

Obtención de Pellets Absorbentes a Base de Aserrín de Raque (*Vallea stipularis* L. F.), Especie Presente en el Municipio de Tenjo, Cundinamarca

Obtainment of absorbent pellets based on Raque (*Vallea stipularis* L. F.) sawdust, species with presence in the municipality of Tenjo, Cundinamarca.

Pineda, A.; Zuluaga, C.

Programa de Ingeniería Agroindustrial, Fundación Universitaria Agraria de Colombia- Uniagraria.

Calle 170 No. 154^a10. Bogotá, Colombia.

pineda.andres@uniagraria.edu.co

Fecha de recepción: mayo de 2016 / Fecha de aceptación: noviembre de 2016

Resumen

El área agroindustrial brinda diferentes materiales con capacidad de reutilización, provenientes de cada una de las etapas de diversos procesos industriales alimentarios y no alimentarios. Teniendo en cuenta este aspecto, el serrín Raque (*Vallea stipularis* L. f.) es un elemento útil para absorber líquidos hidrofílicos e hidrófobos cuando se generan derrames de materiales nocivos que requieren una contención inmediata. El objetivo del presente trabajo fue elaborar un pellet vegetal de Raque, con características absorbentes para la eliminación de sustancias líquidas de uso diario, en áreas de derrames. Con un material vegetal previamente tratado físicamente, los gránulos se prepararon utilizando una granuladora, para obtener un diámetro de gránulo de 8,55 mm, el cual posteriormente se expuso a pruebas de absorción y resistencia frente a seis muestras de líquidos convencionales, evaluando así el efecto del tamaño y peso del pellet en la absorción, mediante la cuantificación de variables tales como la densidad real y la porosidad de cada gránulo, para luego calcular el rendimiento de eliminación de cada gránulo de aserrín para cada volumen de muestra líquida utilizada. Los gránulos absorbentes de Raque tienen una utilidad potencial en caso de derrames de líquidos en varias superficies, ya que tienen porosidades que van del 80 % al 93 %. Los resultados obtenidos mostraron una mayor afinidad en la estructura del sedimento sólido con líquidos grasos y ácidos, sin causar mayores variaciones en la forma del sedimento sólido. Además, el sedimento de aserrín de

Raque, con un tamaño de 4 mm de longitud y un peso de 0,1 g, mostró una mayor eficacia de eliminación con respecto a cada una de las muestras líquidas utilizadas.

Palabras clave: aserrín, pellet, absorción, derrames, líquidos.

Abstract

The agro-industrial area provides different materials with capacity of reutilization, coming from each one of the stages of diverse food and non-food industrial processes. Considering this aspect, Raque (*Vallea stipularis* L. f.) sawdust is a useful element for absorbing hydrophilic and hydrophobic liquids when spills of harmful materials that require immediate containment are generated. The objective of the present work was to elaborate a vegetal pellet from Raque, with absorbent characteristics for the removal of liquid substances of daily use, in areas of spills. With a previously physically treated plant material, the pellets were prepared by using a pelletizer, in order to obtain a pellet diameter of 8.55 mm, where it was subsequently exposed to tests of absorption and resistance against six samples of conventional liquids, thus evaluating the effect of the pellet size and weight on absorption, by quantifying variables such as the real density and porosity of each pellet, and then calculating the removal performance of each sawdust pellet for each volume of liquid sample used. Raque absorbent pellets have a potential utility in case of liquid spills on various surfaces, because they have porosities ranging from 80 % to 93 %. The results obtained showed greater affinity in the structure of the solid pellet with fatty liquids and acids, without causing greater variations in the form of the solid pellet. In addition, the Raque sawdust pellet, with a size of 4 mm in length and a weight of 0.1 g, shows higher removal efficiency with respect to each of the liquid samples used.

Keywords: Sawdust, pellet, absorption, spills, liquids.

