

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRIA EN AGROECOLOGIA

MENCIÓN GESTION AMBIENTAL



**USO DE MATERIALES ORGÁNICOS COMO FILTROS EN EL TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE GRANJAS PORCICOLAS**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS DE AGROECOLOGIA

MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

CARLOS ESTEBAN HUAMÁN CUESPÁN

Tingo María - Perú

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO
DIRECCIÓN



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
Nro. 021-2018-EPG-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 07:00 pm, del día viernes 24 de agosto del 2018, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

"USO DE MATERIALES ORGÁNICOS COMO FILTROS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE GRANJAS PORCICOLAS"

A cargo de la candidata al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención Gestión Ambiental, **Carlos Esteban HUAMAN GUESPAN.**

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo **BUENO.**

Acto seguido, a horas 08:20 pm el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

Tingo María, 24 de agosto del 2018.

Dr. JORGE RIOS ALVARADO
Presidente del Jurado

M.Sc. JOSÉ L. PAREDES SALAZAR
Miembro del Jurado



M.Sc. FRANKLIN DIONISIO MONTALVO
Miembro del Jurado

M.Sc. JOSÉ E. HERNÁNDEZ GUEVARA
Asesor

DEDICATORIA

A mí Madre María Magdalena Cuespán Murrieta y mi Padre Esteban Huamán Felix; quienes con amor y sacrificio me apoyaron en mi trayectoria estudiantil. De no ser por ellos no escribiría estas palabras y no existiría todo lo demás.

A Javier Anthony Huamán Dueñas, Alexander Didier Huamán Dueñas y Karla Julliet Huamán Primo; las personas que más quiero en este mundo y significan todo para mí.

A Esteban Segundo Huamán Cuespán y Anick Charloth Huamán Cuespán, mis dos grandes amigos de sangre quienes me apoyaron y motivaron para seguir adelante y siempre estuvieron ahí para alentarme y no rendirme.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser el creador que las cosas sucedan.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por haberme forjado como profesional.

A los profesores de la Facultad de Zootecnia, quienes contribuyeron en mi formación académica.

Al M.Sc. José E. Hernandez Guevara, por Asesor de tesis en el presente trabajo de investigación.

En general a todos y cada una de las personas que han vivido conmigo la realización de la tesis, porque tanto ellos como yo sabemos que desde lo más profundo de mi corazón les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo y sobre todo cariño y amistad.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. REVISIOÓN DE LITERATURA	11
2.1. Aguas residuales.....	11
2.2. Aguas residuales provenientes de granjas porcícolas.....	11
2.3. Generación de estiércol en granjas porcícolas.....	12
2.4. Composición fisicoquímica del estiércol del cerdo	13
2.5. Parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales.....	13
2.6. Parámetros biológicos de las aguas residuales	15
2.7. Tratamiento de aguas residuales provenientes de granjas porcícolas .	15
2.8. Filtros.....	16
2.9. Tratamiento primario y secundario de las aguas residuales.....	17
2.10. Estándares nacionales de la calidad ambiental del agua en el Perú.....	18
2.11. Materiales orgánicos usados como filtros en el tratamiento de aguas residuales.....	19
2.12. Aserrín de madera.....	21
2.13. Cascarilla de arroz.....	22
2.14. Cascarilla de café	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Lugar y ejecución del proyecto.....	25

3.2.	Tipo de investigación.....	25
3.3.	Nivel de investigación.....	25
3.4.	Instalaciones	26
3.5.	Construcción de los filtros	26
3.6.	Recolección y preparación de los materiales orgánicos.....	26
3.7.	Preparación de los filtros organicos.....	27
3.8.	Muestreo y análisis del afluente	28
3.9.	Variables independientes	29
3.10.	Tratamientos en estudios	29
3.11.	Variable dependiente.....	30
3.12.	Análisis estadístico	30
3.13.	Metodología de la variable independiente	32
3.13.1.	Parámetros fisicoquímicos del efluente.....	32
3.13.2.	Parámetro biológicos del efluente	33
IV.	RESULTADOS.....	34
4.1.	Parámetros fisicoquímicos del agua residual en función de cada filtro orgánico utilizado.....	34
4.1.1.	Parámetros fisicoquímicos del afluente y efluente.....	34
4.1.2.	Parámetros biológicos del afluente y del efluente tratada con los filtros organicos.....	36
4.1.3.	Análisis proximal del agua afluente y del efluente tratado con los filtros organicos.....	37
V.	DISCUSIÓN.....	38

