

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

### TITULO

**Uso de la cascara de arroz y la fibra de coco como bio absorbente en emergencia para derrames de petróleo y aceites residuales de motor recuperable en aguas superficiales, Ucayali 2022.**

### RESUMEN

El presente proyecto de tesis tiene la finalidad de utilizar la cascara de arroz y la fibra coco como bio absorbente para derrames de petróleo y aceite residual de motor recuperable en aguas superficiales, Ucayali 2022. La investigación es de tipo descriptiva, experimental. La población corresponde al petróleo y el aceite de motor que se usara en los diferentes experimentos, teniendo en cuenta el tipo de hidrocarburo, el bio absorbente, el secado, la malla de contención el cual nos da una factorial de  $2 \times 2 \times 2 \times 3$ , con cuatro repeticiones para cada experimento, siendo un total de 96 muestras, en la cual se utilizara 10 ml de hidrocarburo para cada experimento dando un total de 960 ml de petróleo y 960 ml de aceite de residual de motor. La metodología se llevará a cabo, mediante la aplicación de la normativa estandarizada internacional ASTM F726-12 para pruebas de adsorción de corta duración (ASTM, 2012). Así mismo se probará como influye los diferentes factores de pre tratamiento en la capacidad de absorción y la capacidad de recuperar el petróleo y aceite residual de motor absorbido por el arroz y la fibra de coco. Se espera obtener un bio absorbente con la capacidad de absorber el petróleo y el aceite residual de motores que por algún accidente sea derramado en las aguas superficiales y recuperar este contaminante del agua y además recuperarlo del absorbente para prolongar un uso y reducir el volumen de contaminantes generados.

### Palabras claves

Bio absorbentes, petróleo, aceite residual de motor, emergencia de derrames, agua superficial

### ABSTRACT

The purpose of this thesis project is to use rice husks and coconut fiber as bio-absorbent for oil spills and recoverable residual motor oil in surface waters, Ucayali 2022. The research is descriptive, experimental. The population corresponds to the oil and the motor oil that will be used in the different experiments, taking into account the type of hydrocarbon, the bioabsorbent, the drying, the containment mesh, which gives us a factorial of  $2 \times 2 \times 2 \times 3$ , with four repetitions for each experiment, being a total of 96 samples, in which 10 ml will be used. of hydrocarbon for each experiment giving a total of 960 ml of oil and 960 ml of residual motor oil. The methodology will be carried out by applying the international standardized regulation ASTM F726-12 for short-term adsorption tests (ASTM, 2012). Likewise, it will be tested how the different pre-treatment factors influence the absorption capacity and the ability to recover the oil and residual motor oil absorbed by the rice and coconut fiber. It is expected to obtain a bio-absorbent with the capacity to absorb with great capacity the oil and residual motor oil that is spilled into surface waters due to an accident and recover this contaminant from the water and also recover it from the absorbent to prolong its use and reduce the volume of pollutants generated.

### Keywords

Biosorbents, Petroleum, Residual Motor Oil, Spill Emergency, Surface Water

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los derrames de hidrocarburos son comunes durante los procesos de producción de crudo, así como también durante su comercialización, transporte y almacenamiento en sitios de acopio y distribución como se ha mencionado en reiteradas ocasiones (Spier y otros, 2013). Por referencia nacionales la selva es la región más productiva, produciendo el 70% petróleo crudo del país (MINAGRI, 2019). Se indican casos con repercusiones en la población como en la región Amazonas; donde el pasado 25 de enero del 2016 se produjo un derrame de petróleo crudo, vertiéndose por toda la parte longitudinal de la quebrada Inayo ocasionando daños ambientales en el agua (Montalván y Sambrano, 2018). Como los derrames de petróleo ocurridos en el río Marañón han generado transformaciones en el acceso y uso de agua (por ejemplo, en la calidad y cantidad del agua y peces que hay en la zona) (Grados y Pacheco, 2016). Así mismo las entidades fiscalizadoras como OEFA reconocen que en el periodo comprendido entre marzo del 2011 y setiembre del 2018 adolecieron de fallas que no favorecieron la prevención de los impactos negativos derivados de los derrames de petróleo crudo en el marco de la operación del Oleoducto Norperuano (Medrano, 2019).

Actualmente el método más usado para la contención de los derrames petroleros son las Barreras que son obstáculos físicos flotantes, utilizados para controlar el movimiento del petróleo. Son utilizadas para la detención de las capas de petróleo, con el fin de recogerlas por medio de “skimmers” o a través de la quema in situ del producto o para recoger el petróleo después del uso de absorbentes. Otra forma de tratar los derrames es el uso de dispersantes que son agentes químicos que se usan para romper las capas de petróleo en gotas pequeñas, que se dispersan en la columna de agua (Guerrero y Domínguez, 2014). En la actualidad la búsqueda de nuevos métodos de remediación o acción ante los derrames petroleros que no generen impactos ambientales tan severos como la quema del petróleo o el uso de dispersantes químicos, ha dado pie para el uso de los bio-floculantes que pueden ser diseñados para suplir las desventajas y los impactos ambientales que surgen de la aplicación de los floculantes convencionales (Lee y otros, 2014).

