



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

**Eficiencia del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers
como cordón bio adsorbente en la reducción de hidrocarburos en
aguas del río Ucayali – 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTORAS:

Lima Rengifo, Linda Isabel (orcid.org/0000-0001-8465-9272)

Vasquez Gutierrez, Ida Maria (orcid.org/0000-0002-5499-427X)

ASESOR:

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (orcid.org/0000-0003-3536-881X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TARAPOTO - PERÚ
2023

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a nuestras familias, que fueron un apoyo incondicional para lograr nuestras metas como profesionales, llegar a este escalón como profesional fue guiado por nuestro asesor que nos apoyó con el desarrollo de nuestra tesis.

Agradecimiento

Agradecemos a la Universidad César Vallejo que nos brindó la oportunidad de lograr este meta profesional, al Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo por la asesoría y atención para llegar a nuestro objetivo.

Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas.....	vi
Índice de Figuras	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación	10
3.1.1. Tipo de investigación	10
3.1.2. Diseño de la investigación	10
3.2. Variables y operacionalización	10
3.2.1. Variable dependiente:.....	10
3.2.2. Variable independiente:	10
3.3. Población, muestra y muestreo	11
3.3.1. Ubicación y recolección de muestra	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimientos	13
3.5.1. Etapa de Campo:.....	14

3.5.2. Etapa experimental.....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	26
3.7. Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS	27
4.1. Determinación de la calidad físico química y microbiológica del agua del río Ucayali (Del estanque de simulación).....	27
4.2. Determinar la capacidad máxima de adsorción de hidrocarburos del <i>Panicum mertensii</i> Roth y <i>Sorghum halepense</i> Pers.....	29
4.3. Determinación del tiempo de retención del hidrocarburo absorbido del <i>Panicum mertensii</i> Roth y <i>Sorghum halepense</i> Pers.....	32
4.4. Determinación de la eficiencia de absorción de hoja y tallo del <i>Panicum mertensii</i> Roth y <i>Sorghum halepense</i> Pers en la simulación de un derrame de petróleo	32
4.5. Eficiencia del <i>Panicum mertensii</i> Roth y <i>Sorghum halepense</i> Pers como cordón bio adsorbente en la reducción de hidrocarburos en aguas	35
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS	43
ANEXO 1. Matriz de operacionalización de variables	
ANEXO 2. Fichas de recolección de datos	
ANEXO 3: Cadena de custodia de monitoreo de Calidad de Agua ANEXO 4.	
Validación de instrumento	
ANEXO 5: Ficha de identificación de especímenes	
ANEXO 6. Certificado de Análisis de agua	

Índice de Tablas

Tabla 1 Aplicación del muestreo experimental.....	11
Tabla 2 Datos del especialista del juicio de expertos	12
Tabla 3 Densidad aparente para el gado API.	20
Tabla 4 Determinación de la calidad físico química y microbiológica del agua del río Ucayali (Del estanque de simulación)	27
Tabla 5 Determinación de la capacidad de máxima de adsorción de HTP del Sorghum halepense Pers.....	29
Tabla 6 Análisis estadístico de la capacidad de máxima de adsorción de HTP del Sorghum halepense Pers.....	29
Tabla 7 Determinación de la capacidad de máxima de adsorción de HTP del Panicum Mertensii Roth.	30
Tabla 8 Análisis estadístico de la capacidad máxima de adsorción de HTP del Panicum Mertensii Roth.	31
Tabla 9 Determinación del tiempo de retención del hidrocarburo absorbido del Panicum mertensii Roth y Sorghum halepense Pers.....	32
Tabla 10 Determinación de la eficiencia de adsorción de hoja y tallo del Panicum mertensii Roth en la simulación de un derrame de petróleo.	32
Tabla 11 Determinación de la eficiencia de adsorción de hoja y tallo del Sorghum halepense Pers en la simulación de un derrame de petróleo.	33
Tabla 12 Análisis estadístico de la eficiencia del Panicum mertensii Roth y Sorghum halepense Pers como cordón bio adsorbente en comparación con el cordón de microfibras 3M	36

Índice de Figuras

Figura 1 Partes de la especie de la familia de plantas Poaceae	8
Figura 2 Procedimiento de ejecución de tesis	13
Figura 3 Identificación <i>Panicum mertensii</i> Roth y <i>Sorghum halepense</i> Pers en la Universidad Nacional de Ucayali.....	14
Figura 4 Recolectar <i>Panicum mertensii</i> Roth y <i>Sorghum halepense</i> Pers	14
Figura 5 Preparación del material para la colección de agua del río Ucayali	15
Figura 6 <i>Medición de parámetros de campo con el multiparámetro</i>	15
Figura 7 Colección de muestras de agua superficial del río Ucayali	16
Figura 8 Recipientes recolectados para calidad de agua para ser enviado al laboratorio.....	16
Figura 9 Selección y división de las hojas y tallos y espigas de la <i>Panicum mertensii</i> Roth y <i>Sorghum halepense</i> Pers.....	17
Figura 10 Secar en un ambiente ventilado por 48 horas.	17
Figura 11 Recortado de las hojas y tallos.....	18
Figura 12 Moldes de los cordones de la <i>Panicum mertensii</i> Roth y <i>Sorghum halepense</i> Pers.....	18
Figura 13 Determinación del gado API del petróleo.	19
Figura 14 Recipientes para la prueba de saturación total.....	20
Figura 15 Pesado de recipiente y bio adsorbente.....	20
Figura 16 Sumergido de bio adsorbente en el petróleo	21
Figura 17 Ecurrido por gravedad del petróleo del bio adsorbente.....	21
Figura 18 Pesado de adsorbente con el petróleo adsorbido.....	22
Figura 19 Estanque de simulación en laboratorio.....	23
Figura 20 Agregado de petróleo para la simulación.....	23
Figura 21 Utilización del bio adsorbente en la simulación de derrames.....	23
Figura 22 Pesado de material.	24
Figura 23 Secado de los cordones de simulación.	24
Figura 24 Inicio de la simulación a escala real de un derrame de petróleo.....	25
Figura 25 Utilización de los bio adsorbentes escala real simulada.	25
Figura 26 Eficiencia del <i>Panicum mertensii</i> Roth y <i>Sorghum halepense</i> Pers como cordón bio adsorbente en comparativa con el cordón de microfibra 3M.	35

Resumen

La presente investigación tiene como fin evaluar la Eficiencia del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers como cordón bio adsorbente en la reducción de hidrocarburos en aguas del río Ucayali – 2023. Esta investigación pretende generar una metodología alternativa combinando materiales naturales de alta disponibilidad y de bajo costo en la región. La metodología que se uso está basado en el método del cordón bio adsorbente, que comúnmente es aplicado mediante cordones de microfibras M3, reemplazando la microfibras por *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers dentro del cordón, para identificar con certeza se utilizó las referencias ficha de identificación del New York Botanical Garden (2022), también se aplicó la normativa estandarizada internacional ASTM F726-12 para pruebas de adsorción de corta duración (ASTM, 2012), para el monitoreo de calidad de agua se siguió el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016). Como resultados se obtuvo que la capacidad máxima de adsorción de hidrocarburos de la *Panicum mertensii* Roth es de 3.16 g de HTP /g de la hoja y del *Sorghum halepense* Pers fue de 2.35 16 g de HTP /g de la hoja. El tiempo de retención del hidrocarburo adsorbido del *Panicum mertensii* Roth es de 90 segundos y del *Sorghum halepense* Pers es de 111 segundos. La eficiencia de absorción de la *Panicum mertensii* Roth de la hoja es del 49.75% y del tallo es el 41.25% y la eficiencia del *Sorghum halepense* Pers de la hoja es del 31% y del tallo el 24.75%. La calidad físico química y microbiológica del agua del río Ucayali y antes y después de la experimentación NO CUMPLE con los límites del ECA-C4-E2: Aguas superficiales destinadas a Conservación del medio acuático de ríos de la selva. Se concluyó que la eficiencia como cordón bio adsorbente para la reducción de Hidrocarburos de petróleo en agua del *Panicum mertensii* Roth es del 44.41% y para la *Sorghum halepense* Pers es de 26.08%.

Palabras Clave: biorremediación, hidrocarburos, contaminación, bio adsorbente

Abstract

The purpose of this research is to evaluate the Efficiency of *Panicum mertensii* Roth and *Sorghum halepense* Pers as a bio-adsorbent cord in the reduction of hydrocarbons in the waters of the Ucayali River - 2023. This research aims to generate an alternative methodology combining natural materials of high availability and low cost in the region. The methodology used is based on the bioadsorbent cord method, which is commonly applied by M3 microfiber cords, replacing the microfiber with *Panicum mertensii* Roth and *Sorghum halepense* Pers within the cord, to identify with certainty the references of the data sheet were used. identification of the New York Botanical Garden (2022), the international standardized regulation ASTM F726-12 for short-term adsorption tests (ASTM, 2012) was also applied, for the monitoring of water quality the National Protocol for the Monitoring of the Quality of Surface Water Resources (ANA, 2016). As results, it was obtained that the maximum hydrocarbon adsorption capacity of *Panicum mertensii* Roth is 3.16 g of HTP /g of the leaf and of *Sorghum halepense* Pers it was 2.35 16 g of HTP /g of the leaf. The retention time of the adsorbed hydrocarbon for *Panicum mertensii* Roth is 90 seconds and for *Sorghum halepense* Pers it is 111 seconds. The absorption efficiency of the *Panicum mertensii* Roth of the leaf is 49.75% and of the stem is 41.25% and the efficiency of the *Sorghum halepense* Pers of the leaf is 31% and of the stem 24.75%. The physical, chemical and microbiological quality of the water of the Ucayali river and before and after the experimentation DOES NOT COMPLY with the limits of ECA-C4-E2: Surface waters destined for Conservation of the aquatic environment of jungle rivers. It was concluded that the efficiency as a bio adsorbent cord for the reduction of petroleum hydrocarbons in water of *Panicum mertensii* Roth is 44.41% and for *Sorghum halepense* Pers it is 26.08%.

Keywords: bioremediation, hydrocarbons, contamination, bio adsorbent.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso principal, formada por compuesto químicos fundamentales y vitales para la existencia y desarrollo de todos los seres vivos en general y para la preservación del medio ambiente. El derrame de hidrocarburo en un cuerpo de agua es un desastre ecológico de gran magnitud. Actualmente esta problemática es carácter mundial, la cantidad anual de derrames hidrocarburos se eleva a 8,8 millones de toneladas métricas, afectando los procesos biológicos y físicos a los recursos naturales como suelos y agua y atmosfera. Perú no es ajeno a esta problemática, en los últimos años el Perú ha sido el objeto de numerosas investigaciones que abordan la contaminación de agua ocasionado por derrame de hidrocarburos por parte de empresas petroleras, causando daños y grandes impactos ambiental al ecosistema, cuerpos de agua, comprometiendo a todo el medio que nos rodea (Plitt, 2010).

El informe “La sombra de petróleo” señala que 474 vertimientos ocurrieron en el Oleoducto peruano entre los años 2000 y 2019, el 65% fueron ocasionados por fallas de la infraestructura petrolera (Sierra Praeli , 2020).

Al generarse un derrame de hidrocarburo crudo empiezan a generarse una serie de procesos, el contaminante se transporta y se transforma causando daño directo al medio biótico y abiótico. Alterando los procesos naturales en los cuerpos de agua, ocasionando destrucción y perdida de organismos de diferentes especies, alteración de la cadena alimenticia, entre otros. Este contaminante al ser disueltos en los cuerpos de agua modifica la calidad del agua, volviendo nocivo a diferentes actividades como consumo humano, pesca, transporte fluvial y recreación, por lo que la alteran la calidad del recurso hídrico de manera negativa, perjudicando el bienestar de los organismos vivos y alterando el medio abiótico (Escobar, 2002).

La finalidad de esta investigación es evaluar la eficiencia y adsorción de las hojas de *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers y conocer el grado de adsorción al ser sumergido en un cuerpo. El propósito es indagar y buscar nuevas alternativas mediante el uso de maleza, ya que estos abundan en nuestra selva peruana, contribuyendo solución frente a la contaminación de agua generados por

derrame de hidrocarburo. Concluida esta investigación se podrá establecer como alternativa viable para el medio ambiente.

