja para disminuir la concentración de arsénico en aguas de Mórrope. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Ambiental). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2019. Disponible en [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/35105/Yrigoin\\_VKJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/35105/Yrigoin_VKJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ZBAIR, M. [et. al]. Carbon microspheres derived from walnut shell: Rapid and remarkable uptake of heavy metal ions, molecular computational study and surface modeling. *Chemosphere*. [en línea]. Vol. 231:140-150. 17 de Mayo del 2019. [Fecha de consulta: 10 de diciembre del 2019]. Disponible en [http://explore.bl.uk/primo\\_library/libweb/action/display.do?tabs=detailsTab&gathStatTab=true&ct=display&fn=search&doc=ETOCvdc\\_100082828155.0x000001&indx=1&recIds=ETOCvdc\\_100082828155.0x000000](http://explore.bl.uk/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=detailsTab&gathStatTab=true&ct=display&fn=search&doc=ETOCvdc_100082828155.0x000001&indx=1&recIds=ETOCvdc_100082828155.0x000000)

ISSN: 0045-6535

ZEIN, R. [et. al]. Sugar palm *Arenga pinnata* Merr (Magnoliophyta) fruit shell as biomaterial to remove Cr(III), Cr(VI), Cd(II) and Zn(II) from aqueous solution. *Journal of Water Supply: Research & Technology-AQUA*. Vol. 63 (7): 553-559. Noviembre del 2014. [Fecha de consulta: 20 de noviembre del 2019]. Disponible en <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=99342933&lang=es&site=eds-live>.

ISSN:

1606-9935

## VIII. ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables

| VARIABLES   | DEFINICIÓN CONCEPTUAL  | DEFINICIÓN OPERACIONAL  | DIMENSIONES                             | INDICADORES            | INSTRUMENTO                           | UNIDAD DE MEDICIÓN |
|---|--|---|---|------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| <b>Independiente</b><br><br>Eficiencia de material Adsorbente | Adsorbente: La adsorción es la remoción por adherencia de las impurezas de la sustancia en la superficie del sorbente.<br><br>Eficiencia: La eficiencia global de un tratamiento, se basa en lograr una determinada calidad de agua deseada, a menor tiempo, dosis y costo de operación posible [...] hay que determinar específicamente que grado de remoción aporta cada tratamiento, para obtener un valor aceptable diferente al valor obtenido inicialmente antes de aplicado el tratamiento. (Ríos, s.f.)  | Se obtendrá este material proveniente de residuos sólidos orgánicos de mercados o jugueterías, posteriormente se llevará al laboratorio donde pasará por diferentes procesos e implementarlo a las muestras de agua de río Rímac                  | Características del material adsorbente | Tamaño de partícula    | Tamiz                                 | µm                 |
|   |  |   |   | Capacidad de Adsorción | $Q_e = \frac{C_i - C_f}{M} \times V$  | mg/g               |
|   |  |   | Condición de Operación                  | Tiempo                 | Reloj                                 | horas              |
|   |  |   |   | Dosis                  | Balanza                               | g                  |
| <b>Dependiente</b><br><br>Remoción de arsénico y plomo        | Remoción: El término remoción se utiliza para hacer referencia a todo aquel acto que tenga ver con quitar algo de su lugar. (Reyes, et al. 2006)<br><br>Arsénico: Se emplea industrial y comercialmente para elaborar variedad de productos, como por ejemplo aditivos para preservar madera y alimentos, en mayores concentraciones también se usa para la elaboración de plaguicidas, municiones y productos farmacéuticos. (Afán y Flores, 2017).<br><br>Plomo: es un metal no esencial, altamente tóxico para el ser humano, que afecta a diversos órganos y tejidos. Su presencia en el organismo es atribuida a la contaminación ambiental, debido principalmente a sus usos como aditivo en combustibles y en pinturas. (Fontana, Lescano, Martínez, Mazzieri y Virgolini 2013, p. 49). | Se implementará el material adsorbente a base de cáscaras de naranja y maracuyá a la muestra de agua que se tomará del río Rímac, posteriormente se realizarán los respectivos análisis y así observar los resultados de remoción de los metales. | Remoción de metales pesados             | Conc. Inicial          | Eq. de absorción atómica              | mg/L               |
|   |  |   |   | Conc. final            |                                       |                    |
|   |  |   |   | % de remoción          | $\frac{VP_i - VP_f}{VP_i} \times 100$ | %                  |
|   |  |   | Características fisicoquímicas          | pH                     | Multiparámetro                        | 0-14               |
|   |  |   |   | Turbidez               | Multiparámetro                        | NTU                |
|   |  |   |   | C. Eléctrica           | Multiparámetro                        | uS/cm              |
|   |  |   |   | Temperatura            | Termómetro                            | °C                 |
|   |  |   |   | Oxígeno Disuelto       | Multiparámetro                        | mg/L               |