5.1. Parámetros fisicoquímicos del afluente y efluente	38
5.2. Parámetros biológicos bacterias del afluente y del efluente tratados con los filtros organicos	40
5.3. Análisis proximal y de minerales del afluente y efluente	41
VI. CONCLUSIONES.....	43
VII. RECOMENDACIONES	44
VIII. ABSTRAC.....	45
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Parámetros biológicos de estándares nacionales de la calidad ambiental para el agua; CATEGORIA 3: Riego de vegetales y consumo de animales.	18
2. ParámetrosFisicoquímicos de estándares nacionales de la calidad ambiental para el agua Categoría: 3.....	19
3. Parámetros organicos e inorgánicos de estándares nacionales de la calidad ambiental para el agua Categoría: 3.....	19
4. Parámetros fisicoquímicos del afluente y del efluente tratado con los filtros organicos	35
5. Parámetros biológicos (E. Coli, Coliformes totales) del afluente y efluente tratado con los filtros orgánicos.....	36
6. Parámetros biológicos (Cryptosporidium parvum, Naegleria floweri) en función de filtros orgánicos	37
7. Análisis proximal del afluente y del efluente tratado con los filtros organicos	37

ÍNDICE DE FIGURA

Figura	Página
1. Esquema del filtro de PVC	26
2. Materiales orgánicos usados en los filtros	27
3. Esquema del experimento.....	28
4. Croquis de distribución de tratamientos	29

RESUMEN

En la presente investigación mediante procedimientos experimentales se utilizó materiales orgánicos como filtros para tratar aguas residuales provenientes de granjas porcícolas; con el objetivo de evaluar los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua residual tratada con los materiales orgánicos.

Se utilizaron residuos orgánicos; cascarilla de arroz, cascarilla de café y aserrín de madera. Los parámetros de pH, potencial oxido reducción, salinidad, conductividad eléctrica, sólidos totales mostraron diferencia significativa entre los tratamientos, para los parámetros de DQO y DBO₅; la cascarilla de arroz, removi6 87% de DQO y 52% DBO₅; la cascarilla de café removi6 86% de la DQO y 50% de la DBO₅; el aserrín de madera removi6; 86.5% de la DQO y 45% de la DBO₅. Los análisis de los parámetros biológicos mostraron que los materiales orgánicos no son eficientes estadísticamente en la retención de parásitos y bacterias; sin embargo, en base al 460 NMP/100ml de *E coli*, en el agua residual, existi6 una efectividad de los filtros orgánicos en la retención de coliformes termotolerantes (*E. coli*); para la cascarilla de arroz fue de 97.4%, 97.1 para la cascarilla de café y 95.8% para el aserrín de madera en el caso de los coliformes totales en base a 1100 NMP/100ml, la efectividad de retención fue de 92%, 85% y 98.7% para la cascarilla de arroz, cascarilla de café y aserrín de madera; la efectividad en la reducción del *E. coli* y de los coliformes termotolerantes en el efluente.

Palabras clave; Materiales orgánicos, agua residual.

I. INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas que utilizan agua en las industrias generan aguas residuales, el volumen de estas y el nivel de contaminación se encuentran en constante aumento en todo el mundo. En todos los países excepto los más desarrollados, la mayor parte de las aguas residuales se vierte directamente al medio ambiente sin un tratamiento adecuado teniendo repercusiones negativas en la salud humana, la productividad económica, la calidad de los recursos del agua y los ecosistemas (UNESCO, 2017).

La disposición de aguas residuales sin tratamiento alguno y las aguas residuales tratadas inadecuadamente contaminan los cuerpos de agua natural, a su vez, por infiltración en el subsuelo contaminan las aguas subterráneas, por lo que se convierten en focos infecciosos para la salud de las poblaciones, así como para la flora y fauna del lugar (OEFA,2014).

En el Perú existen muchas granjas de cerdos que no realizan tratamientos adecuados de las aguas residuales provocando fuertes olores, grandes volúmenes de materia orgánica y acumulación de sedimentos. Según lo establecido en la normativa está prohibido efectuar vertimientos de aguas residuales sin tratamiento ni previa autorización, por lo que su tratamiento es un imperativo, existiendo actualmente diversas tecnologías, dentro de ellas; el

proceso de filtración sobre medio de soporte orgánico (GARZÓN Y ZÚÑIGA 2014).