Las malezas son consideradas como plantas perjudiciales e indeseables, pues invaden los cultivos y producción de los agricultores, estas malezas son resistentes a cualquier tipo de temperaturas, a los factores climáticos tales como las lluvias y sequias, vientos fuertes, granizo, etc.

Recaudando toda esta información, se tuvo presente a la planta *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers pues es una de las malezas que más abundan en el Perú y se enuncio la siguiente problemática ¿Qué capacidad de adsorción tiene la *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers al ser sumergido en un recipiente con hidrocarburo de petróleo?

La presente investigación tiene alternativas positivas ante el deterioro del ambiente y solucionar una de la problemática generados por el derrame de hidrocarburo en cuerpos de agua. En los últimos años esta problemática se ha ido incrementando en la explotación y producción de industria petrolera, provocando la muerte de animales y flora acuática.

La presente investigación es experimental, plantea utilizar a las hojas de maleza como medio adsorbente de hidrocarburo derramados en cuerpos de agua, con la finalidad de estar a disposición de cualquier individuo por ser de menor costo y de material orgánico.

Considerando que existen pocas referencias sobre el uso de bio adsorbentes; se ha planteado el siguiente problema general, ¿Cuál es la eficiencia del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers como cordón bio adsorbente en la reducción de hidrocarburos en aguas del río Ucayali – 2023? así mismo se plantean los siguientes problemas específicos: ¿Cuál es la calidad físico química y microbiológica del agua del río Ucayali?, ¿Cuál es la capacidad máxima de adsorción de hidrocarburos del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers?, ¿Cuál es el tiempo de retención del hidrocarburo adsorbido del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers?, ¿Cuál es la eficiencia de adsorción de hoja y tallo del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers?.

Se determinó como Justificación social enfocada a todos los sectores, en este sentido el medio acuático es uno de los principales geo centros de progreso de la humanidad, siendo que gran parte de la población mundial se asienta cerca a fuentes de agua para su subsistencia, la generación de materiales alternativos y de menor impacto colateral ambientalmente y ser parte de la solución de la problemática ambiental con relación a los derrames de hidrocarburos en el agua, que gran parte de estos tienden a afectar en magnitud el equilibrio eco sistémico y estos desencadenan en una problemática social con los pueblos indígenas y la población costera.

La presente investigación está justificada desde el punto de vista ambiental por que se utilizó la metodología para resolver una problemática ambiental de una manera ecológica y fácil aplicación.

Desde el punto de vista de factibilidad, el estudio está justificado porque se aplicó una gama de materiales bio adsorbente a partir maleza de alta disponibilidad y poco uso que comúnmente son consideradas especies invasoras, permitiendo resolver una problemática ambiental de los derrames de petróleo.

Así mismo se planteó el siguiente problema general: Determinar la eficiencia del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers como cordón bio adsorbente en la reducción de hidrocarburos en aguas del río Ucayali – 2023. Como objetivos específicos se plantearon: Determinar la calidad físico química y microbiológica del agua del río Ucayali, determinar la capacidad máxima de adsorción de hidrocarburos del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers, determinar el tiempo de retención del hidrocarburo adsorbido del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers, determinar la eficiencia de absorción de hoja y tallo del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers.

Por tal se planteó la Hipótesis general, la eficiencia del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers como cordón bio adsorbente en la reducción de hidrocarburos en aguas del río Ucayali – 2023, es superior a métodos convencionales con cordón de microfibras 3M, en la hipótesis específicas se planteó lo siguiente: La calidad físico química y microbiológica del agua del río Ucayali, cumple con la categoría 4 de conservación del ECA-Agua, la capacidad máxima de

adsorción de hidrocarburos del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers, es superior a al método convencional con cordón de microfibra 3M, el tiempo de retención del hidrocarburo adsorbido del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers, es superior a al método convencional con cordón de microfibra 3M, la eficiencia de adsorción de hoja es menor a la del tallo del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers.

II. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se presenta resúmenes con alcances nacionales e internacionales y fundamentos teóricos enmarcados en el tema de estudio, Investigaciones de interés sobre bio adsorbentes y su evaluación de acuerdo a la eficiencia y capacidad.

De este modo Armada y otros (2008), estudio el procedimiento de obtención de un material adsorbente a partir de un subproducto bio degradable que constituye un subproducto de la industria azucarera: el Bagazo utilizado para tratar derrames de hidrocarburos en agua y suelo. Los mejores resultados obtenidos en la adsorción de agua y aceite se obtienen con una flotabilidad superior al 90 % para una sección de malla de 0,5 mm.

En cuanto a Cárdenas (2017), propone la reutilización de las cascarillas de diferentes productos agrícolas del Ecuador como adsorbentes de hidrocarburos, siendo estos: cáscara de cacao, cáscara de banano y cascarilla de arroz, además de ceniza de cascarilla de arroz y arcilla bentonita. De los resultados que obtuvieron, los materiales con mejor funcionalidad, son la cascarilla de arroz y la ceniza de cascarilla de arroz, cumplieron las condiciones y estándares establecidos en la norma ASTM F726-12, con una eficiencia como adsorbente de 3,893 [g aceite/g adsorbente], 1,420 [g diésel/g adsorbente], 0,707 [g agua/g adsorbente] para la cascarilla y 1,833 [g aceite/g adsorbente], 1,427 [g diésel/g adsorbente], 1,007 [g agua/g adsorbente] para la ceniza de cascarilla. Teniendo resultados favorables en primer lugar a la cascarilla de arroz.

Así mismo Elera (2021), el presente trabajo de investigación está orientado a utilizar como tecnología limpia basado en la utilización de la fibra de bagazo de caña de azúcar de la empresa Agroindustrial Laredo. Los resultados mostraron que la utilización del bagazo sin activación presenta un porcentaje de remoción máxima de 80% en 45 minutos con 10 gr de petróleo en agua. En cambio, el bagazo activado presenta una eficiencia del 91% de remoción en 45 minutos con 10 gr de petróleo en agua.

Los autores Espinoza y Zúñiga (2021), mencionan que su investigación tuvo como objetivo analizar la influencia de los adsorbentes no convencionales en el tratamiento de aguas contaminadas con hidrocarburos, así como identificar el adsorbente no-convencional más estudiado para el tratamiento de aguas contaminadas con hidrocarburos, determinar el mejor modelo de adsorción para el tratamiento de aguas contaminadas con hidrocarburos y analizar la capacidad de adsorción de los tratamientos no-convencionales. Por último, la capacidad de adsorción de los tratamientos no-convencionales señala que el porcentaje de adsorción de hidrocarburos empleando tratamientos no convencionales se encuentra en un promedio de 80 al 100%.

En su estudio Dávila y Estrada (2020), indican que tuvieron como objetivo general de la investigación fue determinar la eficiencia del musgo *Sphagnum magellanicum* para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo. Los resultados obtenidos en los 30 días demostraron que el tratamiento 3 fue el más eficiente donde se adsorbió el 74,41% de hidrocarburos a comparación del tratamiento 2 que fue de 67,06% y el tratamiento 1 de 58,01%. En el tratamiento 3 se empleó 400 gamos de dosis del musgo *Sphagnum magellanicum*.

Así también Huaracha (2018), en su investigación se evaluó a las hojas de la *Brachiara decumbens* como bio adsorbente de petróleo crudo 24 °API para disponer así de un material alternativo con que afrontar el riesgo ambiental latente en el Oleoducto Norperuano. Los resultados evidenciaron que estos dos factores influyen en la capacidad de adsorción de petróleo crudo 24 °API obteniéndose el mejor rendimiento con 7,8 g petróleo/g bio adsorbente para un tiempo de ensayo de 15 minutos y una longitud del bio adsorbente de 0,25 cm; este resultado fue inferior a los obtenidos por el adsorbente comercial sintético y el adsorbente comercial orgánico quienes mostraron capacidades de adsorción máximas de 11,9 y 10,4 g petróleo/g adsorbente respectivamente.

Una alternativa de adsorbentes es también la propuesta por Kelle y Eboauto (2018), en su estudio para determinar la viabilidad de la pluma de pollo como adsorbentes de limpieza de derrames petróleo crudo e hidrocarburos empleo

tiempo de ensayo de 10 – 100 minutos y plumas molidas para este fin, determinando los siguientes resultados para este biomaterial: $13,10 \pm 0,67$ g/g de petróleo crudo con 60 minutos de ensayo; $11,15 \pm 0,84$ g/g de diésel con 50 minutos y $9,70 \text{ g/g} \pm 0,91$ de querosene con 60 minutos, resultados superiores frente al adsorbente estándar con $11,50 \pm 0,54$ g/g de petróleo crudo en 40 minutos, $10,35 \pm 0,77$ g/g de diésel en 60 minutos y $8,20 \pm 0,93$ g/g de querosene en 40 minutos.

La teoría relacionada al tema se indica a continuación:

Como indica SPH (2022), el petróleo crudo es una composición compleja de hidrocarburos con un pequeño porcentaje de nitrógeno, azufre, oxígeno y algunos metales. El petróleo está contenido en los sustratos profundos de la tierra. Su composición varía según su origen, según el cual se dividen en tres tipos principales: parafina (ligera, ligera, de la que se pueden extraer grandes cantidades de gasolina y lubricantes), betún (negra, densa), que extrae poca gasolina y deja un residuo) y bases mixtas (con propiedades intermedias).

Por lo tanto, es importante mencionar lo que Húmpola (2013), se utiliza para describir el fenómeno de adsorción debido a la fuerza que actúa sobre la superficie del adsorbente. Estas fuerzas son de la misma naturaleza que las que ocurren dentro de los líquidos o sólidos y son causadas por un desequilibrio de fuerzas en la superficie del adsorbente, resultando en una atracción agregada que es perpendicular a su superficie.

Por ende, la importancia como indica Bottani y otros (2006), que la adsorción física tiene lugar en presencia de fuerzas de van der Waals, el adsorbente queda mal retenido en la superficie y solo es necesario aumentar la temperatura para eliminar las partículas adsorbidas, así esta fuerza de atracción que reacción con los compuestos adsorbidos puede verse afectada por la temperatura y la gravedad según sea la fuerza aplicada, como la fuerza centrífuga.

Por lo tal Asadpour y otros (2013), afirman que los materiales orgánicos, inorgánicos y sintéticos naturales han surgido como adsorbentes confiables para limpiar el derrame de petróleo sobre el agua. Los adsorbentes se pueden

clasificados en tres categorías generales: naturales orgánicos, naturales inorgánicos y sintéticos.

Sin dejar de lado lo mencionado por Martínez (2013), generalmente adsorbentes inorgánicos baratos, peligrosos y difíciles de esparcir, estos incluyen arena, perlita, vermiculita, lana de vidrio y ceniza volcánica. Estos materiales tienen partículas muy pequeñas, por lo que tienen una gran superficie de adsorción y la mezcla adsorbente/hidrocarburo también se elimina con considerable dificultad.

Como afirma el Gobierno de Canarias (2005), Los adsorbentes orgánicos son materiales que se utilizan para inmovilizar el petróleo crudo en áreas ambientalmente sensibles para proteger la vegetación y la vida silvestre, y algunos productos se tratan para lograr propiedades específicas de lipofiliidad.