Anexo 2: Matriz de Consistencia

| Problema General  | Objetivo General  | Hipótesis General   | Variable Independiente   | Método   |
|---|---|---|--|--|
| ¿Será eficiente el material adsorbente a base de cáscaras de maracuyá para la remoción de arsénico y plomo en las aguas del río Rímac, Corcona 2019?  | Determinar la eficiencia del material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá para la remoción de arsénico y plomo en aguas del río Rímac, Corcona.  | Hi: El material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá es eficiente para la remoción de plomo y arsénico en aguas del río Rímac, Corcona<br>HO: El material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá no es eficiente para la remoción de plomo y arsénico en aguas del río Rímac, Corcona.  | <p>Eficiencia del material Adsorbente</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características del material adsorbente.</li> <li>• Condición de operación</li> </ul> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño de partícula, porcentaje de adsorción</li> <li>• Tiempo, dosis</li> </ul> <p><b>Escala:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\mu\text{m}</math> * %</li> <li>• Cm * Horas</li> <li>• Gramos</li> </ul>  | <p><b>Tipo:</b> Aplicada</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Diseño:</b> Experimental Pre experimental con pre y post - prueba</p> <p><b>Población:</b> Aguas del Río Rímac</p> <p><b>Muestra:</b> 28 L</p> <p><b>Técnica e Instrumentos:</b></p> <p>La observación y la medición directa mediante el uso de instrumentos y equipos.</p> |
| Problemas Específicos   | Objetivos Específicos   | Hipótesis Específicas   | Variable Dependiente   |  |
| <p>*¿De qué manera influyen las características del material adsorbente en la remoción de arsénico y plomo en las aguas del río Rímac, Corcona 2019?</p> <p>*¿De qué manera las condiciones de operación del material adsorbente favorecen la remoción de arsénico y plomo en las aguas del río Rímac, Corcona 2019?</p> <p>*¿Cuál será el porcentaje de remoción de arsénico y plomo obtenido con la aplicación del material adsorbente en las aguas del río Rímac, Corcona 2019?</p> <p>*¿Serán los parámetros fisicoquímicos favorables al aplicar el material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá en las aguas del río Rímac para su uso como agua de riego de vegetales?.</p> | <p>*Determinar si las características del material adsorbente influyen en la remoción de arsénico y plomo en las aguas del río Rímac, Corcona 2019.</p> <p>*Determinar las condiciones de operación del material adsorbente más favorables para la remoción de arsénico y plomo en aguas del río Rímac, Corcona 2019.</p> <p>*Determinar el porcentaje de remoción óptimo de arsénico y plomo obtenido después de la aplicación del material adsorbente en las aguas del río Rímac, Corcona 2019.</p> <p>*Determinar si los parámetros fisicoquímicos obtenidos al aplicar el material adsorbente en aguas del río Rímac, son favorables para su uso como agua de riego de vegetales.</p> | <p>*Las características del material adsorbente influyen significativamente en la remoción de arsénico y plomo en las aguas del río Rímac, Corcona 2019.</p> <p>*El tiempo de contacto y la dosis del material adsorbente favorece la remoción de arsénico y plomo en aguas del río Rímac, Corcona 2019.</p> <p>*El nivel de remoción de arsénico y plomo obtenido será de 85% (As) y 80% (Pb), con la aplicación del material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá en las aguas del río Rímac, Corcona 2019.</p> <p>*Los parámetros fisicoquímicos obtenidos después de la aplicación del material adsorbente en aguas del Río Rímac, serán los adecuados para su uso como agua para riego de vegetales.</p> | <p>Remoción de arsénico y plomo</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentración de Metales pesados</li> <li>• Características fisicoquímicas.</li> </ul> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentración Inicial, final</li> <li>• Porcentaje de remoción</li> <li>• pH</li> <li>• Turbidez</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Conductividad Eléctrica</li> <li>• Oxígeno Disuelto</li> </ul> <p><b>Escala:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mg/ L * %</li> <li>• 0-14 * NTU</li> <li>• °C * uS/cm</li> <li>• mg/L</li> </ul> |  |

Anexo 3: Identificación del punto de muestreo en el Río Rímac (Corcona).



*Fuente: Propia*

Anexo 4: Toma de muestra de agua del Río Rímac a contracorriente.



*Fuente: Propia*

Anexo 5: Rotulado de muestra de agua.