En la región Ucayali y debido a la abundancia de ciertos recursos naturales, proliferan industrias que trabajan con materiales orgánicos como son la industria molinera de arroz, aserradero, avícola etc. Pues el 77% de la canasta exportadora de Ucayali está integrada por productos forestales, principalmente tablillas y madera aserrada (MINCETUR, 2018). Por desconocimiento de los métodos apropiados, falta de investigación y poco interés por parte de las empresas en cuanto a realizar un buen manejo de sus residuos; no se realiza un aprovechamiento eficiente careciendo por lo tanto estos residuos de poco valor agregado en el mercado, observándose el arrojo de estos a los ríos, su quema al aire libre o que se encuentren almacenados inapropiadamente ocasionando con ello alteraciones en los diferentes medios abióticos y bióticos e incluso pudiendo llegar a generar pérdidas económicas a las empresas donde se generan (Granados Ortega, 2020).

## II. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En los últimos años existe interés sobre la investigación de materiales orgánicos abundantes y fácilmente disponibles como una forma eficiente y rápida de tratar los derrames de hidrocarburos y otros compuestos oleosos, mediante el fenómeno de adsorción; pues la adsorción es una tecnología de retiro de hidrocarburos preferida debido a su simplicidad y costo de procesamiento relativamente más bajo en

comparación con otras tecnologías de retiro de hidrocarburos (Ibrahim et al., 2009); Así mismo Aksu Z. (2005) y Seguí I. (2007) agregan que la adsorción es un fenómeno de captación pasiva de sustancias contaminantes, basado en la propiedad que tienen ciertos tipos de biomásas inactivas o muertas para enlazar y acumular diversos tipos de contaminantes por mecanismos como interacciones electrostáticas, fuerzas físicas, intercambio iónico, etc. Tal es el caso de materiales como las fibras de palma, coco, caña de azúcar, buchón de agua, tallos de flores, cabellos humanos, plumas de pollos, paja, entre otros (Knight et al., 2012).

El presente proyecto busca utilizar residuos comunes, como son la cascarilla de arroz y la fibra de coco, como material para la atención factible de emergencia de derrames de petróleo o aceites residuales de motor, un método con menor impacto al medio ambiente, así mismo busca recuperar estos contaminantes para que sean tratados o reutilizado de alguna forma, reduciendo el impacto ambiental y así reduciendo los residuos a tratar. Así mismo beneficia a la comunidad científica en el sector ambiental, al sector hidrocarburos y al industrial, ya que se generará una metodología de trabajo eficaz, económica, ambientalmente sustentables y de alta disponibilidad de recursos para su aplicación.

### III. HIPOTESIS

#### Hipótesis General

- La cascara de arroz y la fibra de coco son eficientes como bio absorbente en emergencia de derrames de petróleo y aceites residuales de motor recuperable en aguas superficiales, Ucayali 2022

#### Hipótesis Especificas

- La capacidad de absorción de petróleo y aceite de motor de la cascarilla de arroz, es de 1 ml / gr.
- La capacidad de absorción de petróleo y aceite residual de motor del zacate llanero, es de 0.5 ml / gr.
- El uso combinado de mallas de contención y cascarilla de arroz como bio absorbente, aumenta su capacidad de absorción en un 30%.
- Si existe diferencia en la absorción de petróleo y aceite residual de motor con el secado del arroz y la fibra de coco como bio absorbente, la cascarilla de arroz absorbe un 50% que la fibra de coco.
- El método óptimo de uso de los bio absorbentes para emergencia de derrame de petróleo y aceites residuales de motor en agua residual, usando mallas de contención con cascarilla de arroz.
- La capacidad de recuperación por compresión del petróleo y aceite residual de motor absorbido por la cascarilla de arroz y la fibra de coco, es del 25% para la cascarilla de arroz y 25 % la fibra de coco.

### IV. OBJETIVOS

#### 4.1. Objetivo General

- Evaluar a la cascara de arroz y la fibra de coco como bio absorbente en emergencia de derrames de petróleo y aceites residuales de motor recuperable en aguas superficiales, Ucayali 2022
-

#### 4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la capacidad de absorción de petróleo y aceite de motor de la cascarilla de arroz
- Determinar la capacidad de absorción de petróleo y aceite residual de motor de la fibra de coco
- Evaluar el efecto en la absorción del uso combinado de mallas de contención y cascarilla de arroz como bio absorbente
- Evaluar si existe diferencia en la absorción de petróleo y aceite residual de motor con el secado del arroz y la fibra de coco como bio absorbente
- Determinar el método óptimo de uso de los bio absorbentes para emergencia de derrame de petróleo y aceites residuales de motor en agua residual
- Determinar la capacidad de recuperación por compresión del petróleo y aceite residual de motor absorbido por la cascarilla de arroz y la fibra de coco.