Introducción

Los distintos líquidos de uso cotidiano en la vida del ser humano, cuya derivación proviene de varios procesos industriales, para uso alimenticio, académico e higiénico, tienen una propagación fácil en superficies, haciendo que se provoquen derrames. Con el fin de mitigar las problemáticas de contaminación ocasionadas por el flujo de agua no apta a nivel doméstico e industrial, se buscan materiales naturales y sintéticos que permitan mitigar esta amenaza ambiental (Celec, 2011) y permitan recurrir a una solución rápida en la limpieza de líquidos, contrarrestando el daño con uso de otros materiales sintéticos como el polipropileno.

En la actualidad, se buscan alternativas de mitigación de derrames que causen el menor impacto negativo posible al ambiente (Elías, 2012). Productos como aceites, grasas y ácidos inorgánicos son usualmente desechados en cualquier parte, sin tomar en cuenta las precauciones para su manejo que, en el caso de los ácidos, tienen características tóxicas, afectando el entorno y la salud de todo ser vivo. Otros productos, tales como los derivados lácticos, grasas animales y aceites vegetales, cuentan con un bajo índice de biodegradabilidad, provocando cambios en los ecosistemas, principalmente marinos, donde se crea una película sobre la superficie marina afectada, lo que impide la entrada de luz al agua (BBC, 2010), evitando el proceso de fotosíntesis y la proliferación de la vida.

El empleo de materiales vegetales, como el aserrín es utilizado en pocas áreas

industriales (Canastero, 2014), aun cuando esta materia natural presenta bajos costos y sin embargo muchas veces se le concede valía nula. Por esta razón, este material natural actúa en este proyecto como respuesta ante una problemática, por mitigar la contaminación del agua. Es así que este trabajo tiene como objetivo, obtener y caracterizar un pellet vegetal con características direccionadas a lograr la absorción de sustancias líquidas de mayor uso, reutilizando este aserrín para disminuir áreas de derrames de manera rápida y además efectiva. Para ello, se empleó material vegetal proveniente de cortezas de Raque (*Vallea stipularis* L. f.), presentes comúnmente en zonas del departamento de Cundinamarca.

Metodología

El material vegetal de la especie de Raque empleado fue el aserrín extraído de la madera recolectada de la zona silvestre del municipio de Tenjo, Cundinamarca, la cual fue almacenada en los laboratorios de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia.

Diseño experimental. Se empleó un diseño factorial completo (2^2), siendo los factores utilizados:

Factor 1: Tamaño de partícula: 2 mm, 4mm.
Factor 2: Cantidad de aserrín para la elaboración del pellet: 0,1 g, 0,2 g.

Pre-tratamiento del material vegetal. Tomando como referencia lo trabajado por

(Jiménez, et al., 2012), el aserrín se lavó en dos ocasiones con agua destilada y se secó en un horno de convección forzada, marca Thermo Scientific, a 85 °C durante 18 h. La muestra vegetal se separó, mediante el empleo de un tamiz Tyler con tamaños de malla número 10 y número 5 con tamaños de 2 a 4 mm de material, respectivamente.

Elaboración del pellet. Se empleó una peletizadora marca Skj150, cuyas características de la máquina son presentadas a continuación:

Motor: 380 v
Potencia: 5,5 kW
Capacidad: 150-200kg /h.

Con el aserrín fino y humedecido con agua destilada, se depositó la mezcla en la tolva de la máquina y utilizando un disco de 23 cm de diámetro, se elaboraron los pellets de aserrín de Raque.

Dimensiones disco de peletizadora:
diámetro lado ancho: 0,9 cm.
Diámetro lado angosto: 0,8 cm.
Diámetro disco: 23 cm.

Con respecto a las dimensiones de cada pellet, se realizaron mediciones en milímetros (mm), verificando su estructura física, asegurando que no hubiera partículas de mayor tamaño en su estructura, ni malformación en alguno de los pellets obtenidos, para mejorar la retención de líquidos y calidad de cada pellet de aserrín, respecto a bases teóricas (Norma EN 14961-2, 2011).