*Fuente: Propia*

Anexo 6: Almacenamiento de las muestras en botellas y galones para su traslado al laboratorio



*Fuente: Propia*

## Proceso para obtención del material adsorbente

Anexo 7: Recolección y corte en trozos de las cáscaras de naranja y maracuyá



Anexo 8: Lavado de las cáscaras para eliminar impurezas



Anexo 9: Secado de las cáscaras en el horno



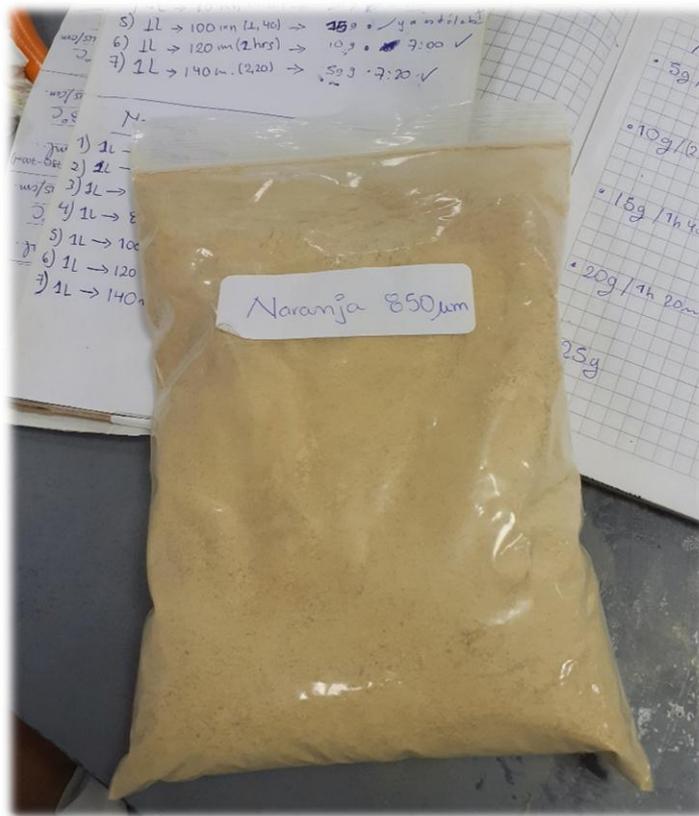
Anexo 10: Triturado de las cáscaras secas



Anexo 11: Tamizado de las cáscaras trituradas



Anexo 12: Almacenamiento del polvo de las cáscaras en bolsas herméticas





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

## ANALISIS DE MUESTRA DE AGUA

SOLICITADO POR : SARA COPAJA HUAMAN  
Procedencia de muestra : Corcona – Río Rimac  
Recepción de muestra : Lima, 30 de Setiembre del 2019

## RESULTADO DEL ANALISIS DE MUESTRA DE AGUA

| Muestra   | Muestra de agua del Río Rimac-Corcona |
|-----------|---------------------------------------|
| Cu (mg/L) | 0.004                                 |
| Pb (mg/L) | 0.056                                 |
| Zn (mg/L) | 0.115                                 |
| Cd (mg/L) | 0.0002                                |
| As (mg/L) | 0.098                                 |
| Cr (mg/L) | 0.009                                 |

Método analítico utilizado: Espectrometría de Absorción Atómica

Lima, 2 de Octubre del 2019



*[Signature]*  
MSc. Atifio Mendoza A.  
Jefe Lab. ESPECTROMETRÍA

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 13: Resultados de análisis de laboratorio (antes)

Fuente: Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica –UNI

Anexo 14: Resultados de análisis de laboratorio (después)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

**Laboratorio de Espectrometría**

**ANALISIS DE PLOMO Y ARSENICO EN 28 MUESTRAS DE AGUA**

SOLICITADO POR : **EVELYN BAZAN ESPINOZA**  
 Procedencia de muestras : Río Rimac  
 Recepción de muestras : Lima, 27 de Noviembre del 2019

**RESULTADO DEL ANALISIS DE MUESTRAS**

|    | Muestras              | Pb (mg/L) | As(mg/L) |
|----|-----------------------|-----------|----------|
| 1  | Naranja 5 gr>850 um   | 0.0020    | 0.002    |
| 2  | Naranja 10 gr>850 um  | 0.0020    | 0.002    |
| 3  | Naranja 15 gr>850 um  | 0.0010    | 0.001    |
| 4  | Naranja 20 gr>850 um  | 0.0010    | 0.001    |
| 5  | Naranja 25 gr>850 um  | 0.0009    | 0.001    |
| 6  | Naranja 30 gr>850 um  | 0.0008    | 0.001    |
| 7  | Naranja 35 gr>850 um- | 0.0007    | 0.001    |
| 8  | Naranja 5 gr<850 um   | 0.0008    | 0.001    |
| 9  | Naranja 10 gr<850 um  | 0.0009    | 0.001    |
| 10 | Naranja 15 gr<850 um  | 0.0010    | 0.001    |
| 11 | Naranja 20 gr<850 um  | 0.0011    | 0.001    |
| 12 | Naranja 25 gr<850 um  | 0.0012    | 0.001    |
| 13 | Naranja 30 gr<850 um  | 0.0018    | 0.002    |
| 14 | Naranja 35gr<850 um   | 0.0021    | 0.003    |
| 15 | Maracuya 5 gr<850 um  | 0.0023    | 0.002    |
| 16 | Maracuya 10 gr<850 um | 0.0017    | 0.003    |
| 17 | Maracuya 15 gr<850 um | 0.0018    | 0.003    |
| 18 | Maracuya 20 gr<850 um | 0.0022    | 0.004    |
| 19 | Maracuya 25 gr<850 um | 0.0023    | 0.004    |
| 20 | Maracuya 30 gr<850 um | 0.0025    | 0.005    |
| 21 | Maracuya 35 gr<850 um | 0.0027    | 0.006    |
| 22 | Maracuya 5 gr>850 um  | 0.0012    | 0.002    |
| 23 | Maracuya 10 gr>850 um | 0.0016    | 0.003    |
| 24 | Maracuya 15 gr>850 um | 0.0018    | 0.003    |
| 25 | Maracuya 20 gr>850 um | 0.0021    | 0.003    |
| 26 | Maracuya 25 gr>850 um | 0.0023    | 0.004    |
| 27 | Maracuya 30 gr>850 um | 0.0026    | 0.005    |
| 28 | Maracuya 35 gr>850 um | 0.0027    | 0.006    |