Por lo mencionado se plantea la presente investigación con el propósito de evaluar, ¿Cuál será el efecto del uso de materiales orgánicos como filtros en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la unidad porcícola del Centro de Investigación y Capacitación de la Granja Zootecnia ?, planteándose la hipótesis de que el uso de materiales orgánicos como filtros mejora la calidad físicoquímicos: Ph, potencial oxido reducción, temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, salinidad solidos totales DQO, DBO, materia organica, ceniza, materia seca, nitrógeno. Biológicos: *E. Coli*, *Coliformes totales*, *Cryptosporidium parvum*, *Naegleria floweri*; de las aguas residuales provenientes de granja porcícola del Centro de Investigación y Capacitación de la Granja Zootecnia.

Objetivo General

- Evaluar la eficiencia de materiales orgánicos usados como filtros en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la unidad porcícola del Centro de Investigación y Capacitación Granja Zootecnia, UNAS.

Objetivos específicos

- Determinar los parámetros físicoquímicos: Ph, potencial óxido reducción, temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, salinidad solidos totales DQO, DBO, materia organica, ceniza, materia seca, nitrógeno; de las aguas residuales de la unidad porcícola del Centro de Investigación y

Capacitación Granja Zootecnia, UNAS, tratadas con materiales orgánicos usados como filtros.

- Determinar los parámetros biológicos: *E. Coli*, *Coliformes totales*, *Cryptosporidium parvum*, *Naegleria floweri*; de las aguas residuales de la unidad porcícola del Centro de Investigación y Capacitación Granja Zootecnia, UNAS, tratadas con materiales orgánicos usados como filtros.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aguas residuales

Las aguas residuales son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas a un sistema; se dividen en aguas residuales domésticas, industriales y municipales (OEFA, 2014).

ESPIGARES y PEREZ (1985) define a las aguas residuales como aquellas que proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal.

Para evitar la contaminación de las aguas por escurrimiento, filtración en el suelo o arrastre hacia los mantos superficiales o subterráneos se debe realizar un manejo, disposición y tratamiento (SENASA, 2011)

2.2. Aguas residuales provenientes de granjas de cerdos

Las aguas residuarias provenientes de granjas de cerdos es producida principalmente por las labores de aseo en corrales y pasillos.

URBINA *et al.* (2010) cuantificó el gasto de agua en las granjas porcinas en donde encontrando que se usa de 25 a 30 litros de agua diarios por animal, cuando se realizan dos lavadas y de 16 a 20 litros con una lavada.

TAIGANIDES (1996) manifiesta que el agua residual de las granjas de cerdos se caracterizan por su mal olor y por poseer un muy alto contenido de sólidos totales, coliformes fecales y materia orgánica, mostrando valores de 560 y 3 000 mg/lit, para la DQO y de DBO₅ respectivamente que lo califican como una agua residual muy contaminado.

MILLARES (2011) las aguas residuales provenientes de granjas contaminan al suelo con el aumento de hierro, cobre, zinc, potasio, fosforo, nitritos y nitratos, en el agua elevando la demanda de oxígeno, sólidos en suspensión, eutrofización de las aguas superficiales y acidificación producida por amoniaco.

Para el tratamiento de aguas residuales de granjas porcícolas se utilizan nuevas técnicas que puedan reducir al mínimo el riesgo de contaminación, siendo estas ricas en materia orgánica el uso de filtros orgánicos es una buena alternativa (MATOS *et al.*, 2006).

2.3. Generación de estiércol en granjas porcícolas

Existen muchos factores que determinan las tasas de excreción de heces y orina: edad del animal, madurez fisiológica, cantidad y calidad del alimento ingerido, volumen del agua consumida, clima, entre otros (PINELLI *et al.*, 2014).

HUMMEL (2014) manifiesta que la cantidad de estiércol que puede producir un animal en un año varía de acuerdo a la alimentación, el tipo de cama y con la especie; cerdos gestantes producen 5 kg/día, haciendo un total de 1825 Kg/año, cerda lactante; 12 kg/día, al año un total de 4380 Kg/año, gorrino; 7.5 kg/día, al año un total de 2737 kg.

2.4. Composición fisicoquímica del estiércol del cerdo

Los componentes físicos del estiércol de cerdo son la materia orgánica y los sólidos en suspensión; en tanto que los químicos incluyen el contenido de nitrógeno, el fósforo, potasio y el olor el cual es ocasionado por una gran cantidad de compuestos orgánicos volátiles (SUTTON *et al.*,1999).

El principal problema ocasionado por las excretas es la contaminación química debido a la excreción de grandes cantidades de nitrógeno en forma de nitratos, fósforo y potasio (MARISCAL, 2007).