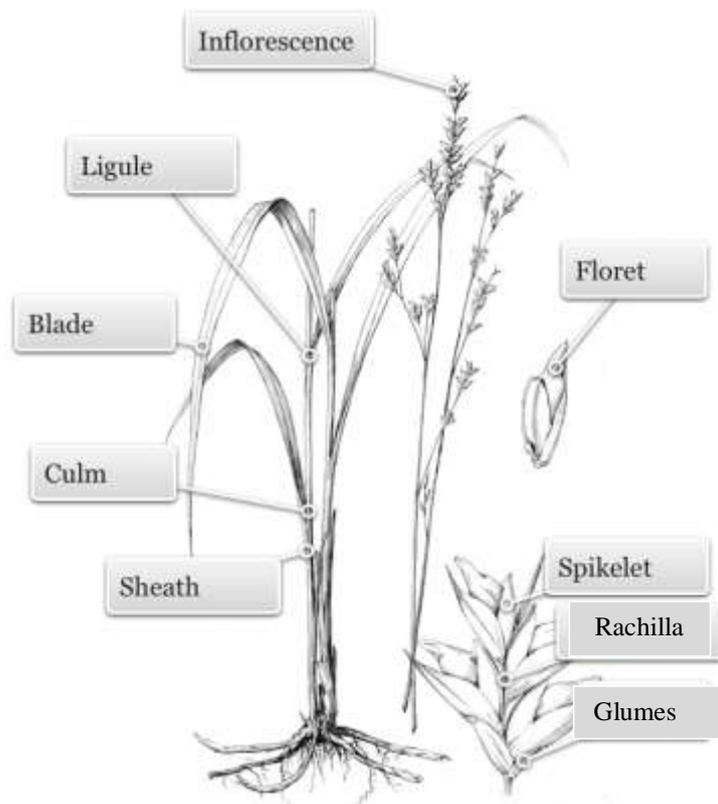


Figura 1. Partes de la especie de la familia de plantas *Poaceae*

Fuente: Narem y Hockenberry (2022).

En la figura 1, se aprecia las partes de la familia de las Poaceae, técnicamente, la palabra pasto se refiere a especies de la familia de plantas Poaceae (también conocidas como Graminae). En este libro, también hemos incluido plantas herbáceas, juncias de la familia Cyperaceae y juncos de la familia Juncaceae. Las partes de una Poaceae son la Inflorescencia que es toda la estructura reproductiva de una hierba, juncia o fiebre se llama inflorescencia, Ligule es donde se encuentran la hoja y la vaina, puede ser peluda, lisa o tener alguna otra característica identificativa de la especie, la hoja está por encima de la vaina, también tiene el Culm que se refiere al tallo de una hierba o juncia, de allí parte la Funda que es la parte inferior de la hoja, rodea el Culmo como un tubo y se abre en la parte superior para convertirse en la cuchilla, el Floret se le da al nombre de una flor de pasto, también está la espiguilla es una unidad compuesta por uno o más floretes, raquila y glumas, la Rachilla es la estructura sobre la que se sustentan los floretes y la Glumas es la brácteas que subtienden el florete (Narem & Hockenberry, 2022).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Fue de tipo aplicada, ya que abordo la utilización de materiales que fueron aplicados como bio adsorbentes ante derrame de hidrocarburos en aguas superficiales. Se consideraron formatos de toma de datos que se anexaron. Ya que la investigación aplicada consiste en uso de tecnologías, protocolos y metodologías validadas o ya estudiadas de manera que puedan ser replicada en campo o laboratorio a diferentes escalas.

3.1.2. Diseño de la investigación

Presenta un modelo experimental, al comparar la eficiencia de los bio adsorbentes con respecto a la adsorción de hidrocarburo en agua. Teniendo como factores de manipulación al material bio adsorbente y la parte de este como el tallo o hoja y mixto, comparado con un material comercial.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable dependiente:

Eficiencia en la reducción de hidrocarburos: Se empleó diferentes indicadores de medición para el estudio siendo estos:

- La saturación total de hidrocarburos
- El tiempo de retención
- La adsorción aplicada
- Calidad del agua

3.2.2. Variable independiente:

Cordón bio adsorbente a base de *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers: se elaboró a partir de las hojas y tallos.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población que se va a requerir para esta investigación estuvo constituida del uso de la planta *Panicum mertensii Roth* y *Sorghum halepense Pers* ubicados en los campos de la Universidad Nacional de Ucayali, perteneciente al distrito de Callería.

3.3.2. Muestra

La muestra no probabilística, por un muestreo por conveniencia, esta estuvo constituida por 15 kg de *Panicum mertensii Roth* y *Sorghum halepense Pers*. Recolectada entre los meses de noviembre y diciembre.

Tabla 1. Aplicación del muestreo experimental

Adsorbente	Parte de la planta	R1	R2	R3	R4	Σn
Panicum (P)	Tallo	R1PT	R2PT	R3PT	R4PT	
	Hojas	R1PH	R2PH	R3PH	R4PH	
	Mixto	R1PM	R2PM	R3PM	R4PM	
Sorghum (S)	Tallo	R1ST	R2ST	R3ST	R4ST	
	Hojas	R1SH	R2SH	R3SH	R4SH	
	Mixto	R1SM	R2SM	R3SM	R4SM	
Cordón adsorbente M3	Único	R1CAM3	R2CAM3	R3CAM3	R4CAM3	

En la tabla 1, se aprecia la aplicación del muestreo experimental donde se llevó a cabo mediante un diseño de bloques, para los tratamientos de 3 x 3 que considera al adsorbente y la parte de la planta esta con sus repeticiones mínimas de 4. Por lo tal se tiene 7 tratamientos.

3.3.3. Ubicación y recolección de muestra

La recolección de *Panicum mertensii Roth* y *Sorghum halepense Pers* se realizó en los diferentes ambientes de la Universidad Nacional de Ucayali, donde cuenta con amplias extensiones de terreno donde aumento la

posibilidad de una fiable identificación de la especie requerida, perteneciente al distrito de Callería, ubicado en el margen derecho de 2 km.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se utilizó fue la observación e instrumentos para recolectar información que son fichas de recolección de datos. La ficha de recolección de las muestras de Panicum y Sorghum, con 4 dimensiones que son características de la planta, fecha de muestreo, ubicación y peso de la materia recolectada. La ficha de cadena de custodia de muestreo de agua, que cuenta con 3 dimensiones, los datos del usuario, datos de la muestra y conservación de muestra. Ficha de análisis experimental de saturación de bio adsorbente que cuenta con 3 dimensiones, datos del bio adsorbente, capacidad de adsorción y tiempo de adsorción.

Tabla 2 .Datos del especialista del juicio de expertos

Nombres	Registro CIP	Porcentaje de Validación
Jave Nakayo, Jorge Leonardo	43444	85%
Vidaurre Díaz Liz Mishelly	218666	85%
Reátegui Ramos Paul Kevin	262508	85%

En la tabla 2, se aprecia los datos de los especialistas del juicio de expertos, donde la confiabilidad y valides de los instrumentos se observó en las fichas de recolección de datos se ubican en el anexo 3. La validez del instrumento fue llevada a evaluarse por 3 expertos del área de investigación.

3.5. Procedimientos

El proyecto de tesis consto de 2 etapas, de campo y laboratorio:



Figura 2 Procedimiento de ejecución de tesis

En la figura 2, se aprecia el procedimiento de ejecución de la tesis, donde el proceso inicia en campo con la recolección del material bio adsorbente, posteriormente procedemos a realizar una evaluación inicial de la calidad del agua del río Ucayali donde se realizará la simulación, éstos se lleva a cabo antes y después. Seguido se procedió a la etapa de laboratorio donde esta se dividió en dos laboratorios, el primero comprende a enviarse la muestra de calidad del agua y a la par se trabajó en el laboratorio de Ecología y Medio Ambiente de la Universidad Nacional de Ucayali, donde se procesó el material bio adsorbente para la preparación de los cordones, se determinó el grado API del petróleo usado, seguido por la determinación de la adsorción máxima de petróleo y el tiempo de escurrido por gravedad del cordón bio adsorbente, seguido se realizó la prueba de eficiencia mediante

la preparación del experimento a escala aplicativa del uso de los bio adsorbentes de *Panicum* y *Sorghum*.

3.5.1. Etapa de Campo:

3.5.1.1. *Recolección de bio adsorbente Panicum mertensii Roth y Sorghum halepense Pers.*



Figura 3. Identificación *Panicum mertensii Roth* y *Sorghum halepense Pers* en la Universidad Nacional de Ucayali.

En la figura 3, se aprecia el procedimiento para la identificación de las especies *Panicum mertensii Roth* y *Sorghum halepense Pers*, para eso nos dirigimos los ambientes de la Universidad Nacional de Ucayali, para la recolección nos ayudamos con la ficha de identificación del New York Botanical Garden (2022), donde visualmente presenta las características físicas de las dos especies, esta ficha se encuentra en el anexo 5.



Figura 4. Recolecta de *Panicum mertensii Roth* y *Sorghum halepense Pers*

En la figura 4, se aprecia la recolección del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers de 10 a 15 kg entre hojas y tallo en unas bolsas para cada especie, que posteriormente se dirigieron al laboratorio para su post proceso.

3.5.1.2. *Recolección de muestras de agua del río Ucayali.*



Figura 5. Preparación del material para la colección de agua del río Ucayali

En la figura 5, se aprecia al equipo que trabajó en base a los lineamientos del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016). Se preparó el material para la colección, que fueron recipientes de material plástico y vidrio, los cuales fueron trasladados para el análisis en un tiempo menor a 24 horas.



Figura 6. Medición de parámetros de campo con el multiparámetro.

En la figura 6, se aprecia cómo se procedió a la medición de los para los datos de monitoreo de campo o in situ que fueron los parámetros de pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Temperatura y STD, con el uso de un multiparámetro de campo, acorde a los lineamientos del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016).



Figura 7. Colección de muestras de agua superficial del río Ucayali

En la figura 7, se aprecia la recolección del agua para su posterior análisis, este con un volumen de 2.5 litros en diferentes frascos y botellas de vidrio luego trasladado al laboratorio en cadena de frío a 4 a 8 °C hasta el laboratorio de análisis.

3.5.2. Etapa de laboratorio

3.5.2.1. *Análisis microbiológico y fisicoquímico del agua.*



Figura 8. Recipientes recolectados para calidad de agua para ser enviado al laboratorio.

En la figura 8, se aprecia la muestra recolectada y el medio de conservación en cadena de frío, para que sea enviada a un laboratorio de análisis, los análisis se basan en la guía de Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

3.5.2.2. Preparación de cordones bio adsorbentes



Figura 9. Selección y división de las hojas y tallos y espigas de la *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers.

En la figura 9, se aprecia cómo se seleccionó y dividió las hojas y tallos de la *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers, en grupos separados para así poder generar con mayor facilidad los diferentes tratamientos experimentales de los bio adsorbente.



Figura 10. Secar en un ambiente ventilado por 48 horas.

En la figura 10, se aprecia como en el secado en un ambiente ventilado por 48 horas, para que se pierda la mayor cantidad de humedad posible naturalmente, para lograr mejores resultados, ya que la reducción de la humedad es una factora importante para mejorar la adsorción.



Figura 11. Recortado de las hojas y tallos

En la figura 11, se aprecia cómo se procedió a recortar las hojas y tallos (si lo requiere) para luego pasar armar los cordones y así obtener un material más uniforme.



Figura 12. Moldes de los cordones de la *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers.

En la figura 12, se aprecia cómo se realizaron los moldes de los cordones, a partir de malla de 1mm de porosidad, se cortó el material que contenga un diámetro de 5 cm y una longitud de 15 cm.

3.5.2.3. *Determinación del gado API del petróleo*



Figura 13. Determinación del gado API del petróleo.

En la figura 13, se aprecia cómo se realizó la determinación de la densidad del petróleo (Obtenido de la planta de CEPISA- Ucayali) el cual es transportado por el río Ucayali para su refinado en la refinería de Iquitos. La gravedad específica es un factor de alta importancia para el grado de calidad del petróleo, se usa para determinar y tener en cuenta su composición además de su valor comercial. Se determinó el peso de un volumen específico en este caso 10 ml a una temperatura específica, dando la densidad que se compara con los gados API por densidad.

$$\text{Densidad (g/cm}^3\text{)} = \text{P1 g/ V1 cm}^3. \quad (1)$$

P1 = Peso del hidrocarburo g

V1 = Volumen cm³ = ml.

En fórmula 1, se aprecia la fórmula que se aplicó fórmula para determinar la densidad específica del petróleo que se utilizara para los experimentos, esta se comparó con la tabla 3 de densidad.

Tabla 3. Densidad aparente para el gado API.