Método de análisis : Espectrometría de Absorción Atómica  
 Lima, 29 de Noviembre del 2019

MSc. Atilio Mendoza A.  
 Jefe Lab. ESPECTROMETRIA

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
 Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
 e-mail: labespectro@uni.edu.pe



Anexo 15: Resultados de análisis realizados en el laboratorio - UCV



Autoras:

- Evelyn Yaneth Bazán Espinoza
- Sara Mercedes Copaja Huamán

Tesis

“Eficiencia en la remoción de Arsénico y Plomo mediante material adsorbente a base de cáscara de naranja y maracuyá en aguas del Río Rímac, Corcona 2019”

**Resultados de los análisis realizados en el laboratorio: pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, temperatura, turbidez, plomo, arsénico.**

TRATAMIENTO N° 1 - CÁSCARA DE NARANJA

| Parámetro |           | pH                     |                     |                     |
|-----------|-----------|------------------------|---------------------|---------------------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |                     |
|           |           |                        | < 850 $\mu\text{m}$ | > 850 $\mu\text{m}$ |
| 5g        | 2hrs20min | 8.51                   | 6.91                | 7.50                |
| 10g       | 2hrs      |                        | 6.34                | 7.13                |
| 15g       | 1hr40min  |                        | 6.08                | 6.89                |
| 20g       | 1hr20min  |                        | 5.85                | 6.69                |
| 25g       | 1hr       |                        | 5.93                | 6.50                |
| 30g       | 40min     |                        | 6.61                | 6.47                |
| 35g       | 20min     |                        | 6.21                | 6.39                |

| Parámetro |           | C.E                    |                       |                       |
|-----------|-----------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula   |                       |
|           |           |                        | < 850 $\mu\text{m}$   | > 850 $\mu\text{m}$   |
| 5g        | 2hrs20min | 817 $\mu\text{S/cm}$   | 802 $\mu\text{S/cm}$  | 788 $\mu\text{S/cm}$  |
| 10g       | 2hrs      |                        | 840 $\mu\text{S/cm}$  | 865 $\mu\text{S/cm}$  |
| 15g       | 1hr40min  |                        | 921 $\mu\text{S/cm}$  | 873 $\mu\text{S/cm}$  |
| 20g       | 1hr20min  |                        | 1007 $\mu\text{S/cm}$ | 1019 $\mu\text{S/cm}$ |
| 25g       | 1hr       |                        | 1069 $\mu\text{S/cm}$ | 1082 $\mu\text{S/cm}$ |
| 30g       | 40min     |                        | 1140 $\mu\text{S/cm}$ | 1066 $\mu\text{S/cm}$ |
| 35g       | 20min     |                        | 1216 $\mu\text{S/cm}$ | 1273 $\mu\text{S/cm}$ |

| Parámetro |           | Turbidez        |                     |          |
|-----------|-----------|-----------------|---------------------|----------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua sin tratar | Tamaño de partícula |          |
|           |           |                 | < 850 µm            | > 850 µm |
| 5g        | 2hrs20min | 0.98NTU         | 11.3 NTU            | 7.73 NTU |
| 10g       | 2hrs      |                 | 16.6 NTU            | 20.3 NTU |
| 15g       | 1hr40min  |                 | 24 NTU              | 23.7 NTU |
| 20g       | 1hr20min  |                 | 28.4 NTU            | 25.8 NTU |
| 25g       | 1hr       |                 | 28.6 NTU            | 35.3 NTU |
| 30g       | 40min     |                 | 28.6 NTU            | 40.5 NTU |
| 35g       | 20min     |                 | 31.1 NTU            | 43.4 NTU |