Evaluación de las condiciones del pellet de aserrín con cada muestra líquida.

Con los pellets de aserrín de Raque obtenidos en la peletizadora y estandarizando el grosor de las muestras de pellets iniciales, se utilizaron diferentes tipos de pellets, variando su tamaño y peso; A (2 mm-0,1 g), B (4 mm-0,1 g), C (2 mm-0,2 g) y D (4 mm – 0,2 g), evaluando así el comportamiento físico; absorción y resistencia ante cada una de las muestras líquidas, con un tiempo de humectación de 12 minutos por cada pellet, con volúmenes variables para cada muestra líquida, tal como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Muestras líquidas utilizadas en el proyecto.

Sustancia	Volumen (cm ³)
Leche Entera	1,5
Café diluido en agua	1,5
Etanol (Alcohol etílico)	1,5
Aceite de girasol	1,2
Jugo natural	1,5
Jabón líquido	1,5
2- Propanona	1,3
Ácido clorhídrico (1%)	1,5

La resistencia posteriormente se calificó por observación, teniendo en cuenta la nueva estructura física de cada pellet, después de la humectación, observando el cambio en su forma y textura. Se calculó el rendimiento de absorción de los pellets de aserrín por cada muestra líquida (Rendimiento = (volumen removido/volumen total inicial) x 100), teniendo registrado el volumen inicial de líquido utilizado y obteniendo el volumen del líquido removido por cada pellet vegetal.

Caracterización física del pellet. La densidad del pellet se evaluó con base en la ecuación 1:

$$Ds = Dt \frac{M2}{M1+Ms+M2} \quad (1)$$

Donde:

DS es la densidad del sólido.

DL es la densidad del líquido humectante.

MS es la masa del sólido.

M₁ es la masa de líquido requerido para llenar el recipiente de medición sin fibra.

M₂ es la masa de líquido requerido para llenar el recipiente de medición con el MS.

Porosidad del pellet. La porosidad del pellet fue determinada de acuerdo con la ecuación 2:

$$Pr = \frac{V-Vs}{V} \quad (2)$$

Dónde:

PR es la porosidad (%).

V es el volumen total del sistema.

Vs es el volumen del sólido.

Resultados

Se elaboraron un total de 22 muestras en la máquina peletizadora, para cada una se determinó el ancho estándar de cada pellet a utilizar. En la Tabla 2 se presentan las dimensiones de los pellets elaborados con la peletizadora.

Utilizando el tamiz de disco con diámetro de 23 cm y tamaño agujero de 8 a 9 mm de la máquina peletizadora skj150, se estandarizó el tamaño de pellet de aserrín de Raque. Según Aenor (2012) basado en la norma (EN 14961), las dimensiones del pellet de aserrín obtenidas, usando esta máquina peletizadora y tomando como referencia 22 muestras de pellet elaboradas con materia vegetal de Raque, son de 8,55 mm de largo y 10,86 mm de ancho.

Tabla 2. Dimensiones de muestras de pellets.

No.	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
1	8,0	10,0
2	8,0	20,0
3	8,0	11,0
4	8,0	10,0
5	8,0	10,0
6	8,0	13,0
7	8,0	9,0
8	9,0	10,0
9	8,0	10,0
10	9,0	11,0
11	8,5	14,0
12	8,0	13,0
13	9,0	11,0
14	8,5	10,0
15	8,0	7,0
16	9,0	12,0
17	9,0	9,0
18	10	10
19	10	10
20	9	9
21	9	8
22	8	12
Media	8,55	10,86
desviación estándar	0,65	2,62

El pellet de aserrín de Raque cumple con el tamaño en milímetros que afirma la norma EN 14961, debido a que el pellet se encuentra entre un ancho de diámetro de 8

mm a 10 mm y una longitud entre 3,15 mm y 40 mm. En las Figuras 1 y 2 se muestran imágenes de los pellets elaborados.