TIPO DE CRUDO	DENSIDAD (g/cm ³)	GAVEDAD API
Extrapesado	>1.0	10
Pesado	1.0 – 0.92	10.0 – 22.3
Mediano	0.92 – 0.87	22.3 – 31.1
Ligero	0.87 – 0.83	31.1 – 39
Superligero	<0.83	>39

En la tabla 3, se aprecia la clasificación del tipo de crudo según su densidad aparente y la gravedad API.

3.5.2.4. *Determinación de la saturación máxima de hidrocarburo del bio adsorbente*



Figura 14. Recipientes para la prueba de saturación total.

En la figura 14, se aprecia cómo se realizó las pruebas de saturación llenado un recipiente de 2 litros de petróleo, donde se realizará el proceso de saturación o capacidad máxima de adsorción del material.



Figura 15. Pesado de recipiente y bio adsorbente

En la figura 15, se aprecia cómo se pesó el bio adsorbente y recipiente de pesaje, totalmente limpio en cada prueba, el cual es un factor importante de cálculo.



Figura 16. Sumergido de bio adsorbente en el petróleo

En la figura 16, se aprecia cómo se procedió a sumergir el bio adsorbente en el petróleo por 30 segundos, para saturar el adsorbente de petróleo.



Figura 17. Escurrido por gravedad del petróleo del bio adsorbente.

En la figura 17, se aprecia como luego de ser sumergido el adsorbente se retiró y se dejó escurrir el petróleo hasta que el fluido deje el punto hilo y hasta goteo lento o nulo.



Figura 18. Pesado de adsorbente con el petróleo adsorbido.

En la figura 18, se aprecia cómo se pesó el recipiente más el bio adsorbente saturado con petróleo, cuando el bio adsorbente deje de hacer goteo.

Se realizó el cálculo de saturación total con la siguiente formula (2). La metodología se llevó a cabo mediante la aplicación de la normativa estandarizada internacional ASTM F726-12 para pruebas de adsorción de corta duración (ASTM, 2012).

$$\text{Saturación total g HTP / g Ba} = (Pt - (Ba + Rc) / (Ba) \quad (2)$$

HTP= Petróleo

Ba= Bio adsorbente

Pt= Peso total del adsorbente con petróleo

Rc= Recipiente

3.5.2.5. Preparación de experimento para determinación de la adsorción.



Figura 19. Estanque de simulación en laboratorio

En la figura 19, se aprecia cómo se procedió a llenar los estanques de simulación, que tienen una medida de 30 x 30 x 100 cm, esta se llena hasta los 10 cm de altura



Figura 20. Agregado de petróleo para la simulación.

En la figura 20, se aprecia cómo se procedió a agregar una proporción inicial del petróleo, que inicia en 100 ml en el estanque de simulación.



Figura 21 Utilización del bio adsorbente en la simulación de derrames.

En la figura 21, se aprecia cómo se aplicó el proceso de simulación en las cajas de vidrio.



Figura 22. Pesado de material.

En la figura 22, se aprecia cómo se pesó antes de sumergir el cordón bio adsorbente, el recipiente y después de la aplicación del cordón bio adsorbente impregnado de agua y petróleo del experimento.



Figura 23. Secado de los cordones de simulación.

En la figura 23, se aprecia como luego de haber realizado la simulación, se colocó el cordón bio adsorbente con el material absorbido en el horno de secado por 24 horas a 100 °C.

Se aplicó la fórmula matemática del análisis de la determinación del HTP en el bio adsorbente (3), mediante la aplicación de la normativa estandarizada internacional ASTM F726-12 para pruebas de adsorción de corta duración (ASTM, 2012).

$$\text{Absorción total} = (Pt1 - (Ba1 + Rc1)) / (Ba1) \quad (2)$$

HTP= Petróleo

Ba1= Bio adsorbente

Pt1= Peso total del adsorbente con petróleo + agua

Rc= Recipiente

$$\text{Absorción de HTP} = (Pt2 - (Ba1 + Rc1)) / (Ba1) \quad (3)$$

HTP= Petróleo

Ba1= Bio adsorbente

Pt2= Peso total del adsorbente con petróleo secado por 24 horas

Rc= Recipiente

3.5.2.6. Prueba de campo a escala real del bio adsorbente



Figura 24. Inicio de la simulación a escala real de un derrame de petróleo.

En la figura 24, se aprecia cómo se identificó un área cercana al río Ucayali para la simulación a escala real.



Figura 25. Utilización de los bio adsorbentes escala real simulada.

En la figura 25, se aprecia cómo se procedió a simular el derrame de Hidrocarburo y se utiliza el bio adsorbente para reducir el petróleo en el agua,

arrastrándolo por la totalidad del área contaminada, de 4 a 6 veces para recuperar la mayor cantidad de petróleo vertido en cada simulación.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis de datos, se utilizó para su procesado y ordenado el software Microsoft Excel y para el análisis estadístico se utilizó el programa Minitab, donde se aplicará análisis inferencial, descriptivo y se aplicará un análisis de varianza entre los tratamientos aplicados.

3.7. Aspectos éticos

Como aspecto ético se tomó en cuenta la recolección mínima necesaria para el experimento, no fueron trasladados espécimen vegetal fuera de su zona de vida, como de región a región, ya que son especies invasivas de alta proliferación.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinación de la calidad físico química y microbiológica del agua del río Ucayali (Del estanque de simulación)

Tabla 4. Determinación de la calidad físico química y microbiológica del agua del río Ucayali (Del estanque de simulación)

Estación			Antes – AU01-0302	Después- AU01-0302	Categoría 4: Conservación del medio acuático
Categoría					
Código de Punto de Muestreo			02-04002	02-04003	E2
Tipo de Muestra			Agua superficial	Agua superficial	Ríos de la Selva
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0552004.56 N 9073011.95 143.49 m.s.n.m.	E 0552004.56 N 9073011.95 143.49 m.s.n.m.	
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS					
Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.)	mg/L	6	11	18	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	2	7	13	10
Aceites y grasas (A y G)	mg/L	2,3	5.1	5.6	5
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C10-C40) *	mg/L	0.0005	<0.0005	0.00026	0.5
Boro	mg/L	0,0022	<0.0022	<0.0022	**
pH*	Valor de pH	-	6.9	6.8	6,5 a 9,0
Temperatura*	°C	0,01	29.1	29.0	Δ 3
Oxígeno Disuelto*	mg/L	0,01	4.1	3.9	≥ 5
Conductividad eléctrica	μS/cm	0,01	710	670	1 000
Sólidos Totales Disueltos (TDS)	mg/L	4	475	455	**
METALES TOTALES					
Aluminio	mg/L	0,0084	0.0300	0.0280	**
Antimonio	mg/L	0,005	<0.005	<0.005	0,64
Arsénico	mg/L	0,004	<0.004	<0.004	0,15
Bario	mg/L	0,0008	0.4800	0.4300	1
Berilio	mg/L	0,0003	<0.0003	<0.0003	**
Cadmio	mg/L	0,0002	<0.0002	<0.0002	0,00025
Calcio	mg/L	0,005	20.240	20.567	**
Cromo	mg/L	0,004	<0.004	<0.004	0,011
Cobre	mg/L	0,0012	0.0480	0.0430	0,1
Hierro	mg/L	0,0064	0.0780	0.0710	**

Magnesio	mg/L	0,0141	4.2800	4.310	**
Manganeso	mg/L	0,0005	<0.0005	<0.0005	**
Mercurio	mg/L	0,0005	<0.0005	<0.0005	0,0001
Molibdeno	mg/L	0,0023	<0.0023	<0.0023	**
Niquel	mg/L	0,0027	<0.0027	<0.0027	0,052
Plata	mg/L	0,0027	<0.0027	<0.0027	**
Plomo	mg/L	0,001	<0.001	<0.001	0,0025
Sodio	mg/L	0,0127	36.480	35.123	**
Selenio	mg/L	0,004	<0.004	<0.004	0,005
Uranio	mg/L	0,004	<0.004	<0.004	**
Vanadio	mg/L	0,007	<0.007	<0.007	**
Zinc	mg/L	0,0012	0.0240	0.0231	0,12
<u>METALES (IPC-AES)</u>					
Bismuto	mg/L	0,009	<0.009	<0.009	**
Cerio	mg/L	0,0006	<0.0006	<0.0006	**
Cobalto	mg/L	0,003	<0.003	<0.003	**
Potasio	mg/L	0,005	3.565	4.324	**
Litio	mg/L	0,0004	<0.0004	<0.0004	**
Silicio	mg/L	0,007	19.587	18.453	**
Estaño	mg/L	0,004	<0.004	<0.004	**
Estroncio	mg/L	0,0005	<0.0005	<0.0005	**
Talio	mg/L	0,0005	<0.0005	<0.0005	0,0008
Titanio	mg/L	0,04	<0.04	<0.04	**
<u>PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS</u>					
Coliformes Totales	NMP/100mL		160000	180000	**
Coliformes Fecales**	NMP/100mL		24000	21000	2 000
<u>COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LOS ECA</u>					
Numero de parámetros que No cumple			3	4	
Número total de parámetros a Evaluar			17	16	
Cumplimiento según el ECA			No cumple	No cumple	

En la tabla 4, se aprecia los Resultados de análisis de la calidad del, la cual se compararon los parámetros físicos, químicos y microbiológicos con los Estándares Nacionales de la Calidad del Agua, como se puede apreciar que NO CUMPLE con los límites del ECA-C4-E2: Aguas superficiales destinadas a Conservación del medio acuático de ríos de la selva. Como se aprecia la comparativa de los resultados con los ECA no cumple con este antes y después de la simulación, se observa un leve aumento en los parámetros de HTP, pero no superas los límites.

4.2. Determinar la capacidad máxima de adsorción de hidrocarburos del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers

Tabla 5. Determinación de la capacidad de máxima de adsorción de HTP del *Sorghum halepense* Pers.

Material Bio adsorbente	Resultados g de HTP/ g adsorbente			% de eficiencia comparado con el M3
	Máximo	Mínimo	Promedio	
Hoja	2,35	2,03	2,21	-24,8%
Tallo	1,54	1,1	1,3	-55,8%
Tallo 50%- Hojas 50%	1,84	1,6	1,51	-48,6%
Microfibra 3m	3,50	2,58	2,94	0%

En la Tabla 5, se aprecia la Determinación de la capacidad máxima de adsorción de HTP del *Sorghum halepense* Pers, los tratamientos de bio adsorbente de Hoja de *Sorghum* presenta un promedio 2,21 g de HTP/ g adsorbente, con una eficiencia máxima de 2,35 g de HTP/ g adsorbente y mínima de 2,03 g de HTP/ g adsorbente; el tratamiento de bio adsorbente de tallo de *Sorghum* presenta un promedio 1,30 g de HTP/ g adsorbente, con una eficiencia máxima de 1,54 g de HTP/ g adsorbente y mínima de 1,1 g de HTP/ g adsorbente; el tratamiento de tallo 50%- Hojas 50% de *Sorghum* presenta un promedio 1,51 g de HTP/ g adsorbente, con una eficiencia máxima de 1,84 g de HTP/ g adsorbente y mínima de 1,16 g de HTP/ g adsorbente. Si comparamos con el adsorbente comercial el cordón de microfibra 3M, obtenemos que la hoja del *Sorghum* es 24,8% menos eficiente, la combinación del Tallo 50%- Hojas 50% del *Sorghum* es 48,6 menos eficiente y por último el menos eficiente el Tallo del *Sorghum* 55.8% menos eficiente.

Tabla 6. Análisis estadístico de la capacidad de máxima de adsorción de HTP del *Sorghum halepense* Pers.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Material Bio adsorbente	3	9.984	3.32797	50.30	0.000
Error	20	1.323	0.06617		
Total	23	11.307			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Material Bio adsorbente	N	Media Agrupación		
Microfibra 3m	6	2.943	A	
Hoja	6	2.2167		B
Tallo 50%- Hojas 50%	6	1.503		C
Tallo	6	1.3067		C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En la tabla 6, se aprecia el Análisis estadístico de la capacidad de máxima de adsorción de HTP del *Sorghum halepense Pers*, el análisis de Varianza con un valor de "p" de 0.000 es menor 0.05, nos indica que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos, haciendo las comparaciones en parejas de Tukey indica que las medias similares son del tratamiento de Tallo del *Sorghum* y Tallo 50%+ Hojas 50% del *Sorghum* agrupadas en "C", pero la media del tratamiento de hojas del *Sorghum* es diferente agrupado en "B" y diferente a la comparativa con la *Microfibra 3m agrupada en "A"*, por tal se rechaza la hipótesis que indica que la capacidad máxima de adsorción del *Sorghum halepense Pers* es superior al método convencional con el cordón de microfibra 3M, ya que la microfibra 3M obtuvo una mayor eficiencia.