| Parámetro |           | O.D                    |                     |           |
|-----------|-----------|------------------------|---------------------|-----------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |           |
|           |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm  |
| 5g        | 2hrs20min | 6.07mg/L               | 1.12 mg/L           | 5.99 mg/L |
| 10g       | 2hrs      |                        | 1.10 mg/L           | 5.97 mg/L |
| 15g       | 1hr40min  |                        | 0.96 mg/L           | 6.04 mg/L |
| 20g       | 1hr20min  |                        | 0.91 mg/L           | 5.22 mg/L |
| 25g       | 1hr       |                        | 5.90 mg/L           | 5.55 mg/L |
| 30g       | 40min     |                        | 4.48 mg/L           | 5.42 mg/L |
| 35g       | 20min     |                        | 4.75 mg/L           | 5.21 mg/L |

| Parámetro |           | Plomo                  |                     |             |
|-----------|-----------|------------------------|---------------------|-------------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |             |
|           |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm    |
| 5g        | 2hrs20min | 0.056mg/L              | 0.0008 mg/L         | 0.002 mg/L  |
| 10g       | 2hrs      |                        | 0.0009 mg/L         | 0.002 mg/L  |
| 15g       | 1hr40min  |                        | 0.0010 mg/L         | 0.001 mg/L  |
| 20g       | 1hr20min  |                        | 0.0011 mg/L         | 0.001 mg/L  |
| 25g       | 1hr       |                        | 0.0012 mg/L         | 0.0009 mg/L |
| 30g       | 40min     |                        | 0.0018 mg/L         | 0.0008 mg/L |
| 35g       | 20min     |                        | 0.0021 mg/L         | 0.0007 mg/L |

| Parámetro |           | Arsénico               |                     |            |
|-----------|-----------|------------------------|---------------------|------------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |            |
|           |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm   |
| 5g        | 2hrs20min | 0.056mg/L              | 0.001 mg/L          | 0.002 mg/L |
| 10g       | 2hrs      |                        | 0.001 mg/L          | 0.002 mg/L |
| 15g       | 1hr40min  |                        | 0.001 mg/L          | 0.001 mg/L |
| 20g       | 1hr20min  |                        | 0.001 mg/L          | 0.001 mg/L |
| 25g       | 1hr       |                        | 0.001 mg/L          | 0.001 mg/L |
| 30g       | 40min     |                        | 0.002 mg/L          | 0.001 mg/L |
| 35g       | 20min     |                        | 0.003 mg/L          | 0.001 mg/L |

TRATAMIENTO N° 2 – CÁSCARA DE MARACUYÁ

| Parámetro |           | pH                     |                     |          |
|-----------|-----------|------------------------|---------------------|----------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |          |
|           |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm |
| 5g        | 2hrs20min | 8.51                   | 6.85                | 5.97     |
| 10g       | 2hrs      |                        | 6.70                | 6.78     |
| 15g       | 1hr40min  |                        | 6.75                | 6.57     |
| 20g       | 1hr20min  |                        | 6.67                | 5.47     |
| 25g       | 1hr       |                        | 6.56                | 5.14     |
| 30g       | 40min     |                        | 5.26                | 5.54     |
| 35g       | 20min     |                        | 5.28                | 5.41     |

| Parámetro |           | C.E                    |                     |             |
|-----------|-----------|------------------------|---------------------|-------------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |             |
|           |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm    |
| 5g        | 2hrs20min | 817 µS/cm              | 1142 µS /cm         | 1440 µS /cm |
| 10g       | 2hrs      |                        | 1708 µS /cm         | 1430 µS /cm |
| 15g       | 1hr40min  |                        | 1700 µS /cm         | 2460 µS /cm |
| 20g       | 1hr20min  |                        | 2350 µS /cm         | 2342 µS /cm |
| 25g       | 1hr       |                        | 2134 µS /cm         | 1264 µS /cm |
| 30g       | 40min     |                        | 2001 µS /cm         | 1289 µS /cm |
| 35g       | 20min     |                        | 2603 µS /cm         | 1689µS /cm  |

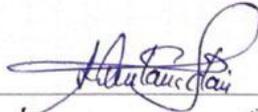
| Parámetro |           | Turbidez               |                     |          |
|-----------|-----------|------------------------|---------------------|----------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |          |
|           |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm |
| 5g        | 2hrs20min | 0.98NTU                | 6.20 NTU            | 7.92 NTU |
| 10g       | 2hrs      |                        | 7.24 NTU            | 8.33 NTU |
| 15g       | 1hr40min  |                        | 8.09 NTU            | 9.24 NTU |
| 20g       | 1hr20min  |                        | 9.54 NTU            | 9.51 NTU |
| 25g       | 1hr       |                        | 12.3 NTU            | 10.6 NTU |
| 30g       | 40min     |                        | 15 NTU              | 11.3 NTU |
| 35g       | 20min     |                        | 20.6 NTU            | 14.5 NTU |