Figura 1. Pellets de 4 mm de longitud (0,1- 0,2 g)



Figura 2. Pellets de 2 mm de longitud (0,1- 0,2 g)

Densidad de pellets. En la Tabla 3 se presenta la densidad real de cada tipo de pellet saturado, dependiendo de cada muestra líquida utilizada, usando 4 tipos

de pellet por muestra líquida. A, B, C y D, registrando la densidad de la sustancia humectante y la masa del pellet sólido a distintas condiciones.

Sustancia	Muestra	Densidad sustancia (DL)	Masa del sólido (MS) (kg)	Masa líquido sin MS (M1)	Masa líquido con MS (M2) (kg)	Densidad Pellet
Leche entera	A	1.032 kg/m ³	1,2 x10 ⁻⁴	1,548 x10 ⁻³ kg	1,4 x10 ⁻³	516 kg/m ³
	B		1,3 x10 ⁻⁴		1,4 x10 ⁻³	
	C		2,0 x10 ⁻⁴		1,3 x10 ⁻³	
	D		2,2 x10 ⁻⁴		1,3 x10 ⁻³	
Café diluido	A	450 kg/m ³	1,1 x10 ⁻⁴	6,750 x10 ⁻⁴ kg	5,7 x10 ⁻⁴	225 kg/m ³
	B		1,4 x10 ⁻⁴		5,4 x10 ⁻⁴	
	C		2,1 x10 ⁻⁴		4,7 x10 ⁻⁴	
	D		2,2 x10 ⁻⁴		4,6 x10 ⁻⁴	
Etanol (Alcohol etílico)	A	806 kg/m ³	1,2 x10 ⁻⁴	1,207 x10 ⁻³ kg	1,1 x10 ⁻³	403 kg/m ³
	B		1,1 x10 ⁻⁴		1,1 x10 ⁻³	
	C		2,1 x10 ⁻⁴		1,0 x10 ⁻³	
	D		2,1 x10 ⁻⁴		1,0 x10 ⁻³	
Aceite de girasol	A	920 kg/m ³	1,2 x10 ⁻⁴	1,104 x10 ⁻³ kg	9,8 x10 ⁻⁴	460 kg/m ³
	B		1,1 x10 ⁻⁴		9,9 x10 ⁻⁴	
	C		2,3 x10 ⁻⁴		8,7 x10 ⁻⁴	
	D		2,2 x10 ⁻⁴		8,8 x10 ⁻⁴	
Jugo natural	A	1.042 kg/m ³	1,3 x10 ⁻⁴	1,563 x10 ⁻³ kg	1,4 x10 ⁻³	521 kg/m ³
	B		1,2 x10 ⁻⁴		1,4 x10 ⁻³	
	C		2,3 x10 ⁻⁴		1,3 x10 ⁻³	
	D		2,2 x10 ⁻⁴		1,3 x10 ⁻³	
Jabón líquido	A	1.265 kg/m ³	1,1 x10 ⁻⁴	1,907 x10 ⁻³ kg	1,8 x10 ⁻³	633 kg/m ³
	B		1,0 x10 ⁻⁴		1,8 x10 ⁻³	
	C		2,0 x10 ⁻⁴		1,7 x10 ⁻³	
	D		2,1 x10 ⁻⁴		1,7 x10 ⁻³	
2 - propanona	A	791 kg/m ³	1,3 x10 ⁻⁴	1,028 x10 ⁻³ kg	9,0 x10 ⁻⁴	396 kg/m ³
	B		1,4 x10 ⁻⁴		8,9 x10 ⁻⁴	
	C		2,2 x10 ⁻⁴		8,1 x10 ⁻⁴	
	D		2,1 x10 ⁻⁴		8,2 x10 ⁻⁴	
Ácido clorhídrico (1%)	A	1.040 kg/m ³	1,3 x10 ⁻⁴	1,560 x10 ⁻³ kg	1,4 x10 ⁻³	520 kg/m ³
	B		1,2 x10 ⁻⁴		1,4 x10 ⁻³	
	C		2,1 x10 ⁻⁴		1,4 x10 ⁻³	
	D		2,3 x10 ⁻⁴		1,3 x10 ⁻³	

Tabla 3. Densidad real de pellets de aserrín de Raque con respecto a cada muestra líquida.