2.5. Parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales

ALDAS (2004) manifiesta que existen parámetros para establecer la calidad del agua dentro de ellas tenemos ; oxígeno disuelto, el pH, los sólidos en suspensión, la DQO y DBO5, el % de fosforo, nitratos, nitritos, amonio, cloro, zinc y cobre expresado en mg/L.

GALLO (2016) afirma que hay que tener presente que el pH sufre variaciones con la temperatura; en caso de los afluentes de granjas porcinas, el pH varía entre 6 y 8, tendiendo a la neutralidad en la medida que las excretas

sean más frescas. LOPEZ *et al.* (2017) indica que las aguas residuales provenientes de actividades pecuarias suelen presentar un pH ácido que varía entre 3.5 y 7, el pH bajo se debe principalmente a la presencia de ácidos orgánicos.

SERRANO *et al.* (2009) cuando las aguas residuales son ácidas y son vertidas directamente a las quebradas afectan a los microorganismos y plantas nativas

LOPEZ *et al.*(2017) utilizando materiales orgánicos para tratar aguas residuales aguas de actividades pecuarias encontró resultados de Ph ácidos que varía entre 3.5 y 7, esto se debe a la presencia de materiales orgánicos en el agua residual. OMS (1971) menciona que el potencial de oxidación es positivo cuando sufre una oxidación y es negativo cuando sufre una reducción normalmente el potencial redox vienen acompañado del cambio de Ph.

GUILLEMES (2014), menciona que la concentración de oxidantes en un agua residual es mayor porque tiene una tendencia a captar electrones por lo tanto mostrará un potencial redox positivo; por el contrario un agua reductora tiene una tendencia a ceder electrones y por tanto mostrará un potencial redox negativo.

ATLAS y BARTRA (1993), manifiestan que cuando baja el potencial redox en aguas y sedimentos, se observa una disminución en la concentración de oxígeno disuelto, la reducción de iones y moléculas importantes para la nutrición de microorganismos y formas de vida superior.

ESPIGARES y PEREZ (1985), caracterizaron las aguas residuales en donde reportan que la temperatura de las aguas residuales es mayor que la de las aguas no contaminadas, debido a la energía liberada por las reacciones bioquímicas.

2.6. Parámetros biológicos de las aguas residuales

En la mayoría de las aguas residuales, el género predominante es *Escherichia*, pero algunos tipos de bacterias de los géneros *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter* también son termotolerantes.

ASHBOLT (2001) realizó trabajos de investigación de tratamiento de aguas residuales en donde manifiesta que la presencia de *Escherichia coli* nos indica el grado de contaminación fecal. ARIAZ, (2006) estudio lagunas facultativas para tratar aguas residuales logrando una depuración del 99% de coliformes totales. (PÉREZ, 2005) utilizaron materiales biológicos y desechos orgánicos en la reducción de coliformes totales lograron los mismos resultados.

2.7. Tratamiento de aguas residuales provenientes de granjas porcinas

MARÍN y OSÉS (2013), realizaron técnicas y metodologías para el tratamiento de aguas residuales donde recomiendan que se debe realizar tratamientos primarios y secundarios, en el primario se incluye etapas como: separación de sólidos en suspensión y homogenización del efluente

ESCALANTE (2012), recomienda para el tratamiento de aguas residuales provenientes de granjas porcinas métodos físicos y biológicos en el

físico tenemos el cribado, tornillos, centrifugación, sedimentación y en el biológico el uso de digestores anaerobios, lagunas anaerobias y lagunas facultativas.

2.8. Filtros

La filtración es un proceso físico destinado a clarificar un líquido que contenga materia sólida en suspensión, haciéndolo pasar por un medio poroso generalmente sigue a los procesos de coagulación, floculación y decantación, permitiendo una buena eliminación de bacterias, color, turbiedad, e indirectamente, ciertos problemas de olor y sabor (PAYAN, 2013)

HERNÁNDEZ (2005) sugiere que en 1m^2 efectivos de biofiltro pueden tratar para 1 m^3 de aguas servidas diarias, la selección del agua a filtrar es de gran importancia para garantizar la eficiencia y estabilidad operacional del biofiltro.

BUELNA *et al.* (2011) describen a la filtración en cuatro pasos: Filtración lenta y pasiva; absorción, adsorción e intercambio iónico; biodegradación y desinfección, además menciona que en la filtración se lleva a cabo procesos de: Remoción de nitrógeno, principalmente por procesos de volatilización, filtración, asimilación, nitrificación, desnitrificación y reacciones de óxido reducción.