| Parámetro |           | O.D                    |                     |           |
|-----------|-----------|------------------------|---------------------|-----------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |           |
|           |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm  |
| 5g        | 2hrs20min | 6.07mg/L               | 0.67 mg/L           | 1.33 mg/L |
| 10g       | 2hrs      |                        | 6.10 mg/L           | 6.87 mg/L |
| 15g       | 1hr40min  |                        | 6.34 mg/L           | 6.05 mg/L |
| 20g       | 1hr20min  |                        | 6.06 mg/L           | 6.23 mg/L |
| 25g       | 1hr       |                        | 5.06 mg/L           | 5.79 mg/L |

|     |       |  |           |           |
|-----|-------|--|-----------|-----------|
| 30g | 40min |  | 5.44 mg/L | 9.17 mg/L |
| 35g | 20min |  | 5.02 mg/L | 9.93 mg/L |

| Parámetro |           | Plomo                  |                     |             |
|-----------|-----------|------------------------|---------------------|-------------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |             |
|           |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm    |
| 5g        | 2hrs20min | 0.056 mg/L             | 0.0023 mg/L         | 0.0012 mg/L |
| 10g       | 2hrs      |                        | 0.0017 mg/L         | 0.0016 mg/L |
| 15g       | 1hr40min  |                        | 0.0018 mg/L         | 0.0018 mg/L |
| 20g       | 1hr20min  |                        | 0.0022 mg/L         | 0.0021 mg/L |
| 25g       | 1hr       |                        | 0.0023 mg/L         | 0.0023 mg/L |
| 30g       | 40min     |                        | 0.0025 mg/L         | 0.0026 mg/L |
| 35g       | 20min     |                        | 0.0027 mg/L         | 0.0027 mg/L |

| Parámetro |           | Arsénico               |                     |            |
|-----------|-----------|------------------------|---------------------|------------|
| Dosis     | Tiempo    | Agua de río sin tratar | Tamaño de partícula |            |
|           |           |                        | < 850 µm            | > 850 µm   |
| 5g        | 2hrs20min | 0.098 mg/L             | 0.002 mg/L          | 0.002 mg/L |
| 10g       | 2hrs      |                        | 0.003 mg/L          | 0.003 mg/L |
| 15g       | 1hr40min  |                        | 0.003 mg/L          | 0.003 mg/L |
| 20g       | 1hr20min  |                        | 0.004 mg/L          | 0.003 mg/L |
| 25g       | 1hr       |                        | 0.004 mg/L          | 0.004 mg/L |
| 30g       | 40min     |                        | 0.005 mg/L          | 0.005 mg/L |
| 35g       | 20min     |                        | 0.006 mg/L          | 0.006 mg/L |

  
 Ing. Sigfredo Alexander Quintero Pachán  
 CQP 596  
 Asesor Práctico

Anexo 16: Registro de datos experimentales

REGISTRO DE DATOS EXPERIMENTALES  
 REMOCION DE METALES PESADOS

Realizado por: \_\_\_\_\_

| N° | MUESTRAS                            | CONCENTRACIÓN INICIAL (mg/l) |          |             |                         |    |    | CONCENTRACIÓN FINAL (mg/l) |    |          |             |                         |    |    |    |
|----|-------------------------------------|------------------------------|----------|-------------|-------------------------|----|----|----------------------------|----|----------|-------------|-------------------------|----|----|----|
|    |                                     | pH                           | Turbidez | Temperatura | Conductividad Eléctrica | Pb | Cr | Cu                         | pH | Turbidez | Temperatura | Conductividad Eléctrica | Pb | Cr | Cu |
| 1  | Muestra de agua del río Huaura      |                              |          |             |                         |    |    |                            |    |          |             |                         |    |    |    |
|    | Cáscara de Limón                    |                              |          |             |                         |    |    |                            |    |          |             |                         |    |    |    |
|    | Cáscara de Naranja                  |                              |          |             |                         |    |    |                            |    |          |             |                         |    |    |    |
|    | Cáscara de Maracuyá                 |                              |          |             |                         |    |    |                            |    |          |             |                         |    |    |    |
|    | Cáscara de Limón, Naranja, Maracuyá |                              |          |             |                         |    |    |                            |    |          |             |                         |    |    |    |

Fuente: Elaboración propia

  
 Jorge Iván Valencia  
 C.I.P. 43444

  
 José Luis Pizarro

  
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón  
 C.P. 42355



REGISTRO DE DATOS DE CAMPO  
MUESTREO DE AGUA

Realizado por: \_\_\_\_\_

| PUNTO DE MONITOREO | UBICACIÓN/ORIGEN | DISTRITO | PROVINCIA | DEPARTAMENTO | COORDENADAS |      | FECHA | HORA | pH |
|--------------------|------------------|----------|-----------|--------------|-------------|------|-------|------|----|
|                    |                  |          |           |              | Norte       | Este |       |      |    |
|                    |                  |          |           |              |             |      |       |      |    |
|                    |                  |          |           |              |             |      |       |      |    |
|                    |                  |          |           |              |             |      |       |      |    |
|                    |                  |          |           |              |             |      |       |      |    |
|                    |                  |          |           |              |             |      |       |      |    |