Tabla 7. Determinación de la capacidad de máxima de adsorción de HTP del *Panicum Mertensii Roth*.

Material Bio adsorbente	Resultados g de HTP/ g Adsorbente			% de eficiencia comparado con el M3
	Máximo	Mínimo	Promedio	
Hoja	3,16	2,15	2,73	-7,1%
Tallo	3,15	1,64	2,39	-18,7%
Tallo 50%- Hojas 50%	2,96	2,13	2,52	-14,3%
Microfibra 3m	3,5	2,58	2,94	0

En la Tabla 7, se aprecia la Determinación de la capacidad de máxima de adsorción de HTP del *Panicum Mertensii Roth*, los tratamientos de bio adsorbente de Hoja de *Panicum* presenta un promedio 2,73 g de HTP/ g Adsorbente, con una eficiencia máxima de 3,16 g de HTP/ g Adsorbente y mínima de 2,15 g de HTP/ g

Adsorbente; el tratamiento de bio adsorbente de tallo de *Panicum* presenta un promedio 2,39 g de HTP/ g Adsorbente, con una eficiencia máxima de 3,15 g de HTP/ g Adsorbente y mínima de 1,64 g de HTP/ g Adsorbente; el tratamiento de Tallo 50%- Hojas 50% de *Panicum* presenta un promedio 2,52 g de HTP/ g Adsorbente, con una eficiencia máxima de 2,96 g de HTP/ g Adsorbente y mínima de 2,13 g de HTP/ g Adsorbente. Si comparamos con el adsorbente comercial el cordón de microfibra 3M, obtenemos que la hoja del Sorghum es 7,1% menos eficiente, la combinación del Tallo 50%- Hojas 50% del Sorghum es 14,3 menos eficiente y por último el menos eficiente el Tallo del Sorghum 18,7% menos eficiente.

Tabla 8. Análisis estadístico de la capacidad máxima de adsorción de HTP del *Panicum Mertensii Roth*.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Material Bio absorbente	3	1.083	0.3609	2.16	0.125
Error	20	3.348	0.1674		
Total	23	4.430			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%		
Material Bio absorbente	N	Media Agrupación
Microfibra 3m	6	2.943 A
Hoja	6	2.728 A
Tallo 50%- Hojas 50%	6	2.515 A
Tallo	6	2.385 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En la tabla 8, se aprecia el Análisis estadístico de la capacidad máxima de adsorción de HTP del *Panicum Mertensii Roth*, el análisis de Varianza con un valor de “p” de $0.125 \leq 0.05$, nos indica que no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos, haciendo las comparaciones en parejas de Tukey indica que las medias son similares del tratamiento de Tallo del *Panicum*, hoja del *Panicum*, Tallo 50%+ Hojas 50% del *Panicum* y la Microfibra 3M agrupada en “A”, por tal se rechaza la hipótesis que indica que la capacidad máxima de adsorción del *Panicum mertensii Roth* es superior al método convencional con el cordón de microfibra 3M, ya que la microfibra 3M obtuvo una mayor eficiencia.

4.3. Determinación del tiempo de retención del hidrocarburo absorbido del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers

Tabla 9. Determinación del tiempo de retención del hidrocarburo absorbido del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers.

Tratamiento	Panicum	Sorghum	3M
	Mertensii Roth	halepense Pers	
Hoja	76 seg.	144 seg.	
Tallo	99 seg.	95 seg.	
Tallo 50%- Hojas 50%	95 seg.	95 seg.	
Promedio	90 seg.	111 seg.	16 seg.

En la tabla 9, se aprecia la Determinación del tiempo de retención del hidrocarburo absorbido del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers, el tiempo de retención está definido cuando el petróleo deja de escurrir del bio adsorbente, el tiempo de tratamiento de hojas del Panicum es de 76 segundos en promedio, del tallo del Panicum es de 99 segundos y tallo 50% - hojas 50% del Panicum es de 95 segundos, siendo respectivamente 3,75, 5,18 y 5,93 veces menos eficiente que el adsorbente de microfibras 3M con un tiempo de 16 segundos y el tiempo de tratamiento de hojas del Sorghum es de 144 segundos en promedio, del tallo del Sorghum es de 95 segundos y tallo 50% - hojas 50% del Sorghum es de 95 segundos, siendo respectivamente 8,0, 4,93 y 4,93 veces menos eficiente que el adsorbente de microfibras 3M con un tiempo de 16 segundos.

4.4. Determinación de la eficiencia de absorción de hoja y tallo del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers en la simulación de un derrame de petróleo

Tabla 10. Determinación de la eficiencia de adsorción de hoja y tallo del *Panicum mertensii* Roth en la simulación de un derrame de petróleo.

Material Bio adsorbente	Resultados % de adsorción de HTP*			Promedio Panicum	% de eficiencia comparado con el 3M
	Máximo	Mínimo	Promedio		
	Hoja	66,25%	41,25%		

Tallo	66,00%	30,25%	41,25%	-15,4%
Tallo 50%- Hojas 50%	65,00%	30,00%	42,25%	-13,3%
Microfibra 3M	54,75%	42,00%	48,75%	0%

* Simulación en base a 100 ml de HTP

En la Tabla 10, se aprecia la Determinación de la eficiencia de adsorción de hoja y tallo del *Panicum mertensii Roth* en la simulación de un derrame de petróleo, los tratamientos de bio adsorbente de Hoja de *Panicum* presenta un promedio 49,75% de adsorción del HTP, con una eficiencia máxima de 66,25% de adsorción del HTP y mínima de 41,25% de adsorción del HTP; el tratamiento de bio adsorbente de tallo de *Panicum* presenta un promedio 41,25% de adsorción del HTP, con una eficiencia máxima de 66% de adsorción del HTP y mínima de 30,25% de adsorción del HTP; el tratamiento de Tallo 50%- Hojas 50% de *Panicum* presenta un promedio 42,25% de adsorción del HTP, con una eficiencia máxima de 65% de adsorción del HTP y mínima de 30% de adsorción del HTP. Si comparamos con el adsorbente comercial el cordón de microfibra 3M, obtenemos que la hoja del *Panicum* es 2,1% más eficiente, la combinación del Tallo 50%- Hojas 50% del *Panicum* es 13,3 menos eficiente y por último el menos eficiente el Tallo del *Panicum* 15,4% menos eficiente. Por lo tal se rechaza la hipótesis que la eficiencia de la hoja es menor a la del tallo de la del *Panicum mertensii Roth* en la simulación de un derrame de petróleo, ya que la hoja tuvo una mejor eficiencia.

Tabla 11. Determinación de la eficiencia de adsorción de hoja y tallo del *Sorghum halepense Pers* en la simulación de un derrame de petróleo.

Material Bio adsorbente	Resultados % de adsorción de HTP*			Promedio Sorghum	% de eficiencia comparado con el M3
	Máximo	Mínimo	Promedio		
Hoja	41,75%	17,00%	31,00%	26,08%	-36,4 %
Tallo	41,25%	9,00%	24,75%		-49,2%
Tallo 50%- Hojas 50%	28,75%	14,25%	22,50%		-53,8%

Microfibra				
3m	54,75%	42,00%	48,75%	0%

* Simulación en base a 100 ml de HTP

En la Tabla 11, se aprecia la Determinación de la eficiencia de adsorción de hoja y tallo del *Sorghum halepense Pers* en la simulación de un derrame de petróleo, los tratamientos de bio adsorbente de Hoja de *Sorghum* presenta un promedio 31% de adsorción del HTP, con una eficiencia máxima de 41,75% de adsorción del HTP y mínima de 17% de adsorción del HTP; el tratamiento de bio adsorbente de tallo de *Sorghum* presenta un promedio 24,75% de adsorción del HTP, con una eficiencia máxima de 41,25% de adsorción del HTP y mínima de 9% de adsorción del HTP; el tratamiento de Tallo 50%- Hojas 50% de *Sorghum* presenta un promedio 22,5% de adsorción del HTP, con una eficiencia máxima de 28,75% de adsorción del HTP y mínima de 14,25% de adsorción del HTP. Si comparamos con el adsorbente comercial el cordón de microfibra 3M, obtenemos que la hoja del *Sorghum* es 36,4% menos eficiente, la combinación del Tallo 50%-Hojas 50% del *Sorghum* es 53,8% menos eficiente y por último el Tallo del *Sorghum* 49,2 % menos eficiente. Por lo tal se rechaza la hipótesis que la eficiencia de la hoja es menor a la del tallo de la del *Sorghum halepense Pers* en la simulación de un derrame de petróleo, ya que la hoja tuvo una mejor eficiencia.

4.5. Eficiencia del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers como cordón bio adsorbente en la reducción de hidrocarburos en aguas

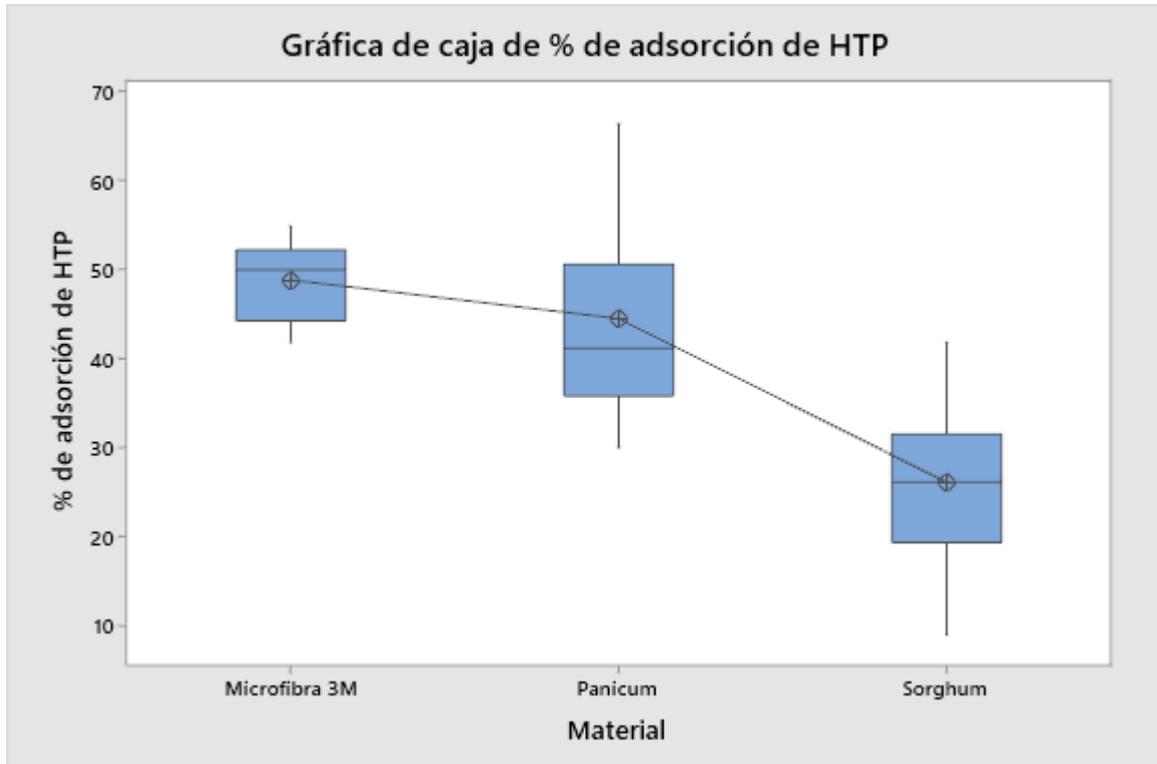


Figura 26. Eficiencia del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers como cordón bio adsorbente en comparativa con el cordón de microfibra 3M.