La densidad del sólido para cada muestra está relacionada con la densidad del líquido humectante sumergido en cada una. Esta densidad de líquido es proporcional a la densidad del pellet, como se observa en la Tabla 4, ya que es la capacidad en peso de líquido, capaz de retener cierto volumen determinado y las sustancias líquidas más densas, como es el caso de la muestra del jugo natural y la leche, tienen un peso superior contenido en el pellet, por ello absorben menor volumen líquido, con respecto a las otras muestras de menor densidad. Esta característica afecta directamente a la absorción, porque la masa de líquido retenida en el volumen total del pellet saturado es mayor y se retiene el volumen límite de líquido que el pellet soporta. Por esta razón, pellets con mayor densidad (como los obtenidos con la leche, el jugo natural y el ácido clorhídrico),

obtuvieron un bajo rendimiento de absorción, es decir, menos del 50 % del rendimiento de absorción en los 4 ensayos realizados con los pellets, en cada una de las muestras líquidas.

Entre tanto, sustancias como el café, 2-propanona y aceite de girasol, todas con densidades de líquido menores a la unidad de masa por cm^3 , registraron una menor densidad real de pellet saturado, con un rendimiento mayor a 59 % para cada una de las muestras líquidas nombradas anteriormente. Para las muestras realizadas, con cada una de las sustancias líquidas y volúmenes que varían desde $1,2 \text{ cm}^3$ a $1,5 \text{ cm}^3$, se utilizaron diferentes tipos de pellets, variando su tamaño y peso: A (2mm-0,1 g), B (4mm-0,1 g), C (2mm-0,2 g) y D (4mm - 0,2 g), representado en la Figura 5.