#### V. ANTECEDENTES

(Méndez Tovar , Machado Soberanes, & Guerra Sanchez, 2012), se evaluaron 5 materiales a granel de origen natural que, dentro de la clasificación propuesta por este método, se encuentran en el material tipo II. Las pruebas experimentales realizadas fueron: pruebas de adsorción de hidrocarburo corta y larga y prueba en condiciones dinámicas (incluye condiciones hidrofílicas y oleofílicas). Los resultados experimentales indican que la adsorción de Diesel y aceite es muy similar, tanto en la prueba de adsorción corta como en larga, mientras que la capacidad de adsorción de crudo en la prueba larga es mayor. El tiempo de saturación por completo se lleva a cabo en la prueba de adsorción larga (24 h). El mejor desempeño lo tuvo el material C, con valores 6.1 g diesel/g adsorbente, 7.1g crudo/g adsorbente y 6.5 g aceite/g adsorbente. De acuerdo con las pruebas en condiciones dinámicas se concluye que los materiales evaluados no son recomendables para uso con agua debido a que en la prueba hidrofílica todos adsorbieron grandes cantidades de agua y solamente un material flotó por completo durante la prueba. Esto indica que los materiales no son selectivos y pueden presentar hundimiento. Durante la prueba oleofílica, sí existió la adsorción del hidrocarburo, pero, al final de la prueba, quedaron trazas de aceite en 4 de los 5 materiales probados. Los resultados obtenidos por medio de la evaluación del método ASTM F726-06 pueden ser comparables ya que se evaluó el desempeño de manera imparcial al clasificarlos por forma física y exponerlos a diferentes condiciones que simulan las posibles matrices en las que pueden ser utilizados.

Cárdenas M. (2017) evaluó la capacidad de adsorción de aceite de motor nuevo y diésel, de la cáscara de cacao, cáscara de banano y cascarilla de arroz tratados en medio ácido y con un tiempo de 30 minutos. Este autor obtuvo resultados óptimos para la cascara de cacao con 1,4 g/g y 0,7 g/g; la cascara de banano con 2,1 g/g y 1,5 g/g y finalmente la cascarilla de arroz con 4,7 g/g y 1,4 g/g, en secuencia: aceite de motor nuevo y diésel respectivamente. A pesar de estos bajos resultados este autor menciona que su estudio presentó resultados positivos para ser aplicado en el campo de adsorbentes y recomendó realizar nuevos métodos y tratamiento de funcionalización de estos residuos para mejorar las propiedades hidrofóbicas y oleofílicas de los materiales y así aumentar su capacidad de adsorción.

(Cárdenas Murillo, 2017) En el presente estudio se 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. La capacidad de adsorción de los diferentes materiales fue evaluada mediante la aplicación del método internacional estandarizado ASTM F726-12, el cual establece una serie de parámetros y condiciones a cumplir por distintos materiales para poder ser utilizados como adsorbentes. En las pruebas realizadas se determinaron: capacidad de adsorción de hidrocarburos de corta duración (30 min), aumento o disminución de propiedades hidrofílicas y oleofílicas mediante la aplicación de tratamientos ácidos, básicos y funcionalización. De los resultados obtenidos, los materiales funcionalizados, siendo estos la cascarilla de arroz y la ceniza de cascarilla de arroz, cumplieron las condiciones establecidas por la norma ASTM F726-12, con un rendimiento 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.

Kelle H. y Eboauto A. (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. Estos autores concluyen que ambos materiales pueden aplicarse en terrenos y ambientes acuáticos en la limpieza de derrames de petróleo e hidrocarburos además de que la pluma de pollo es un adsorbente eficaz y viable para la limpieza de derrames de hidrocarburos.

Abanto y Taboada (2018) investigaron el uso y aprovechamiento de la fibra de coco con longitudes de entre 02 a 03 cm de largo, para la adsorción de diferentes muestras de hidrocarburos (kerosene, diésel B5 y gasolina de 84 octanos). Con sus experimentos estos autores determinaron eficiencias de adsorción de 93.9%, 98.8% y 85.9 % para el kerosene, diésel y gasolina respectivamente, demostrando con esto que las fibras de coco tienen una gran afinidad por los hidrocarburos ensayados recomendando además estudiar otros adsorbentes naturales como bagazo de caña, plumas de aves de corral, y otros.

(Granados Ortega, 2020), El presente estudio tuvo como objetivo determinar la capacidad de adsorción de aceite residual y diésel de tres residuos orgánicos generados en la zona de Pucallpa, como alternativa viable en el aprovechamiento de residuos. El desarrollo experimental se realizó en los ambientes de la Universidad Nacional de Ucayali en las instalaciones del Laboratorio de Transformación Química Forestal, en el Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali; empleando para ello el método canadiense ASTM F-12 en su apartado “Oil adsorption short test”. Se recolectaron tres tipos de residuos orgánicos (cascarilla de arroz, aserrín y pluma de pollo) de las actividades industriales en la zona de Pucallpa; estos fueron acondicionados y almacenados para su posterior ensayo, así mismo se adquirieron dos adsorbentes convencionales empleados para la comparación. Para determinar la capacidad de adsorción se evaluaron dos factores, tipo de residuo (cascarilla de arroz, aserrín y pluma de pollo) y tiempo de contacto con el aceite residual y diésel (10, 15 y 20 minutos). Los resultados indicaron que cada tipo de residuo presentó diferentes mecanismos de adsorción y tiempo diferentes de saturación. Para el aceite residual la