YAÑES (2017) investigó el tratamiento de aguas residuales en humedales de flujo vertical donde concluye que el nitrógeno del agua residual se puede eliminar por un medio granular a través del proceso de adsorción.

2.9. Tratamiento primario y secundario de las aguas residuales

Existen diferentes tecnologías para el tratamiento primario y secundario de las aguas residuales. SUERO, (2016) manifiesta que el objetivo principal del tratamiento primario es la remoción de sólidos suspendidos y eventualmente la materia orgánica.

GARZÓN *et al.* (2011) utilizó fosas de homogenización y biodigestores aerobios para tratar aguas residuales provenientes de granjas porcinas logrando una remoción de 39% de la DQO y 27% de la DBO₅ en comparación con los biodigestores que logró remover un 82 y 94% respectivamente. En cuanto a los sólidos en suspensión las fosas de homogenización retienen el 47% de SST a diferencia de los biodigestores que retienen un 76% de SST.

LO MÓNACO *et al.* (2004) realizó el estudio sobre la influencia de la granulometría del aserrín para tratar agua residual proveniente de granjas porcinas en el cual determinó que las partículas más grandes de los materiales filtrantes es más eficiente en la remoción de DBO y DQO y las partículas pequeñas fueron más eficientes en la extracción del Nitrógeno total.

LO MONACO *et al.* (2002) utilizaron filtros orgánicos en el tratamiento de aguas residuales como; pulpa de café, bagazo de caña y aserrín de madera obtuvieron resultado en 65%, 40% y 85% respectivamente para la eliminación de sólidos sedimentales. La eliminación de los productos químicos a través de materiales orgánicos está asociada a la retención física de los sólidos disueltos en

suspensión, los materiales orgánicos utilizados como filtros son eficientes por su capacidad de retener los productos químicos de aguas residuales pero tienen que tener una presión y granulometría adecuada (BRANDAO, 2003).

2.10. Estándares nacionales de la calidad ambiental del agua en el Perú

MINAM (2008) establece que los estándares nacionales de la calidad ambiental para el agua con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua.

Cuadro 1. Parámetros biológicos de estándares nacionales de la calidad ambiental para el agua; CATEGORIA 3: Riego de vegetales y consumo de animales.

Parámetros	Unidad	Vegetales	Vegetales
		Tallo Bajo	Tallo Alto
		Valor	Valor
Biológicos			
<i>Coliformes termotolerantes</i>	NMP/100mL	1000	2000(3)
<i>Coliformes totales</i>	NMP/100mL	5000	5000(3)
<i>Enterococcus</i>	NMP/100mL	20	100
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100	100
<i>Salmonella sp</i>		Ausente	Ausente
<i>Vibrión cholerae</i>		Ausente	Ausente

Fuente: MINAM (2008), **NMP/100**: Numero más probable en 100 ml, **Vegetales de Tallo alto**: Son plantas cultivables o no, de porte arbustivo o arbóreo y tienen una buena longitud de tallo las especies leñosas y forestales tienen un sistema radicular pivotante profundo (1 a 20 metros). **Vegetales de Tallo bajo**: Son plantas cultivables o no, frecuentemente porte herbáceo, debido a su poca longitud de tallo alcanzan poca altura. Usualmente, las especies herbáceas de porte bajo tienen un sistema radicular difuso o fibroso, poco profundo (10 a 50 cm). Ejemplo: Hortalizas y verdura de tallo corto, como ajo, lechuga, fresas, col, repollo, apio y arveja, etc. **Animales mayores**: Entiéndase como animales mayores a vacunos, ovinos, porcinos, camélidos y equinos, etc. **Animales menores**: Entiéndase como animales menores a caprinos, cuyes, aves y conejos

Cuadro 2. Parámetros Físicoquímicos de estándares nacionales de la calidad ambiental para el agua Categoría: 3

Parámetros	Unidad	Valor
Físicoquímicos		
Conductividad Eléctrica	(Us/cm)	<=5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<=15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
pH	Unidades de pH	6,5 - 8,4

Fuente: MINAM (2008)

Cuadro 3. Parámetros orgánicos e inorgánicos de estándares nacionales de la calidad ambiental para el agua Categoría: 3

Parámetros	Unidad	Valor
Inorgánicos		
Cobre	mg/L	0,5
Hierro	mg/L	1
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Zinc	mg/L	24

Fuente: MINAM (2008)

2.11. Materiales orgánicos usados como filtros en el tratamiento de aguas residuales.

TEJADA (2015) manifiesta que para extraer materiales orgánicos e inorgánicos de aguas residuales recomienda el uso de biomasa residual proveniente de industrias por tener en sus propiedades proteínas, carbohidratos y componentes fenólicos que contienen grupos carboxilo, hidroxilo, sulfatos, fosfatos

y amino, los cuales presentan gran afinidad por los iones metálicos, facilitando su captación.