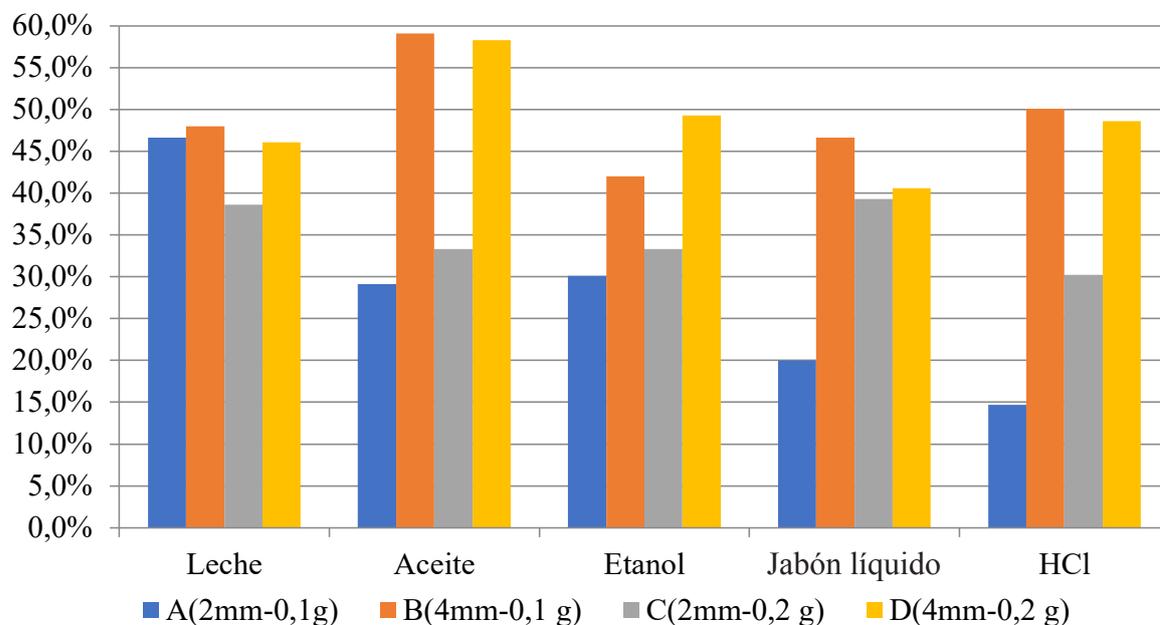


Figura 5. Rendimiento de remoción de muestras líquidas con cada tipo de pellet (A, B, C, D).

Para la evaluación y cálculo de rendimiento de remoción, se emplearon los factores o variables: peso y tamaño de pellet. El tipo de pellet de aserrín de Raque que mejor respondió al rendimiento de absorción de las muestras líquidas en la mayoría de los ensayos, fue el tipo B (4mm - 0,1 g), a excepción de la muestra de etanol, debido a pérdidas por evaporación de este líquido en este ensayo, aun así, la tendencia de mayores rendimientos fue demarcada por el tamaño de pellet de 4 mm, confirmando que el tamaño del pellet tiene mayor efecto en el rendimiento de absorción de líquidos, mientras que la variable peso genera otras

modificaciones, independientemente de la muestra líquida empleada. Además, la muestra de jugo natural se descartó debido al bajo rendimiento de absorción y también porque afecta considerablemente la textura y forma de todos los pellets expuestos a esta muestra líquida.

Porosidad pellets. En la Tabla 4 se muestran los porcentajes de porosidad para cada tipo de pellet utilizado, por sustancia líquida, teniendo en cuenta el volumen del pellet de aserrín y el volumen total, es decir, volumen de muestra líquida más el volumen del sólido en inmersión.

Tabla 4. Porosidad de pellets de aserrín de Raque con respecto a cada sustancia líquida.

Sustancia	Muestra pellet	Volumen del sólido	Volumen total	Porosidad %
Leche entera	A	0,1146 cm ³	1,614 cm ³	93,03
	B	0,229 cm ³	1,729 cm ³	86,75
	C	0,1145 cm ³	1,614 cm ³	93,05
	D	0,231 cm ³	1,731 cm ³	87,05
Café diluido	A	0,1151 cm ³	1,615 cm ³	92,87
	B	0,230 cm ³	1,730 cm ³	87,05
	C	0,1152 cm ³	1,615 cm ³	93,06
	D	0,231 cm ³	1,731 cm ³	86,65
Etanol (alcohol etílico)	A	0,1151 cm ³	1,615 cm ³	92,87
	B	0,228 cm ³	1,728 cm ³	86,80
	C	0,1147 cm ³	1,614 cm ³	93,09
	D	0,231 cm ³	1,731 cm ³	86,65
Aceite girasol	A	0,1152 cm ³	1,315 cm ³	91,23
	B	0,229 cm ³	1,431 cm ³	84,07
	C	0,1151 cm ³	1,315 cm ³	91,25
	D	0,231 cm ³	1,429 cm ³	84,03
Jugo natural	A	0,1150 cm ³	1,615 cm ³	93,07
	B	0,230 cm ³	1,730 cm ³	86,70
	C	0,1151 cm ³	1,615 cm ³	92,87
	D	0,232 cm ³	1,732 cm ³	87,01