capacidad de adsorción fue de 4,7 g/g para cascarilla de arroz; 9,6 g/g para aserrín y 21,5 g/g para pluma de pollo con tiempo de 20, 15 y 10 minutos; para este mismo compuesto se determinó una capacidad de adsorción de 13,3 g/g para el adsorbente convencional sintético y 9,6 g/g para el adsorbente convencional orgánico, con tiempo de 20 y 10 minutos. Bajo las mismas condiciones experimentales, las capacidades de adsorción de diésel fueron de 3,3 g/g para cascarilla de arroz; 6,7 g/g para aserrín y 14,8 g/g para pluma de pollo, con tiempo de 20, 10 y 15 minutos; para este mismo compuesto se determinó una capacidad de adsorción de 12,2 g/g para el adsorbente convencional sintético y 9,4 g/g para el adsorbente convencional orgánico, con tiempo de 20 y 10 minutos. Se observó que la mayor capacidad de adsorción de aceite residual y diésel se obtuvo con el residuo de pluma de pollo.

(Rivas Trasancos, y otros, 2020)El presente trabajo tiene como objetivo, evaluar la capacidad de absorción de hidrocarburos en agua superficial de un material absorbente elaborado a partir de bagazo modificado. Para determinar dicha capacidad se realizaron pruebas en condiciones dinámicas en una fase acuosa en movimiento (condiciones hidrofílicas) conteniendo hidrocarburos (condiciones oleofílicas) y se realizaron dos pruebas de acuerdo al método (F 726-06 ASTM, 2006) para absorbentes tipo II. La prueba de campo se ejecutó en la laguna de residuales de una Empresa Comercializadora de Combustibles depositando almohadillas absorbentes con un peso base seca de 4 kg. Transcurrido el tiempo de la prueba dinámica fueron retiradas y pesadas. La cantidad de hidrocarburo absorbido se determinó por el método gravimétrico. La mejor capacidad de absorción fue de 2,24 g de hidrocarburo/4 kg de absorbente, obtenida a las 24 horas de haber depositado el material, siendo estos resultados similares a los reflejados en la literatura para este tipo de material.

## VI. MARCO TEÓRICO

### 6.1.Adsorción

El proceso de adsorción es el enriquecimiento, en uno o más componentes, de la región entre dos fases, conocida como interfase o superficie interfacial. El compuesto que se concentra en la superficie se denomina adsorbato, mientras que la fase en la que se produce la acumulación de las sustancias (adsorbato) se denomina adsorbente. Este proceso puede tener lugar en una interfase compuesta por: gas-sólido o líquido-sólido. Así mismo en este fenómeno se da un incremento de la concentración de algunas especies en la superficie debido a fuerzas de interacción atractivas entre los átomos de la superficie del sólido y las moléculas del gas o iones de la solución en contacto con la superficie, dado que hay más de una fase presente, el sistema es heterogéneo y a la región que separa ambas fases se la denomina interfase. El fenómeno de adsorción está limitado a la superficie expuesta del sólido y se distingue del de absorción pues el adsorbato (especie que adsorbe) no penetra al interior del material (Martínez M., 2013). Por otra parte, El fenómeno de la adsorción se debe a fuerzas presentes en la superficie del adsorbente, estas fuerzas son de la misma naturaleza que las existentes en el seno de un líquido o de un sólido y son motivadas por el desequilibrio de fuerzas que aparecen en la superficie del adsorbente, lo que provoca una fuerza atractiva neta normal a la superficie del mismo Húmpola P. (2013).

### 6.1.1. Tipos de adsorción

- a. Adsorción física: La adsorción física es cuando las fuerzas involucradas son del tipo de Van der Waals, donde el adsorbato está retenido débilmente sobre la superficie del adsorbente y solamente es necesario elevar la temperatura para remover las especies adsorbidas (Bottani, et al. 2006).
- b. Adsorción química: Es cuando la interacción entre el adsorbente y el adsorbato es mucho más fuerte y se llega a la formación de un verdadero enlace químico entre los átomos de la superficie del adsorbente y los del adsorbato. En este caso la adsorción es marcadamente irreversible (Bottani et al., 2006).
- c. c. Adsorción por intercambio iónico: Proceso mediante el cual los iones del adsorbato se concentran en una superficie (adsorbente) como resultado de la atracción electrostática en los lugares cargados de la superficie a la atracción eléctrica entre el adsorbato y la superficie del adsorbente, en donde los iones de un contaminante se concentran sobre sitios de carga eléctrica opuesta sobre la superficie del adsorbente. Para dos adsorbatos iónicos posibles, a igualdad de otros factores, la carga del ión es el factor determinante en la adsorción de intercambio. Para iones de igual carga, el tamaño molecular (radio de solvatación) determina el orden de preferencia para la adsorción (Romero J., 2000).

### 6.1.2. Tipos de adsorbentes según su naturaleza

Los materiales orgánicos, inorgánicos y sintéticos naturales han surgido como adsorbentes confiables para limpiar el derrame de petróleo sobre el agua (Asadpour et al. 2013). Los adsorbentes se pueden clasificados en tres categorías generales: naturales orgánicos, naturales inorgánicos y sintéticos.