APPELO y POTSMA (1993), distingue tres clases de adsorción: Eléctrico, por las fuerzas de Van der Waals y química. BRANDAO, (2003) menciona que residuos orgánicos como cascarilla de café, cascarilla de arroz bagazo de caña y aserrín de madera pueden constituir importantes opciones para ser utilizados como filtros para tratar aguas residuales de granjas porcinas.

Los materiales orgánicos utilizados como filtros pueden alcanzar mejores eficiencias de remoción de DQO, DBO₅, N, NH₄⁺ y a un menor costo de operación, en comparación con los filtros convencionales, además, pueden nitrificar, desnitrificar y remueven hasta 65% del NT, y remueven entre 4 y 8 unidades logarítmicas de coliformes fecales, y entre 98 y 100% de los huevos de helminto (GARZÓN *et al.* 2012).

LO MÓNACO (2001) recomienda que el tamaño de las partículas de los materiales orgánicos filtrantes entre 2 a 3 mm, siempre que la filtración sea más eficiente que la pérdida de presión del sistema.

Utilizando filtros orgánicos en el tratamiento de aguas residuales como pulpa de café, bagazo de caña y aserrín de madera se obtuvieron resultado en 65%, 40% y 85% respectivamente para la eliminación de sólidos sedimentales (LO MONACO *et al.* 2002).

TEJADA (2015) investigó la adsorción de los metales pesados con materiales biológicos; reportando que los materiales orgánicos por ser lignocelulósicos en su mayoría y están conformados por celulosa, hemicelulosa,

pectina y lignina; y se encuentran presentes en las paredes celulares de las plantas son los principales responsables de la adsorción de los iones metálicos durante el proceso de filtración

2.12. Aserrín de madera

MARTÍNEZ *et al.* (2012) mencionan que el aserrín de madera es un producto de todas las operaciones mecánicas de elaboración de la madera, su uso es variado y han constituido una solución a los problemas medio ambientales.

VICENTE (2016), utilizando aserrín para el tratamiento de aguas residuales arrojaron una eficiencia experimental de un 53.53 % en la remoción de contaminantes; la mayoría de parámetros medidos alcanzaron valores fuera de la norma ambiental pH = 5.8, Sólidos Suspendidos Totales = 370 mg/l, Sólidos Totales = 3264 mg/l, Colonias = 1×10^5 NMP/100 ml, DQO = 3650 mg/l, DBO = 39 mg/l, Hierro = 6.6 mg/l, demostrando poca eficiencia de tratamiento de acuerdo a lo esperado en la investigación.

BUELNA *et al.* (2001) trataron aguas residuales utilizando virutas de coníferas obteniendo remociones de 96% de DBO₅, 90% nitrógeno total y 99% de SST.

SOSA (2015) utilizó compost, aserrín y bagazo de caña de azúcar, para tratar agua residual doméstica, reportando resultados de la remoción de 60, 80 y 66% de DQO y 65, 71 y 80% de DBO₅, respectivamente. BATISTA *et al.*

(2013), obtuvieron remociones del 82% de sólidos en suspensión y 46% de los sólidos totales.

MAGALHAES *et al.* (2005) utilizó aserrín de madera como filtro orgánico en el tratamiento de aguas residuales donde encontró una eficiencia en un 90% en comparación con filtros orgánicos utilizando bagazo de caña que solo tiene una eficacia de 80% en la retención de los sólidos en suspensión

2.13. Cascarilla de arroz

HUARAZ (2013) manifiesta que en el Perú se genera una gran cantidad de residuos agrícolas como por ejemplo la cascarilla de arroz que en el año 2012 se generó aproximadamente 599,800 TM, de esta cantidad tan solo el 5% es usado en procesos de secado para ladrillos, lo demás es quemado o tirado a los ríos, esto genera una gran contaminación al medio ambiente.