En la figura 26, se aprecia la Eficiencia del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers como cordón bio adsorbente en comparación con el cordón de microfibra 3M, el cordón bio adsorbente de Sorghum presenta una eficiencia promedio de 26.08%, una máxima de 41.75% y mínima de 9%, el cordón bio adsorbente de Panicum presenta una eficiencia promedio de 44.41%, una máxima de 66.25% y mínima de 30% y el cordón adsorbente de microfibra 3M presenta una eficiencia promedio de 48.75%, una máxima de 54.75% y mínima de 41.75%, como se puede observar el cordón adsorbente de microfibra presenta la mayor eficiencia, seguido por el Cordón bio adsorbente de Panicum y por último el Cordón bio adsorbente de Sorghum.

Tabla 12. Análisis estadístico de la eficiencia del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers como cordón bio adsorbente en comparación con el cordón de microfibra 3M.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Material	2	3962	1981.14	20.84	0.000
Error	39	3707	95.06		
Total	41	7670			

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%			
Material Bio adsorbente	N	Media Agrupación	
Microfibra 3M	6	48.75	A
Panicum	18	44.42	A
Sorghum	18	26.08	B
Microfibra 3M	6	48.75	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En la tabla 12, se aprecia el Análisis estadístico de la eficiencia del *Panicum mertensii* Roth y *Sorghum halepense* Pers como cordón bio adsorbente en comparación con el cordón de microfibra 3m, el análisis de Varianza con un valor de “p” de 0.00 menor a 0.05, nos indica que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos, haciendo las comparaciones en parejas de Tukey indica que las medias son similares del tratamiento de *Panicum* y la Microfibra 3M agrupados en “A” y el tratamiento de la Sorghum agrupada en “B”, por tal se rechaza la hipótesis que indica que la capacidad máxima de adsorción del *Panicum mertensii* Roth no es superior al método convencional con el cordón de microfibra 3M, ya que la microfibra 3M obtuvo una mayor eficiencia.

V. DISCUSIÓN

Como menciona Elera (2021), en el Perú los derrames de hidrocarburos y sus derivados son comunes, ocasionando impactos ambientales, en su investigación presentaron que el bagazo no activado presentó una remoción del 80% y del bagazo activado del 91%, resultados que son mayores al Panicum y al Sorghum como bio adsorbentes, del 44,41% y 26,08% respectivamente. Así mismo Armada y otros (2008), utilizando la ACTM F739 un similar a la ASTM F726-12, obtuvieron una eficiencia de remoción al 90% utilizando el bagazo de caña de azúcar, como podemos ver la porosidad y el aglomeramiento de tejidos no hidrofóbicos favorece la estabilidad de un componente adsorbido en un adsorbente, este ayuda a la estabilización de este. Rincones y otros (2015), también utilizaron bagazo de caña de azúcar mediante una columna empacada para adsorber hidrocarburos, donde obtuvieron resultados de 0,574 g de hidrocarburo / g de adsorbentes, siendo resultados por debajo de lo obtenido usando el Panicum y el Sorghum como adsorbentes de hidrocarburos. Castillo (2017), obtuvo una eficiencia de 8,7g de petróleo/ g adsorbente, siendo superior a la Panicum y el Sorghum, la diferencia está en el proceso de secado del bagazo por 24, mayor compactación del material y un tiempo más prolongado de 45 de contactos. La factibilidad técnica de la utilización de fibras como la del bagazo de caña para la limpieza de aguas aceitosas mediante columnas de adsorción de lecho fijo (Leiva y otros, 2012). Como menciona Esteban y Inga (2019), que una estructura heterogénea y las fibras que tienen una parquima heterogénea favorece la adsorción de hidrocarburos. El uso más común de la Panicum y la Brachiaria como menciona Hernández y Mager (2003), para la fitoremediación de suelos contaminados con hidrocarburo de petróleo. Otros métodos para adsorción de hidrocarburos según Lezama y otros (2012), utilizaron aserrín de palma, aserrín de pino y cabello humano, para adsorber del agua el aceite de palma, aceite de motor y aceite de girasol, obteniendo resultados respectivamente de su potencial de retención 5,33 g/ g Adsorbente, 4,02 g/ g Adsorbente y 3,39 g/ g Adsorbente, siendo que concluyen que el uso de materiales residuales son factibles para su uso en biorremediación de hidrocarburos o similares, e aquí donde el uso de una materia prima de alta disponibilidad como el Panicum y el Sorghum entran a ser alternativas viables en la misma forma. Comparando todo los materiales con el cordón adsorbente de

microfibra de la marca 3M, podemos observar que no existe una gran diferencia de eficiencia, pero si del costo y beneficios, teniendo una eficiencia de saturación promedio de 2,9 g de HTP/ g Adsorbente y según 3M Company (2020) tiene una eficiencia de 3,7 g de HTP/ g Adsorbente según ASTM F 726 "Método de prueba estándar para el rendimiento adsorción/absorción de adsorbentes".

Cardenas (2017), propuso el uso de cascarillas para adsorbentes de hidrocarburos, siendo la cascarilla de arroz la más eficiente con una capacidad de adsorción de 3.89 g de aceite/ g adsorbente. Utilizando la hoja del Panicum obtuvimos una eficiencia promedio de 2,73 g de HTP/ g Adsorbente cercano a la cascarilla de arroz y la hoja del Sorghum obtuvo una eficiencia promedio de 2,21 g de HTP/ g Adsorbente, siendo resultados cercanos a la cascarilla de arroz, pero desde un punto de vista de disponibilidad y costo, podemos asegurar que el uso de las especies de Panicum y al Sorghum tienen una menor tasa de tiempo de adsorción.

Si comparamos con el estudio de Huaracha (2018), obtuvieron resultados de rendimiento de adsorción altos de las hojas de la *Brachiara decumbens*, de 7,8 g petróleo/g adsorbente, comparados con los de la hoja de Panicum y Sorghum que son de 2,73 g de HTP/ g Adsorbente y 2,21 g de HTP/ g Adsorbente respectivamente. Esto debido al proceso previo al que se sometió a un secado prolongado y un molido fino, factores que influyeron en la capacidad de adsorción de las hojas de la *Brachiara decumbens*. Como menciona Gomez y Rivera (1987), el tallo de la Panicum presenta gran cantidad de nudos con bellos pubescentes regularmente cortos y densos desde la base hasta la parte más alta de la planta, a diferencia las hojas presentan vainas basales abiertas con glándulas granuladas y con frecuencia pubescentes en cada liguilla larga solo de 4 a 6 cm en la unión de la lámina que tiene una longitud de 30 a 75 cm de longitud, es decir no cubre en totalidad a la hoja, pero si en el tallo. Como menciona Sepúlveda y Flores (2013), en algunos casos, los tricomas cubren el tallo completo. Jena y otros (2012), menciona que los tricomas tienen una capacidad adsorbente para que las plantas obtengan nutrientes, existe la posibilidad que la estructura y función de estas permanezcan activas después de ser recolectadas. Como indica, la adsorción se describe como el fenómeno de transferir un adsorbato (iones, moléculas o

líquidos) a un material sólido poroso (adsorbente), separándolo del líquido de solución (McCabe y otros, 1998).

Como alternativa Kelle y Eboauto (2010), estudiaron la viabilidad de la pluma de pollo como adsorbente, obteniendo resultados de $13,10 \pm 0,67$ g de HTP/ g Adsorbente, comparado con la eficiencia del Panicum y Sorghum que son de 2,73 g de HTP/ g Adsorbente y 2,21 g de HTP/ g Adsorbente respectivamente, estos son casi de 4 a 5 veces más eficientes, pero cabe recalcar la dificultad de la obtención de las plumas de pollo y el trabajo que cuesta limpiarlas y secarlas, generando un sobre costo para su utilización.

Evaluando diferentes autores, podemos indicar que el uso de las hojas del Panicum y Sorghum, son de una rápida obtención, bajo costo, alta disponibilidad y bajo esfuerzo o tiempo para su aplicación, siendo un material de adsorción de uso factible para su uso en emergencias de derrames de petróleo en la región Ucayali. Por lo que la remoción de aceites, grasas o petróleo es considerada un tratamiento primario (García y otros, 2012). Como indica McCabe y otros (1998), la adsorción se describe como el fenómeno de transferir un adsorbato (iones, moléculas o líquidos) a un material sólido poroso (adsorbente), separándolo del líquido de solución). También Murithi y otros (2014), indican que la adsorción que se lleva a cabo mediante materiales de origen biológico se conoce como bio adsorción. El proceso de adsorción se lleva a cabo con diferentes materiales, comúnmente con micro porosos, como las arcillas pilareadas, aluminas y carbones activados. Esto principalmente se busca tener un material económico y disponible en la región con el objetivo de reducir el costo (Carmencita y otros, 2010).

VI. CONCLUSIONES

- La eficiencia como cordón bio adsorbente para la reducción de Hidrocarburos de petróleo en agua del *Panicum mertensii Roth* es del 44,41% y para la *Sorghum halepense Pers* es de 26,08%.
- La capacidad máxima de adsorción de hidrocarburos de la *Panicum mertensii Roth* es de 3,16 g de HTP /g de la hoja y del *Sorghum halepense Pers* fue de 2,35 g de HTP /g de la hoja.
- El tiempo de retención del hidrocarburo adsorbido del *Panicum mertensii Roth* es de 90 segundos y del *Sorghum halepense Pers* es de 111 segundos.
- La eficiencia de absorción de la *Panicum mertensii Roth* de la hoja es del 49,75% y del tallo es el 41,25% y la eficiencia del *Sorghum halepense Pers* de la hoja es del 31% y del tallo el 24,75%.
- La calidad físico química y microbiológica del agua del río Ucayali e antes y después de la experimentación NO CUMPLE con los límites del ECA-C4-E2: Aguas superficiales destinadas a Conservación del medio acuático de ríos de la selva.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar un proceso de secado previo para alcanza una mayor eficiencia de adsorción.
- Considerar la reutilización de adsorbente mediante el uso de sistemas de recuperación física del cordón bio adsorbente para prolongar la vida útil de estos.
- Evaluar el método utilizando sistemas de recuperación

VIII. REFERENCIAS

- 3M Company. (Noviembre de 2020). *multimedia.3m.com*. Obtenido de <https://multimedia.3m.com/mws/media/2121240O/3m-technical-data-sheet-oil-sorbents-spanish.pdf>
- ANA. (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. Lima: MINAGRI. Obtenido de <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/protocolo-nacional-para-el-monitoreo-de-la-calidad-de-los-recursos-hidricos-0>
- Angeles Mendiola, O. J. (2018). *Situación actual de la contaminación por actividades de hidrocarburos en la selva peruana*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3213>
- APHA-AWWA-WPCF. (1992). *Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales*. España: Editorial Díaz de Santos, S.A.
- Arevalo Douarte, G. (2016). *metodosgravimetricos2016*. Obtenido de <http://metodosgravimetricos2016.blogspot.com/2016/>
- Armada, A., Barquinero, E., & Capote, E. (2008). Empleo del bagazo como material absorbente en derrames de petróleo. *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar*, 1-3. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120667013>
- Cárdenas Murillo, L. (2017). *Estudio de la capacidad de adsorción de materiales orgánicos para la remoción de aceites y combustibles presentes en aguas*. Quito: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6346/1/130899.pdf>
- Carmencita Lavado, M., Maria del Rosario, S., & Salvador, B. (2010). Adsorción de plomo de efluentes industriales usando carbones activados con H₃PO₄. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 762, 165-178. Obtenido de