- a. Adsorbentes inorgánicos: Generalmente baratos, de peligrosa y difícil aplicación, entre estas tenemos a la arena, perlita, vermiculita, lana de vidrio y cenizas volcánicas. Estos materiales tienen unas partículas muy pequeñas por lo que presentan una extensa superficie de adsorción así mismo la mezcla adsorbente/hidrocarburo se retira con bastante dificultad (Martínez M., 2013).
- b. Adsorbentes orgánicos: Son materiales que se utilizan para inmovilizar petróleo en áreas ambientalmente sensibles, para proteger la vegetación y la vida salvaje, algunos productos se tratan para adquirir propiedades oleofílicas (Gobierno de Canarias, 2005).
- c. c. Adsorbentes sintéticos: Materiales altamente oleofílico/hidrofóbico que son ofertados en el mercado de diversas formas diversas como rollos, papel, mantas, etc. Por lo general estos materiales no son biodegradables, pero si son ambientalmente seguros (inertes) por lo que existe una gran variedad de productos sintéticos para contener y recuperar hidrocarburos de un derrame, entre estas tenemos al: poliuretano, espuma de formaldehído de urea, fibra de polietileno, fibra de polipropileno, poliestireno en polvo (Gobierno de Canarias, 2005).

### 6.1.3. Tipos de adsorbentes según su presentación

Los adsorbentes pueden utilizarse en una amplia gama de presentaciones, dependiendo de la función que se busca cumplir con su aplicación. ASTM (2012) muestra las principales presentaciones de adsorbentes y sus aplicaciones.

a. Material adsorbente Tipo I (rollos, películas, hojas, mantas, tejidos o placas). Es un material con la longitud y anchura mayor que su espesor y que tiene una forma lineal y resistencia suficiente, para manipularse ya sea saturado o no saturado (ASTM, 2012).

b. Material adsorbente Tipo II (suelos): Un material no consolidado, en partículas sin forma ni resistencia, que puede ser manipulado con palas y/o equipos dispersantes (ASTM, 2012).

c. Material adsorbente Tipo III (Adjuntos)

IIIa. Almohadillas, Material adsorbente contenido por un tejido o red exterior que tiene permeabilidad al hidrocarburo, pero con aberturas lo suficientemente pequeñas para retener sustancialmente el material adsorbente dentro del textil o red (ASTM, 2012).

III.b Material brazo-adsorbente contenido por un tejido exterior o malla que es permeable al aceite, pero con aberturas suficientemente pequeñas para mantener sustancialmente el material adsorbente dentro del tejido o malla. La longitud de la superficie excede sustancialmente otras dimensiones y con miembros de resistencia paralelos con la longitud. Los brazos también son provistos de conexiones para el acoplamiento de plumas adsorbentes (ASTM, 2012).

d. Material Tipo IV (Unidades de aglomeración): Es un ensamble de hilos, redes abiertas u otras formas físicas, dadas a una estructura abierta que mínimamente impide la intrusión en sí misma de aceites de alta viscosidad. Son utilizados normalmente para aceites o hidrocarburos que presentan viscosidades del orden de 10 000 cp de viscosidad. Dichos aceites se mantienen entonces en esta estructura permitiendo el manejo del aceite/estructura compuesta (ASTM, 2012)

## 6.2.Cascarilla de arroz

Se conoce como cascarilla de arroz a la corteza dura que recubre el grano de arroz. Según Souza F. (1993) es un residuo de la industria procesadora de arroz que se encuentra disponible en grandes cantidades en las regiones de la Amazonía peruana. Se caracteriza por presentar una baja densidad y peso específico, además de una lenta biodegradación. La cáscara de arroz constituye aproximadamente el 25% del volumen de arroz. Pues por término medio, por cada tonelada de arroz se generan 200 kg de corteza o cascarilla (Chur P., 2010). Además, la cascarilla de arroz generalmente tiene aplicaciones reducidas (limpieza de los campos, combustión a campo, disposición del material en rellenos); por ello, ha sido considerada por largo tiempo un residuo, principalmente por su inhabilidad para ser comestible.

### Composición

La cascarilla presenta un color amarillento, su longitud se encuentra en 8 a 10 mm y entre 1 a 2 mm de ancho y dependiendo de su tamaño el peso de una cascarilla oscila entre 2.5 y 4.8mg (Guevara M., 1995). Así mismo se compone principalmente de celulosa lignina proteínas extractos no nitrogenados, humedad y otros.



### 6.3.Fibra de coco

La fibra de coco es un producto secundario de la industria del procesamiento del coco, en el que se procesan las cáscaras de coco para extraer las fibras para diversas industrias. Las cáscaras de coco pasan por un proceso de trituración en el que se separan las fibras más largas en una gama de tamaños de partículas, de acuerdo con la aplicación prevista. La mezcla sobrante de fibras diminutas y polvo se vende “como está” y se utiliza para fines hortícolas. A partir de las cáscaras de coco, la médula de coco (también conocida como polvo de fibra de coco) y las virutas de fibra de coco (trozos), por lo general, se utilizan para medios de crecimiento, pero no se utiliza fibra de coco en sí. La médula de coco, por lo general, se combina con turba de esfagno y agregados para producir diversos medios de crecimiento para la germinación de semillas para propósitos de crecimiento generales (Buechel, 2022).