PRADA (2010) describe a la cascarilla de arroz como de consistencia quebradiza, abrasiva y su color varía del pardo rojizo al púrpura oscuro, su densidad es baja, por lo cual al apilarse ocupa grandes espacios su peso específico es de 125 kg/ m³.

La cascarilla de arroz es un tejido vegetal que está compuesto por tres polímeros celulosa, lignina y hemicelulosa, la celulosa es un polímero lineal de unidades de glucosa, la hemicelulosa: es un polímero mixto conformado por pentosas y hexosas y la lignina es un polímero irregular de unidades fenilpropano (HUARAZ, 2013).

CORTES (1999) manifiesta que en ensayos para desintegrar cascarilla de arroz en medios biológicos estas se dificultan debido a su alto contenido de silicio cerca del 17 %, elemento que la convierte en un material de muy baja degradabilidad.

SUAREZ (2015) utilizó la cascarilla de arroz en filtros para tratar aguas de lluvia donde alcanzó una eficiencia global 86,60 % de turbidez, SST 69,34 %, 62,70 % de TDS, 84,38 % de DBO₅, DQO 41,88 % y 51,20 % de reducción de nitrato.

2.14. Cascarilla de café

GARCIA, (2008) define a la cascarilla como el perispermo del fruto del café y es extraída durante el proceso de beneficiado, del fruto del café aproximadamente el 19% termina siendo grano oro, el resto constituye residuos potencialmente contaminantes al medio ambiente

MANALS, (2017) evaluó las propiedades físicas y químicas de la cascarilla de café, encontrando resultados que al disminuir el diámetro de partícula el contenido de materia volátil disminuye y el contenido de cenizas aumenta, la humedad y el carbono fijo se mantienen fijos; concluyendo que el diámetro de partículas influye en la variación de todas las propiedades. RAJKUMAR (2005) indica que la cascarilla del café es prácticamente pura lignocelulosa y no tiene ningún valor como fertilizante.

BRANDAO (2003) la cascarilla de café usado como material filtrante muestra electronegatividad en el tratamiento de aguas resituarías de granjas porcina así mismo libera fosforo al efluente siendo un factor negativo en la solución, aumenta la concentración de carbono orgánico y retiene el calcio del afluente y reduce la concentración del Cobre.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y ejecución del proyecto

El trabajo experimental se realizó en el Centro de Investigación y Capacitación - Granja Zootécnica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco. Geográficamente está ubicado a 73° de longitud oeste y 9° 07' 11" de latitud sur, a una altitud de 600 m.s.n.m. con humedad relativa de 84% y temperatura promedio de 24°C, con una precipitación anual de 3600 mm.

3.2. Tipo de investigación

El trabajo realizado se enmarca en el tipo de Investigación aplicativo según (HERNÁNDEZ *et al.*, 2010) porque busca resolver un problema práctico para satisfacer necesidades.

3.3. Nivel de investigación

La investigación realizada se encuentra dentro del nivel experimental según (HERNÁNDEZ, *et al.* 2010) es experimental ya que trata de manipular las variables independientes buscando optimizarlas.

3.4. Instalaciones

Para el presente experimento se utilizó un área experimental de 16 m²; (4m de largo x 4m de ancho) de terreno y la infraestructura fue de madera con techo de calamina, para poder instalar los bidones conteniendo el agua residual a ser tratada.

3.5. Construcción de los filtros

Los filtros fueron construidos de material de PVC, con una longitud de 50 cm y un diámetro de 10 cm, con tapa de PVC en el parte inferior perforado en el centro con un diámetro de 10 mm para permitir la salida del agua filtrada por una manguera de plástico del mismo diámetro.

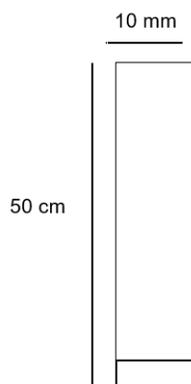


Figura 1. Esquema del filtro de PVC

3.6. Recolección y preparación de los materiales orgánicos

Los materiales orgánicos fueron recolectados de diferentes empresas dedicadas a su explotación para el caso de la cascarilla de café esta fue recolectada de la Cooperativa Agroindustrial la DIVISORIA, la cascarilla de arroz

de la molinera SAN DIEGO, ambas localizados en el distrito de Padre Felipe Luyando (Naranjillo), para el caso del aserrín de madera fue recolectada de la carpintería de la Universidad Nacional Agraria De La Selva , los materiales orgánicos seleccionados y recolectados fueron llevados al molino modelo martillo para su respectiva trituración donde se usó tamiz de 2 mm de diámetro para los tres casos; obteniendo material de orgánico de 2.0 a 2.8 mm de granulometría los materiales orgánicos se volvieron a pasar por un cernidor de diámetro 0.5 mm para luego ser vertidos en los filtros de PVC.