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2010000200007

- Castillo Velandia, A. (2017). *Adsorbentes naturales en la mitigación del impacto adverso causado por derrames de crudo en fuentes hídricas*. Bogotá: Universidad Libre. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/198450222.pdf>
- Davila Bernal, S. M., & Estrada Montero, J. C. (2020). *Musgo Sphagnum magellanicum para tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos totales de petróleo a nivel de laboratorio, 2020*. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/49603>
- Dionisio Cuadrado, Á. A. (2021). *Implementación de la biorremediación para reducir la contaminación de los suelos con hidrocarburos*. Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14076/22132>
- Elera Flores, J. E. (2021). *Adsorción de hidrocarburos líquidos de petróleo en agua mediante bagazo de caña de azúcar en su forma natural y modificado*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/17946>
- Escobar, J. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. Chile: CEPAL. Obtenido de <https://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/LCL1799S.PDF>
- Espinoza Perez, Y. P., & Llatas Inga, J. J. (2022). *Aportes de los adsorbentes como alternativas de solución frente a los derrames de petróleo crudo. Revisión sistemática 2022*. Lima: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96162>
- Espinoza Vasquez, J. A., & Zuñiga Morales, P. M. (2021). *Revisión sistemática del uso de adsorbentes no-convencionales para el tratamiento de aguas contaminadas con hidrocarburos*. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/82888>
- Esteban Mascoco, D., & Inga Berrospi, B. (2019). *Remoción de hidrocarburos por manga adsorbente de celulosa de bagazo de caña de azúcar (Saccharum*

officinarum) en las aguas del puerto del Callao, 2019". Lima - Perú: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46128/Esteban_MDM-Inga_BBDRK-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

García Rojas, N., Villanueva Díaz, P., Campos-Medina, E., & Velázquez-Rodríguez, A. (2012). Análisis de la adsorción como método de pulimiento en el tratamiento de aguas residuales. *Quivera*, 14(1), 109-129. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/401/40123894007.pdf>

Gomez , A., & Rivera, H. (1987). *Descripción de las malezas en plantaciones de café*. Chinchiná (Colombia),: Cenicafé. Obtenido de http://publish.plantnet-project.org/project/riceweeds_es/collection/collection/information/details/PANMA

Hanan Alipi, A., Mondragón Pichardo, J., Vibrans, H., & Tenorio Lezama, P. (06 de Agosto de 2009). (H. Vibrans, Editor) Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/panicum-maximum/fichas/ficha.htm>

Héctor S., O., Bottani, E., Pliego, O., & Villareal, E. (2006). *Química general*. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/4960/BC-TES-3771%20LARIOS%20GILES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández-Valencia, I., & Mager, D. (2003). Uso de *Panicum maximum* y *Brachiaria brizantha* para fitorremediar suelos contaminados con un crudo de Petróleo liviano. *Bioagro*, 153, 149-156. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612003000300001

Huaracha Vilchez, M. E. (2018). *Evaluación de la capacidad adsorbente de petróleo crudo (24 °API) de las hojas de la gramínea Brachiara decumbens como alternativa para afrontar el riesgo ambiental latente en el Oleoducto Norperuano*. Ucayali, Perú: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4102>

- Húmpola, P. (2013). "ESTUDIO DE LA ADSORCIÓN DE COMPUESTOS BIORREFRACTARIOS EN SOLUCIONES ACUOSAS". Santa Fe: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL. Obtenido de <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/604/Tesis.pdf>
- Jena, F., Chem, V., & Alexander, U. (2012). *Trichomes in plant-herbivore interactions: The first line of defense of the wild tobacco Nicotiana attenuata against attacking insects*. Jen: Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jen. Obtenido de https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3624/1/tesis_Gustavo%20Vel%C3%A1zquez%20Mart%C3%ADnez_12%20octubre%202021.pdf
- Kahn, F., León, B., & R. Young, K. (1993). *Las plantas vasculares en las aguas continentales del Perú*. Lima: IFEA Instituto Francés de Estudios Andinos. Obtenido de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-06/39107.pdf
- Leiva Mas, J., Martínez Nodal, P., Esperanza Pérez, G., Rodríguez Rico, I., & Gordiz García, C. (2012). Absorción de hidrocarburos en columnas rellenas. *ICIDCA*, 463, :36-44. Obtenido de <https://ve.scielo.org/pdf/saber/v27n3/art10.pdf>
- Leon Pabon, J., & Torres Lopez, M. (2013). *GUIA PRÁCTICALABORATORIO DE FLUIDOS GRAVEDAD API*. BUCARAMANGA: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/1-gravedad-api.html>
- Lezama-Cervantes, C., Tintos-Gómez, A., Patiño-Barragán, M., Hernández-Zárate, G., Chávez-Comparan, J., Pinzón-Guerrero, C., . . . Zamora Castro, J. (2012). Capacidad de retención de hidrocarburos empleando subproductos industriales. *Lezama-Cervantes et al. / Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 8(1), 21-29. Obtenido de <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v8-n1-4-capacidad-de-retencion-de-hidrocarburos-empleando-subproductos-industriales.pdf>

- López Aquino, C. A. (2020). *Revisión bibliográfica del uso de adsorbentes orgánicos residuales en el tratamiento de aguas contaminadas con hidrocarburos*. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/55151>
- Mccabe W., Smith, J., & Harriott, P. (1998). *Operaciones Unitarias en ingeniería química*. Madrid (España: Mc Graw Hill. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n2/v20n2a21.pdf>
- Murithi, G., Ramos, K., Campos, K., & Maldonado, H. (2014). Elucidación del efecto del pH en la adsorción de metales pesados mediante biopolímeros naturales: Cationes divalentes y superficies activas. *Rev. Iberoam. Polímeros (País Vasco)*, 7(2), 113-126. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n2/v20n2a21.pdf>
- Narem , D., & Hockenberry Meyer, M. (29 de Octubre de 2022). *espanol.libretexts.org*. Obtenido de https://espanol.libretexts.org/Biologia/Bot%C3%A1nica/Jardiner%C3%ADa_con_pastos_nativos_en_climas_fr%C3%ADos_y_una_gu%C3%ADa_de_las_mariposas_que_sostienen_%28Narem_y_Meyer%29/01%3A_Introducci%C3%B3n_a_las_Pastas/1.01%3A_Part_de_la_Planta
- New York Botanical Garden. (Noviembre de 2022). *NTBG*. Obtenido de <https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=1400317>
- Noriega Calme, F. (1962). *Historia de la Industris dle petroleo en el Peru desde sus comienzos hasta la fecha*. Lima: OSINERG. Obtenido de <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/GFH/Historia%20del%20Petrol%20Peru.pdf>
- Perdomo Roldán, F., Mondragón Pichardo, J., Vibrans , H., & Tenorio Lezama, P. (23 de Agosto de 2009). (H. Vibrans, Editor) Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/sorghum-halepense/fichas/ficha.htm>

- Plitt, L. (28 de Abril de 2010). Obtenido de https://www.bbc.com/mundo/internacional/2010/04/100428_derrame_petrol_eo_claves_lp
- Pulido Capurro, V., Cruz Martínez, J., Arana Bustamante, C., & Olivera Carhuaz, E. (2022). Daño ambiental en el litoral marino peruano causado por el derrame de petróleo (enero 2022) en la refinería La Pampilla. *Manglar, Revista de investigación científica*, 19(1), 67-75. Obtenido de <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/303>
- Ramírez, C. A. (2021). Análisis de los derrames de hidrocarburos procedente de buques y su gestión en el Perú. *Rev. Inst. investig. Fac. minas metal. cienc. geogr*, 143-151. Obtenido de <https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i48.21770>
- Reategui Ramos, P. K., & Valera Cueva, G. E. (2020). *Aplicación de un biopolímero extraído a partir del exoesqueleto del camarón de río (Cryphiops caementarius) para la floculación de aguas contaminadas por derrames de petróleo, Ucayali 2019*. Ucayali: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de <http://www.repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4549>
- Rincones Poyer, F., Marf isi Valladares, S., Danglad Flores, J., & Salazar Palencia, V. (2015). Adsorción de hidrocarburos de petróleo en agua mediante una columna empacada con bagazo de caña de azúcar. *Saber*, 27(3), 441-453. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622015000300010
- Sepúlveda Cuéllar, A., & Flores Rivas, J. (2013). *Evaluación de la función de los tricomas de *Astrophytum myriostigma* (Cactaceae)*. San Luis Potosí S.L.P., México: Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C. Obtenido de <https://repositorio.ipicyt.edu.mx/handle/11627/4038;jsessionid=F012904C70659EC5C751A4454AB2C886>
- Sierra Praeli , Y. (27 de agosto de 2020). *MONGABAY*. Obtenido de <https://es.mongabay.com/2020/08/informe-derrames-petroleo-amazonia-peruana/#:~:text=Informe%20La%20sombra%20del%20petr%C3%B3leo,fallas%20en%20la%20infraestructura%20petrolera.>

SPH. (Diciembre de 2022). *sphidrocarburos*. Obtenido de <https://sphidrocarburos.com/home/nuestra-industria/los-hidrocarburos/queson/>

Tovar Serpa, O. (2009). Notas sobre las especies de los pastizales entre Iquitos y Nauta,. 16(1), 131-140. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332009000100020

IX. ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de operacionalización de variables

ANEXO 2. Fichas de recolección de datos

ANEXO 3: Cadena de custodia de monitoreo de Calidad de Agua

ANEXO 4. Validación de instrumento

ANEXO 5: Ficha de identificación de especímenes.

ANEXO 6. Certificado de Análisis de agua

ANEXO 1. Matriz de operacionalización de variables

Titulo: Eficiencia del <i>Panicum mertensii</i> Roth y <i>Sorghum halepense</i> Pers como cordón bio adsorbente en la reducción de hidrocarburos en aguas del río Ucayali – 2023					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE DIMENSIÓN
Variable independiente: Cordón bio adsorbente a base de <i>Panicum mertensii</i> Roth y <i>Sorghum halepense</i> Pers.	La adsorción es un proceso de transferencia de masa, en el cual las sustancias presentes en un fluido son acumuladas sobre una fase sólida y por tanto removido se conoce como adsorbato y el sólido donde se retiene se denomina adsorbente (Zarate, 2018)	Las hojas de <i>Panicum mertensii</i> Roth y <i>Sorghum halepense</i> Roth, se medirán de acuerdo a sus características físicas, presentan gran porosidad que pretende ser utilizada como cordón bio adsorbente.	Propiedades físico químicas y microbiológicas del agua	Temperatura Conductividad pH STD HTP Aceites y grasas Turbiedad Metales Coliformes totales Coliformes fecales	°C ug/cm2 H+ mg/L mg/L mg/L NTU mg/L UFC/ 100 ml. UFC/ 100 ml.
Variable dependiente: Eficiencia en la reducción de hidrocarburos	La bio adsorción disminuye el impacto ambiental negativo de los derrames de petróleo. El objetivo de esta investigación fue determinar la eficiencia de bio adsorción de hidrocarburos de petróleo (Contreras, 2018)	La bio adsorción de los hidrocarburos será medida mediante la unidad de masa del adsorbente.	Material Adsorbentes	Hoja de Panicum mertensii Roth Tallo de Panicum mertensii Roth Hoja de Sorghum halepense Pers Tallo de Sorghum halepense Pers Microfibra 3M	gr. Adsorbente gr. Adsorbente gr. Adsorbente gr. Adsorbente gr. Adsorbente
			Capacidad de adsorción de HTP	Capacidad máxima de adsorción Eficiencia de adsorción	gr. de HTP/ gr. Adsorbente % de 100 ml de HTP
			Tiempo de escurrido	Tiempo	Segundos
			Grado API del HTP	Densidad especifica del HTP	gr./ cm3 a 20° C.