Fuente: (Adaptado de Digesa 2007)

  
José Saavedra  
 CIP: 43444

  
José Tanya Pizarro  
 CIP: 65766

  
  
Dr. César Eduardo Jiménez Calderón  
 CIP: 42355

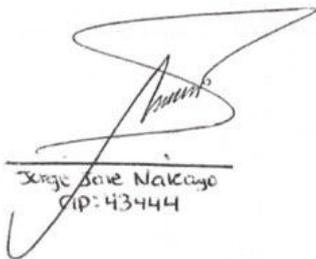
Juan Julio Delacruz  
 Galvez

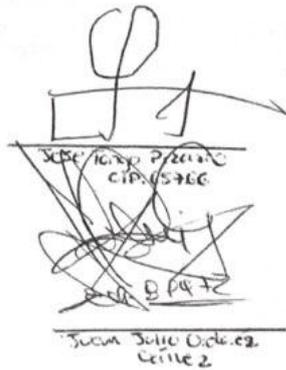
REGISTRO DE DATOS EXPERIMENTALES  
MATERIAL ADSORBENTE

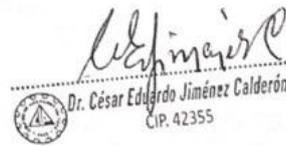
Realizado por: \_\_\_\_\_

| Nº | MATERIAL ADSORBENTE (Cáscara) | PESO (kg) | CONDICION FENOLOGICA | TIEMPO (Hrs) |
|----|-------------------------------|-----------|----------------------|--------------|
| 1  |                               |           |                      |              |
| 2  |                               |           |                      |              |
| 3  |                               |           |                      |              |
| 4  |                               |           |                      |              |
| 5  |                               |           |                      |              |
| 6  |                               |           |                      |              |
| 7  |                               |           |                      |              |
| 8  |                               |           |                      |              |
| 9  |                               |           |                      |              |
| 10 |                               |           |                      |              |
| 11 |                               |           |                      |              |
| 12 |                               |           |                      |              |

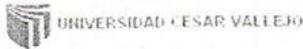
Fuente: Elaboración propia

  
Jorge Luis Nakayo  
CIP: 43444

  
Juan Luis Ochoa  
CIP: 45966  
Calle 2

  
Dr. César Eduardo Jiménez Calderón  
CIP: 42355

Anexo 17: Validaciones de Instrumentos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Jorge Save Nakayo  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UC V  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: AGRICULTURA - CIENCIAS AMBIENTALES  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos experimentales y campo  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Everlyn Bazaín Espinoza, Sora Cepeda Huancán

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.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 2. OBJETIVIDAD     | Esta adecuado a las leyes y principios científicos.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 3. ACTUALIDAD      | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 5. SUFICIENCIA     | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales   |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 7. CONSISTENCIA    | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.   |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 8. COHERENCIA      | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.                               |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.                        |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |

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, 11 junio del 2019

*[Firma]*  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP. 43444  
 DNI No. 01066613 Telf.: 952005015

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Jorge Jave Nakcup  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Agricultura - Ciencias Ambientales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos experimentales y campo  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Evelyn Bazán Espinoza, Sara Cepaja Huamán

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.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 2. OBJETIVIDAD     | Esta adecuado a las leyes y principios científicos.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 3. ACTUALIDAD      | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 5. SUFICIENCIA     | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales   |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 7. CONSISTENCIA    | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.   |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 8. COHERENCIA      | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.                               |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.                        |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |

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, 11 junio del 2019

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP 43444  
 DNI No. 01066033 Telf: 99 200 8015

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Jorge Sava Nakayo  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Agricultura - Ciencias Ambientales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos experimentales y campo  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Evelyn Bazán Espinosa, Xora Copaja Huancán

**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.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 2. OBJETIVIDAD     | Esta adecuado a las leyes y principios científicos.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 3. ACTUALIDAD      | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 5. SUFICIENCIA     | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales   |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 7. CONSISTENCIA    | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.   |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 8. COHERENCIA      | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.                               |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.                        |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

|   |
|---|
| S |
| — |

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

|      |
|------|
| 85 % |
|------|

 Lima, 11 junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 6166653 Telf. 99 200 845

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: .....  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos experimentales y campo  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Evelyn Borzán Espinoza, Sara Copaja Huamán

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.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 2. OBJETIVIDAD     | Esta adecuado a las leyes y principios científicos.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 3. ACTUALIDAD      | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 5. SUFICIENCIA     | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales   |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 7. CONSISTENCIA    | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.   |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 8. COHERENCIA      | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.                               |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.                        |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Sí  
 No

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85%

Lima, 13 de Junio del 201

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CP: 59812  
 DNI No. .... Telf: .....





### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: MARCEZ CALVEZ, JUAN JUAN
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: \_\_\_\_\_
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registros de datos experimentales y campo
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Evelyn Borzán Espinoza Sara Coruja Huacra

**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.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           |    | ✓  |    |     |
| 2. OBJETIVIDAD     | Esta adecuado a las leyes y principios científicos.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           |    | ✓  |    |     |
| 3. ACTUALIDAD      | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           |    | ✓  |    |     |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           |    | ✓  |    |     |
| 5. SUFICIENCIA     | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales   |             |    |    |    |    |                       |    |    |           |    | ✓  |    |     |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           |    | ✓  |    |     |
| 7. CONSISTENCIA    | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.   |             |    |    |    |    |                       |    |    |           |    | ✓  |    |     |
| 8. COHERENCIA      | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.                               |             |    |    |    |    |                       |    |    |           |    | ✓  |    |     |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.                        |             |    |    |    |    |                       |    |    |           |    | ✓  |    |     |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. |             |    |    |    |    |                       |    |    |           |    | ✓  |    |     |

**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, 13 Junio del 201

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
CIP: \_\_\_\_\_

DNI No. \_\_\_\_\_ Telf.: \_\_\_\_\_

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: César Eduardo Jiménez Calderón  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Sistemas de gestión ambiental.  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos experimentales y campo  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Evelyn Bazán Espinoza, Sara Copayá Huamani

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.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 2. OBJETIVIDAD     | Esta adecuado a las leyes y principios científicos.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 3. ACTUALIDAD      | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 5. SUFICIENCIA     | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales   |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 7. CONSISTENCIA    | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.   |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 8. COHERENCIA      | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.                               |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.                        |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |

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 :

Si  
-  
85 %

*César Eduardo Jiménez Calderón*  
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón  
 CIP 42355

Lima, 11 Junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP.....  
 DNI No..... Telf.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: César Eduardo Jiménez Calderón  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Sistemas de gestión ambiental  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos experimentales y campo  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Evelyn Bazán Espinoza, Sara Cepeda Huaman

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.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 2. OBJETIVIDAD     | Esta adecuado a las leyes y principios científicos.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 3. ACTUALIDAD      | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 5. SUFICIENCIA     | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales   |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 7. CONSISTENCIA    | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.   |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 8. COHERENCIA      | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.                               |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.                        |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |

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 %



*César Eduardo Jiménez Calderón*  
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón  
 CIP 42355

Lima, 11 junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP.....  
 DNI No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: César Eduardo Jiménez Calderón  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: registro de datos experimentales y campo  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Evelyn Bazán Espinoza, Sora Cepeda Huancán

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.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 2. OBJETIVIDAD     | Esta adecuado a las leyes y principios científicos.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           |    | /  |    |     |
| 3. ACTUALIDAD      | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 5. SUFICIENCIA     | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales   |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 7. CONSISTENCIA    | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.   |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 8. COHERENCIA      | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.                               |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.                        |             |    |    |    |    |                       |    |    |           |    | /  |    |     |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | /  |    |    |     |

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 :

Si  
—

85 %



*César Jiménez*  
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón  
 CIP. 42355

Lima, 11 junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP.....  
 DNI No..... Telf.....



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

## I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: José Pedro Torgo Pizarro  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación:   
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos experimentales y campo  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Evelyn Bazán Espinoza, Sara Coruja Huaman

## 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.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 2. OBJETIVIDAD     | Esta adecuado a las leyes y principios científicos.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 3. ACTUALIDAD      | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 5. SUFICIENCIA     | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales   |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.  |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 7. CONSISTENCIA    | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.   |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 8. COHERENCIA      | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.                               |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.                        |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. |             |    |    |    |    |                       |    |    |           | ✓  |    |    |     |

## 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, 11 junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP. 65766

DNI No. .... Telf. ....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Tungo Pizarro José Pedro  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: .....  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos experimentales grupo  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Evelyn Borzú Espinoza, Sara

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.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 2. OBJETIVIDAD     | Esta adecuado a las leyes y principios científicos.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 3. ACTUALIDAD      | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 5. SUFICIENCIA     | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales   |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 7. CONSISTENCIA    | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.   |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 8. COHERENCIA      | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.                               |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.                        |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | ✓         |    |    |     |

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 junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP. 65766  
 DNI No. .... Telf. ....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Tango Pizarro José Pedro  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación:  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos experimentales y campo  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Evelyn Bazán Espinoza, Sara Coraya Huamán

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.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 2. OBJETIVIDAD     | Esta adecuado a las leyes y principios científicos.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 3. ACTUALIDAD      | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 5. SUFICIENCIA     | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales   |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.  |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 7. CONSISTENCIA    | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.   |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 8. COHERENCIA      | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.                               |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.                        |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |
| 10. PERTINENCIA    | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. |             |    |    |    |    |    |                       |    |    | /         |    |    |     |

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, 11 junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP. 65786

DNI No. .... Telf: .....