Sustancia	Muestra pellet	Volumen del sólido	Volumen total	Porosidad %
Jabón líquido diluido	A	0,1149 cm ³	1,614 cm ³	92,88
	B	0,231 cm ³	1,731 cm ³	87,05
	C	0,1152 cm ³	1,615 cm ³	93,06
	D	0,229 cm ³	1,729 cm ³	87,05
2- propanona	A	0,1148 cm ³	1,414 cm ³	91,88
	B	0,232 cm ³	1,532 cm ³	84,85
	C	0,1151 cm ³	1,415 cm ³	91,86
	D	0,231 cm ³	1,531 cm ³	85,01
Ácido clorhídrico (1%)	A	0,1152 cm ³	1,615 cm ³	93,06
	B	0,231 cm ³	1,731 cm ³	87,05
	C	0,1150 cm ³	1,615 cm ³	92,87
	D	0,230 cm ³	1,730 cm ³	87,01

La porosidad o volumen vacío depende exclusivamente de la estructura de la fibra utilizada y las medidas generales correspondientes a la elaboración de cada uno de los pellets. En la totalidad de los ensayos, los pellets absorbieron como mínimo un 15 % de volumen de muestra líquida. El material de aserrín de Raque, presenta porosidades entre 80 % a 94 % con respecto a las muestras líquidas usadas en el proyecto, tomando como base la experimentación realizada, afirmando que esta fibra natural es altamente absorbente, debido al volumen vacío que contiene en su estructura.

La evaluación de la respuesta de cada pellet de aserrín utilizado en la absorción de diferentes muestras líquidas cotidianas y de uso académico, permitió establecer que este material actuó de mejor forma en líquidos con presencia de grasa (aceite y leche), ácidos fuertes (ácido clorhídrico) y grupos carbonilos (2- propanona), mientras que tuvo un rendimiento bajo en líquidos

como el jabón diluido en solución acuosa y el jugo natural, debido probablemente a la alta presencia de agua en ambas sustancias.

Conclusiones

La especie de Raque (*Vallea stipularis* L. f.), respondió de manera efectiva en cada uno de los ensayos realizados y la evaluación de absorción de muestras líquidas de uso doméstico e industrial. El tipo de pellet de aserrín de Raque previamente elaborado que obtuvo mejor rendimiento de absorción de las muestras líquidas fue el tipo B (4mm - 0,1 g), considerando que la variable tamaño de pellet tiene un efecto mayor en el rendimiento de absorción de líquidos. La porosidad del material fibroso, presente en la estructura del aserrín de Raque, tiene un efecto considerable en los resultados de absorción, registrando niveles entre 80 % a 94 %, por lo que se observa una mayor afinidad del sólido con líquidos grasos y

ácidos, considerando además, que el pellet de aserrín de Raque remueve sustancias líquidas con menores densidades, de manera más efectiva. El aserrín de Raque es un material altamente fibroso y posee una capacidad de absorción importante, dejando así un terreno abierto a próximos estudios e investigaciones acerca de esta temática, usando esta especie u otra, también con características absorbivas, para ser empleado en la mitigación del derrame de distintos líquidos en superficies.

Referencias Bibliográficas

- Canastero, R. (2014). *Aprovechamiento de los residuos de la madera y su posible reutilización en fabricación de biomasa generada en Bogotá*. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad tecnológica. Ingeniería de Producción.
- Celec. (s.f.). *Manejo, prevención y control de derrames de aceites químicos y combustibles*. Cuenca, Ecuador. Recuperado de <https://www.celec.gob.ec/hidropaute/images/Ambiente/Control.de.derrames.pdf>.
- Elías, X. (2012). *Reciclaje de residuos industriales. Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A. 2.da edición. ISBN: 978-84-9969-366-8.
- Jiménez, M. & Padilla, G. (2012). *Evaluación del potencial de absorción del aserrín para remover aceites pesados en cuerpos de agua a escala laboratorio*. Recuperado de <http://190.242.62.234:8080/jspui/handle/11227/8>.
- Plitt, L. (2010). *Verdadero impacto de un derrame de petróleo*. Recuperado de http://www.bbc.com/mundo/internacional/2010/04/100428_derrame_petroleo_claves_lp.shtml.