ANEXO 2. Fichas de recolección de datos

		Ficha 01: Recolección de las muestras de <i>Panicum Mertesii roth</i>			
Título		Eficiencia del <i>Panicum Mertesii roth</i> y <i>Sorghum halepense</i> Pers como cordón bio adsorbente en la reducción de hidrocarburos en aguas del río Ucayali – 2023			
Línea de investigación					
Responsable		Lima Rengifo, Linda Isabel (ORCID: 0000-0001-8465-9272) Vásquez Gutiérrez, Ida María (ORCID: 0000-0002-5499-427X)			
Asesor		Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)			
N° Muestra		Muestreo		Caracterización	
Especimen	Características chek list.	Fecha	Hora	Ubicación UTM	Peso de la materia prima (Kg)
Panicum Mertesii roth	Tallo grueso de 5 a 30 mm () Espiga superior () Espiga con cascara () Espigas de 1 a 5 mm () Altura de 30 a 100 cm () Hojas Faciliforme o alargada() Ver referencia visual del Anexo 4: Ficha de identificación de especímenes ()			X= Y=	

		Ficha 02: Recolección de las muestras de <i>Sorghum halepense</i>			
Título		Eficiencia del <i>Panicum Mertesii roth</i> y <i>Sorghum halepense</i> Pers como cordón bio adsorbente en la reducción de hidrocarburos en aguas del río Ucayali – 2023			
Línea de investigación					
Responsable		Lima Rengifo, Linda Isabel (ORCID: 0000-0001-8465-9272) Vásquez Gutiérrez, Ida María (ORCID: 0000-0002-5499-427X)			
Asesor		Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)			
N° Muestra		Muestreo		Caracterización	
Espécimen	Características chek list.	Fecha	Hora	Ubicación UTM	Peso de la materia prima (Kg)
Panicum Mertesii roth	Tallo fino de 1 a 3 mm () Espiga superior () Espiga sin cascara () Espigas de 0.5 a 2 mm () Altura de 10 a 50 cm () Hojas acintada o fina () Ver referencia visual del Anexo 4: Ficha de identificación de especímenes ()			X= Y=	

	Ficha 03: Cadena de custodia para las muestras de agua
Título	Eficiencia del <i>Panicum Mertesii roth</i> y <i>Sorghum halepense</i> Pers como cordón bio adsorbente en la reducción de hidrocarburos en aguas del río Ucayali – 2023
Línea de investigación	
Responsable	Lima Rengifo, Linda Isabel (ORCID: 0000-0001-8465-9272) Vásquez Gutiérrez, Ida María (ORCID: 0000-0002-5499-427X)
Asesor	Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)
Elaborado por	Laboratorio Acreditado Inspection & Testing del Perú S.A.C.



Ficha 04: Datos de análisis experimental de saturación del bio absorbente

Título	Eficiencia del <i>Panicum Mertesii roth</i> y <i>Sorghum halepense</i> Pers como cordón bio adsorbente en la reducción de hidrocarburos en aguas del río Ucayali – 2023		
Línea de investigación			
Responsable	Lima Rengifo, Linda Isabel (ORCID: 0000-0001-8465-9272) Vásquez Gutiérrez, Ida María (ORCID: 0000-0002-5499-427X)		
Asesor	Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)		
N° Muestra	Volumen de agua de río (Litros):	Fecha de recolección de agua base: / /	
Especimen de bio absorbente: () Panicum / () Sorghum		Parte: hoja () / Tallo () / Espiga() / Mixto (%)H/(%)T/ (%)E	
Volumen de hidrocarburo (ml):	Dimensión del cordón: ()cm de diámetro/() cm de Longitud		
Tiempo de sumergido (Segundos):			
Peso de cordón bio absorbente (gr):	Peso de la fuente de recepción (gr):	Peso de la fuente de recepción + cordón (gr) húmedo:	
Temperatura de secado °C:	Tiempo de secado hora inicial:	Tiempo de secado hora final:	
Peso de la fuente de recepción + cordón (gr) seco :	Observaciones:		

ANEXO 4. Validación de instrumento

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Jave Nakayo, Jorge Leonardo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: : Docente Investigador UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 04: Datos de análisis experimental de saturación del bio absorbente.
- 1.5. Autor(s) de Instrumento: Lima Rengifo, Linda Isabel y Vásquez Gutiérrez, Ida María

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima, 15 de Diciembre del 2022


 Firma del experto informante

Reg. C.I.P N°43444

DNI: 01066653

Teléfono: 994552085

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ing. Paul Kevin Reategui Ramos
 1.2. Cargo e institución donde labora: Coordinador General de Laboratorios/ Universidad Nacional de Ucayali
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad de agua y análisis de laboratorio
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 04: Datos de análisis experimental de saturación del bio absorbente.
 1.5. Autor(s) de Instrumento: Lima Rengifo, Linda Isabel y Vásquez Gutiérrez, Ida María

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 15 de Diciembre del 2022



Firma del experto informante

DNI: 72177253 Teléfono: 948585123

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Liz Mishelly Vidaurre Díaz
 1.2. Cargo e institución donde labora: Consultora Ambiental Ecohelp
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Monitoreo Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 04: Datos de análisis experimental de saturación del bio absorbente.
 1.5. Autor(s) de Instrumento: Lima Rengifo, Linda Isabel y Vásquez Gutiérrez, Ida María

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima, 15 de Diciembre del 2022


 LIZ MISHELLY VIDAURRE DIAZ
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 218666

DNI: 47122416 Teléfono: 913034044

ANEXO 5: Ficha de identificação de espécimes.





DOMINICAN REPUBLIC
prov. Barahona

Sorghum halepense (L.) Pers.
det. Swallen

Open hillsides; culm to 3' tall.
Monte Xava, forested hillside S.E. of Peto. Alt. 3300'

Coll. E. A. & E. S. Howard 1916 Aug. 21-2, 1948

ANEXO 6. Certificado de Análisis de agua



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 120



INFORME DE ENSAYO 103523002

Registro N° LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 05230018-A
N° de Protocolo : 103523002
Cliente : ECOHELP CONSULTORES INGENIEROS S.A.C.
Dirección legal del cliente : Jr. Guillermo Siley Mz. 210 Lt. 11 - A
Muestra(s) declarada(s) : Agua natural
Procedencia de la Muestra : Muestreado por el cliente
Nombre del proyecto: Eficiencia del Panicum mertensii Roth y Sorghum halepense Pers como cordón bioadsorbente en la reducción de hidrocarburos en aguas del río Ucayali - 2023
Lugar del proyecto: Río Ucayali
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 02 muestra
Forma de Presentación : 02 frasco de plástico estéril de 250mL
 02 frascos de plástico de primer uso de 1000mL
 04 frascos de vidrio ámbar de 1000mL por muestra
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 02-04002
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-02-04
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-02-04
Fecha de Emisión de Informe : 2023-02-15

Código de Laboratorio		02-04002	02-04003	
Código de Punto de Muestreo		AU01-0302	AU01-0302	
Descripción del Punto de Muestreo		Antes	Después	
Fecha Final / Hora de Muestreo		03-02-20023 08:36 Hrs	03-02-20023 09:49 Hrs	
Coordenadas del Punto de Muestreo		E 0552004.56 N 9073011.95 143.49 m.s.n.m.	E 0552004.56 N 9073011.95 143.49 m.s.n.m.	
Parámetros microbiológicos				
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados	Resultados	
Coliformes Totales	NMP/100mL	160000.0	180000.0	
Coliformes Fecales**	NMP/100mL	24000.0	21000.0	
Parámetros fisicoquímicos				
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados
Aceite y grasas (AyG)	mg/L	2.3	5.1	5.6
Boro (Total y Disuelto) *	mg/L	0.0022	< 0.0022	< 0.0022
Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.)	mg/L	6	11	18
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	2	7	13
Metales Totales				
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados
Aluminio (Total y Disuelto)	mg Al/L	0.0084	0.0300	0.0280
Antimonio (Total y Disuelto)	mg Sb/L	0.005	< 0.005	< 0.005



El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producción o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público; su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el Informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

INFORME DE ENSAYO 103523002

Registro N° LE - 120

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

FR 044

Continuación...

Arsenico (Total y Disuelto)	mg As/L	0.004	< 0.004	< 0.004
Bario (Total y Disuelto)	mg Ba/L	0.0008	0.4800	0.4300
Berilio (Total y Disuelto)	mg Be/L	0.0003	< 0.0003	< 0.0003
Cadmio (Total y Disuelto)	mg Cd/L	0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Calcio (Total y Disuelto)	mg Ca/L	0.005	20.240	20.567
Cromo (Total y Disuelto)	mg Cr/L	0.004	< 0.004	< 0.004
Cobre (Total y Disuelto)	mg Cu/L	0.0012	0.0480	0.0430
Hierro (Total y Disuelto)	mg Fe/L	0.0064	0.0780	0.0710
Magnesio (Total y Disuelto)	mg Mg/L	0.0141	4.2800	4.3100
Manganeso (Total y Disuelto)	mg Mn/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Mercurio (Total y Disuelto)	mg Hg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Molibdeno (Total y Disuelto)	mg Mo/L	0.0023	< 0.0023	< 0.0023
Niquel (Total y Disuelto)	mg Ni/L	0.0027	< 0.0027	< 0.0027
Plata (Total y Disuelto)	mg Ag/L	0.0027	< 0.0027	< 0.0027
Plomo (Total y Disuelto)	mg Pb/L	0.001	< 0.001	< 0.001
Sodio (Total y Disuelto)	mg Na/L	0.0127	36.4800	35.123
Selenio (Total y Disuelto)	mg Se/L	0.004	< 0.004	< 0.004
Uranio (Total y Disuelto)	mg U/L	0.004	< 0.004	< 0.004
Vanadio (Total y Disuelto)	mg V/L	0.0007	< 0.007	< 0.007
Zinc (Total y Disuelto)	mg Zn/L	0.0012	0.0240	0.0231
Bi Bismuto*	mg/L	0.009	< 0.009	< 0.009
Ce Cerio*	mg/L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006
Co Cobalto*	mg/L	0.003	< 0.003	< 0.003
K Potasio*	mg/L	0.005	3.565	4.324
Li Litio*	mg/L	0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Si Silicio*	mg/L	0.007	19.587	18.453
Sn Estaño*	mg/L	0.004	< 0.004	< 0.004
Sr Estroncio*	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Tl Talco*	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Ti Titanio*	mg/L	0.04	< 0.04	< 0.04
TPH's				
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados
Hidrocarburos Totales de Petroleo (C10-C40)*	mg/L	0.0005	< 0.0005	0.00026



El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regirá por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Continuación...

Observaciones:

- (*) Boro Total
- (**) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (***) Equivale a Coliformes termotolerantes.

Metodologías



Parámetro	Método de Referencia
Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
Aceite y grasas (AyG)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017. Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method.
Aluminio (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 D, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method.
Antimonio (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Arsénico (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3114 C, 23rd Ed. 2017. Arsenic and Selenium by Hydride Generation / Atomic Absorption Spectrometry. Continuous Hydride Generation / Atomic Absorption Spectrometric Method. (VALIDADO MODIFICADO)
Boro (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-C, 23rd Ed. 2017. Boron. Carmine Method.
Bario (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 D, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method.
Benlio (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 D, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method.
Cadmio (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Calcio (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Cromo (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Cobre (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Hierro (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Magnesio (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Manganeso (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Mercurio (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3112 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry. Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method. (VALIDADO MODIFICADO)
Molibdeno (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 D, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method.
Niquel (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Plata (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Plomo (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Selenio (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3114 C, 23rd Ed. 2017. Arsenic and Selenium by Hydride Generation / Atomic Absorption Spectrometry. Continuous Hydride Generation / Atomic Absorption Spectrometric Method.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

INFORME DE ENSAYO 103523002

Registro N° LE - 120

FR 044

Continuación...

Sodio (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Uranio (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111 B, 3030 B, D, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method. (VALIDADO MODIFICADO)
Vanadio (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 D, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method.
Zinc (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Metales Totales (Bismuto, Cerio, Cobalto, Estaño, Estroncio, Litio, Potasio, Silicio, Talo y Titanio)	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectrometry EPA Method 200.7, Rev. 4.4., 1994
TPH's	EPA METHOD 8015C. 2007. Nonhalogenated Organics By Gas Chromatography

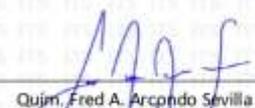
Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ambito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



Mblga. Cynthia Bellardo De la Cruz
C.B.P. 10943
Supervisora de Laboratorio de Microbiología



Fin de documento



Quim. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438
Supervisor de Laboratorio de Química

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regirá por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "Eficiencia del Panicum mertensii Roth y Sorghum halepense Pers como cordón bio adsorbente en la reducción de hidrocarburos en aguas del río Ucayali – 2023", cuyos autores son LIMA RENGIFO LINDA ISABEL, VASQUEZ GUTIERREZ IDA MARIA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TARAPOTO, 28 de Febrero del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO DNI: 01066653 ORCID: 0000-0003-3536-881X	Firmado electrónicamente por: JJAVEN el 15-03- 2023 22:15:42

Código documento Trilce: TRI - 0535214