#### Composición

El contenido de proteína y extracto etéreo en la fibra de coco es considerablemente bajo, por lo que podríamos decir que no sería considerada como una buena fuente proteica ni de aportación calórica para la dieta. Sin embargo, como podemos observar el contenido de compuestos no digeribles (fibra cruda) representa el 34.63% siendo en su mayoría compuestos de celulosa, hemicelulosa y lignina (Rincón Reyna, y otros, 2016). Además de acuerdo al contenido de carbohidratos totales podemos decir que el contenido de estos en su gran mayoría son polisacáridos estructurales como la celulosa y la hemicelulosa, que confieren propiedades de sostén y flexibilidad a las fibras. Con respecto al contenido de compuestos lignocelulósicos, de acuerdo a Abad et al., (2002) y Van Dam et al., (2006), la fibra de coco es considerada como una fuente rica en este tipo de compuestos por lo que puede ser utilizada como matriz en la técnica de fermentación en estado sólido.

## VII.METODOLOGÍA

### 7.1. Lugar de estudio

El estudio al ser de carácter experimental se llevará en el laboratorio de Agua de la escuela de Ingeniería Ambiental, de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales en la Universidad Nacional de Ucayali, distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali.

### 7.2.Población y tamaño de muestra

#### Población

La población es experimental, por tal se considera al petróleo y aceite residual de motores como la población de estudio.

#### Muestra

La muestra es de tipo no probabilística, en base a los tratamientos experimentales que comprende los factores, del tipo hidrocarburo, el tipo de bio absorbente, el tamaño del bio absorbente, el tipo de secado, la malla de contención, el cual nos da una factorial de  $2 \times 2 \times 2 \times 3$ , con cuatro repeticiones para cada experimento, siendo

un total de 96 muestras, en la cual se utilizara 10 ml. de hidrocarburo para cada experimento dando un total de 960 ml de petróleo 960 ml de aceite de residual de motor.

### 7.3.Descripción detallada de los métodos, uso de materiales, equipos o insumos.

#### a) Diseño de muestreo

##### 7.3.1.1.Preparado de los bio absorbentes según las variables del experimento

Adaptado de (Méndez Tovar , Machado Soberanes, & Guerra Sanchez, 2012):

##### **Bio absorbente sin secado, sin tamizar y sin malla**

a) Se pesa 2 gr del bioabsorbente, sin secar, tamizar y sin malla de contención. Y se coloca en una placa Petri.

##### **Bio absorbente secado, sin tamizar y sin malla**

a) Se pesa 2 gr del bioabsorbente, secado a 80°C por 24 horas, tamizar y sin malla. Y se coloca en una placa Petri.

##### **Bio absorbente secado, tamizado y sin malla**

a) Se pesa 2 gr del bioabsorbente, secado a 80°C por 24 horas,  
b) Se tamiza el material en un tamiz de 1 a 5 mm y sin malla. Y se coloca en una placa Petri.

##### **Bio absorbente secado, tamizado y con malla**

a) Se pesa 2 gr del bioabsorbente, secado a 80°C por 6 horas,  
b) Se tamiza el material en un tamiz de 1 a 5 mm.  
c) Se prepara una malla que contenga el material. Y se coloca en una placa Petri.

##### 7.3.1.2.Tratamiento térmico

Para el tratamiento primario se colocaron 100 g de material adsorbente en un recipiente y se secan los materiales en un horno por aproximadamente 2 horas a 100 °C o hasta encontrar el material bien seco (Cárdenas Murillo, 2017).

##### 7.3.1.3.Tamizado

Una vez preparado el adsorbente, se selecciona el tamaño por medio de los tamices N°18 (1 mm) y N° 24 (5 mm), en la tamizadora (Jumenez Villadiego & Padilla Gonzalez, 2012).

##### 7.3.1.4.Procedimiento experimental de adsorción

La metodología se llevará a cabo, mediante la aplicación de la normativa estandarizada internacional ASTM F726-12 para pruebas de adsorción de corta duración (ASTM, 2012).

Para determinar la capacidad de adsorción de hidrocarburos, se calcula aplicando las siguientes ecuaciones:

$$\text{Adsorción hidrocarburo} = SS/S0$$

Donde:

S0 es la masa inicial del adsorbente seco en [g].

SS es la cantidad neta de hidrocarburo retenido en [g], la cual es obtenida de la

siguiente ecuación:

$$SS = SST / S_0 \quad (2)$$

Donde:

$SST$  es la masa del adsorbente al final de la prueba dinámica de adsorción de hidrocarburo en [g].

De igual manera para determinar la cantidad de agua retenida por los materiales se utiliza las siguientes ecuaciones:

$$\text{Adsorción de agua} = SW / S_0 \quad (3)$$

Donde:

$S_0$  es la masa del adsorbente en seco en [g].

$SW$  es la cantidad neta de agua adsorbida por el material en [g] y se la determina a partir de la siguiente ecuación.

$$SW = SWT / S_0 \quad (4)$$

Donde:

$SWT$  es la masa del adsorbente al final de la prueba dinámica de agua en [g].

### 7.3.1.5. Extracción por prensa o extrusión

La técnica del prensado se usa para obtener los aceites de cortezas o materiales duros, nuestro caso el absorbentes que contiene el petróleo o aceite residual de motor. Las prensas pueden ser hidráulicas o discontinuas y continuas. Filtro prensa. Es una máquina herramienta que pertenece al grupo de aparatos de movimiento rectilíneo alternativo, tiene como finalidad lograr la deformación permanente o incluso cortar un determinado material mediante la aplicación de una carga. Son conocidas desde la antigüedad, empleadas prácticamente en todas las industrias, y utilizadas para actuar sobre distintos materiales ya sea en frío o en caliente, en cualquier operación que se requiera una fuerte presión, por ejemplo: embalar, forjar, extruir, estampar, laminar, estirar, etc. (Méndez, 2012).

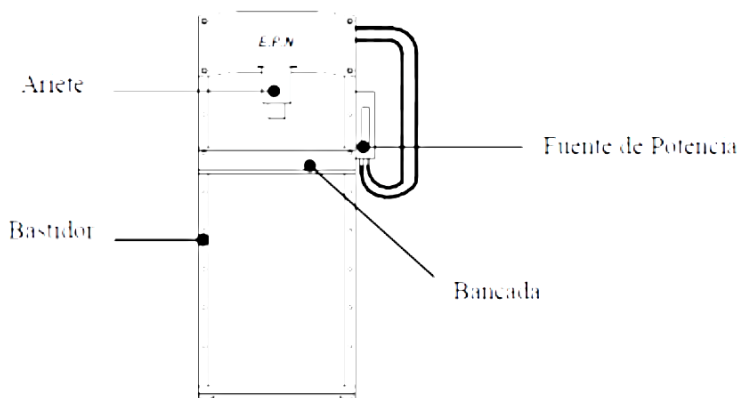


Figura 1 Prensa hidráulica

**b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros.****Equipos**

- Horno de secado
- Balanza Analítica
- Microscopio óptico con cámara integrada
- Estufa
- Desecador
- Bomba al Vacío
- Cámara fotográfica
- Laptop
- Prensa Hidráulica

**Materiales**

- Vaso precipitado
- Matraz
- Pipeta
- Placa Petri
- Malla filtrante de 1 mm
- Malla de nilón de 1mm

**Insumos**

- Cascarilla de arroz
- Fibra de Coco
- Alcohol de 96°
- Gasolina de 90°
- 

**c) Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico**

**Variable Independiente- Derrames de petróleo y aceites residuales de motor:** Es común en la actualidad que exista emergencias ambientales como el derrame de petróleo y/o aceite de motor residual o usado, esto puede ocurrir por la perforación de un oleoducto, derrames plataformas petroleras o barcos de carga, además de derrames accidentales de estos, en muchos casos estos afectan las aguas superficiales.

**Variable Dependiente- Bio absorbente de la cascara arroz y la fibra de coco:** Durante un evento de derrame de petróleo o aceites residuales de motor siempre como primera acción en derrame sobre el agua, es utilizar barreras contención y material absorbente.

**d) Aplicación de prueba estadística inferencial.**

Se pretende realizar un análisis descriptivo estadístico y un análisis de Varianza (ANOVA) entre los experimentos, para esto se utilizará el programa estadístico IBM SPSS V.22.

## 7.4. Tabla de recolección de datos por objetivos específicos.

### 7.4.1. Absorción de petróleo y aceite residual de motor

Tipo de hidrocarburo	Bio absorbente	Tamaño	Secado	Malla de contención	Repeticiones (Absorción gr/gr)			
					R1	R2	R3	R4
Aceite residual de motor (AR)	Cascara de arroz (CA)	s/n(SN)	Natural (N)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				
		1 a 5 mm (15)	Natural (N)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				
		s/n(SN)	50°C por 6 horas (S)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				
		1 a 5 mm (15)	50°C por 6 horas (S)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				
	Fibra de coco	s/n(SN)	Natural (N)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				
		1 a 5 mm (15)	Natural (N)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				
		s/n(SN)	50°C por 6 horas (S)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				
		1 a 5 mm (15)	50°C por 6 horas (S)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				
Petróleo	Cascara de arroz	s/n(SN)	Natural (N)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				
		1 a 5 mm (15)	Natural (N)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				
		s/n(SN)	50°C por 6 horas (S)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				
		1 a 5 mm (15)	50°C por 6 horas (S)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				
	Fibra de coco	s/n(SN)	Natural (N)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				





		1 a 5 mm (15)	Natural (N)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				
		s/n(SN)	50°C por 6 horas (S)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				
		1 a 5 mm (15)	50°C por 6 horas (S)	Sin malla (SM)				
				Malla gruesa de 1 a 5 mm (M15)				
				Malla fina de 0.1 a 1 mm (M11)				

## VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Elaboración del perfil de tesis	X											
Sustentación del proyecto de tesis		x										
Levantamiento de observación del perfil de tesis		x	X									
Recolección de materiales			x	x	x	X						
Procesamiento de materiales				x	x	x	X					
Pruebas de absorción de los materiales					x	x	X					
Análisis de absorción de los materiales					x	x	X					
Pruebas de recuperación de petróleo o aceite residual de motor						x	x	X				
Análisis de recuperación de las muestras							X	x				
Procesamiento de datos								x	x	X		
Elaboración del informe final									x	x	X	
Sustentación del proyecto											X	
Elaboración del informe final											x	
Elaboración del artículo científico												x

## VII. PRESUPUESTO

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
<b>Servicios</b>				
Análisis de absorbentes	Unidad	400.00	12	4800.00
Secado de materiales	Global	500.00	1	500.00
<b>Materiales</b>				
Guantes	Unidad	2.5	12	30.00
Mandil	Unidad	50.00	1	50.00
Botellas de muestreo	Unidad	25.00	12	300.00



Tableros	Unidad	15.00	1	15.00
Papel Bond	Millar	28.00	1	28.00
Placa Petri	Unidad	8.50	100	850.00
Total s/.				6843.00

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

--

**IX. ANEXO**

Uso de la cascara de arroz y la fibra de coco como bio absorbente en emergencia de derrames de petróleo y aceites residuales de motor recuperable en aguas superficiales, Ucayali 2022.						
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensión	Parámetros	Indicador
General	General	General	<b>Variable Independiente:</b> Derrames de petróleo y aceites residuales de motor  <b>Variable Dependiente:</b> Bio absorbente de la cascara arroz y la fibra de coco	Densidad	Densidad	g/cm <sup>2</sup>
¿La cascara de arroz y la fibra de coco puede ser usado como bio absorbente en emergencia de derrames de petróleo y aceites residuales de motor en aguas superficiales, Ucayali 2022?	Evaluar a la cascara de arroz y la fibra de coco como bio absorbente en emergencia de derrames de petróleo y aceites residuales de motor en aguas superficiales, Ucayali 2022	La cascara de arroz y la fibra de coco son eficientes como bio absorbente en emergencia de derrames de petróleo y aceites residuales de motor recuperable en aguas superficiales, Ucayali 2022		Tipo de hidrocarburo	Petróleo Aceite residual	ml ml
				Capacidad de absorción	Absorción	gr / gr
Específico	Específico	General		Tamaño del bio absorbente	Sn 1 a 5	mm
¿Cuál es la capacidad de absorción de petróleo y aceite de motor de la cascara de arroz?	Determinar la capacidad de absorción de petróleo y aceite de motor de la cascara de arroz	La capacidad de absorción de petróleo y aceite de motor de la cascara de arroz, es de 1 ml / gr.		Condición de secado	Natural Artificial	C° / Horas C° / Horas
¿Cuál es la capacidad de absorción de petróleo y aceite residual de motor de la fibra de coco?	Determinar la capacidad de absorción de petróleo y aceite residual de motor de la fibra de coco	La capacidad de absorción de petróleo y aceite residual de motor de la fibra de coco, es de 0.5 ml / gr.		Tipo de malla de contención	Sin malla Malla gruesa Malla fina	s/n mm 1 a 5 mm 0.1 a 1 mm
¿Cuál es el efecto en la absorción del uso combinado de mallas de contención y cascara de arroz como bio absorbente?	Evaluar el efecto en la absorción del uso combinado de mallas de contención y cascara de arroz como bio absorbente	El uso combinado de mallas de contención y cascara de arroz como bio absorbente, aumenta su capacidad de absorción en un 30%.		Bio absorbente	Cascarilla de arroz Fibra de coco	gr. gr.
¿Existe diferencia en la absorción de petróleo y aceite residual de motor con el secado del arroz y la fibra de coco como bio absorbente?	Evaluar si existe diferencia en la absorción de petróleo y aceite residual de motor con el secado del arroz y la fibra de coco como bio absorbente	Si existe diferencia en la absorción de petróleo y aceite residual de motor con el secado del arroz y el zacate llanero como bio absorbente, la cascara de arroz absorbe un 50% que la fibra de coco		Método de reparación	Filtración por compresión Filtración por vacío	Kg/ cm <sup>2</sup> Kg/ cm <sup>2</sup>
¿Cuál es el método óptimo de uso de los bio absorbentes para emergencia de derrame de petróleo y aceites residuales de motor en agua residual?	Determinar el método óptimo de uso de los bio absorbentes para emergencia de derrame de petróleo y aceites residuales de motor en agua residual	El método óptimo de uso de los bio absorbentes para emergencia de derrame de petróleo y aceites residuales de motor en agua residual, usando mallas de contención con cascara de arroz.				
¿Cuál es la capacidad de recuperación del petróleo y aceite residual de motor absorbido por la cascara de arroz y la fibra de coco?	Determinar la capacidad de recuperación por compresión del petróleo y aceite residual de motor absorbido por la cascara de arroz y la fibra de coco	La capacidad de recuperación por compresión del petróleo y aceite residual de motor absorbido por la cascara de arroz y la fibra de coco, es del 25% para la cascara de arroz y 25 % la fibra de coco.				