Figura 2. Materiales orgánicos

3.7. Preparación de los filtros orgánicos

Los materiales orgánicos seleccionados fueron pesados en una balanza digital, luego se vertió en cada filtro de PVC, con la ayuda de la yema de los dedos se ejerció una de presión de 12490N/m^2 que ejerce el peso de una persona de 90 kg aproximadamente; según; BRANDAO, 2003; hasta alcanzar una altura de 50 cm en cada filtro.

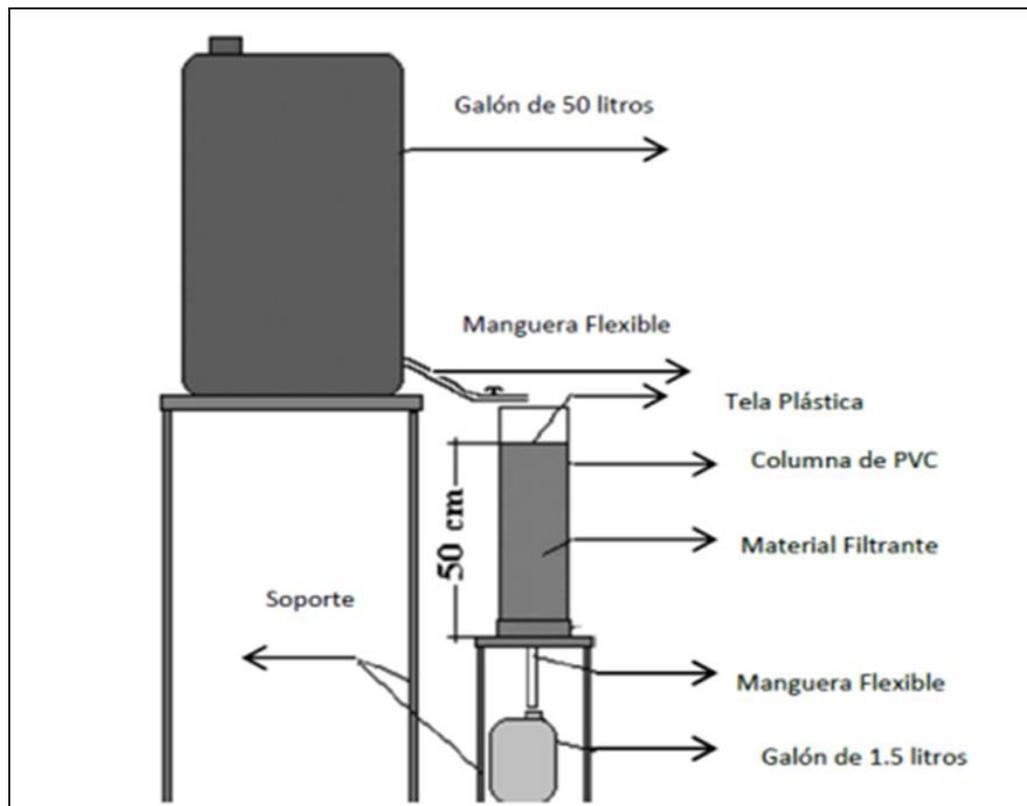


Figura 3. Esquema del experimento

3.8. Muestreo y análisis del afluente

La recolección de la muestra del afluente se realizó siguiendo el “PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES” **Resolución Jefatural N°010 – 2016 – ANA.** , las muestras fueron recolectadas de dos puntos críticos de la granja de cerdos previa identificación y acondicionamiento para su muestreo, estas fueron recolectadas en la mañana con una temperatura de 24 °C. El afluente fue recolectado primero a un cilindro de metal de 200 litros después fueron vertidas

en bidones con capacidad de 30 litros; luego se separó 500 ml de afluyente para su respectivo análisis en el laboratorio.

3.9. Variables independientes

Materiales orgánicos.

- Cascarilla de arroz
- Cascarilla de café
- Aserrín de madera

3.10. Tratamientos en estudios

- T1: Filtro de Cascarilla de arroz (FCA)
- T2: Filtro de Cascarilla de café (FCC)
- T3: Filtro de Aserrín de madera (FAM)

Los tratamientos se distribuyeron en el área experimental, según se muestra en el esquema a continuación

4m

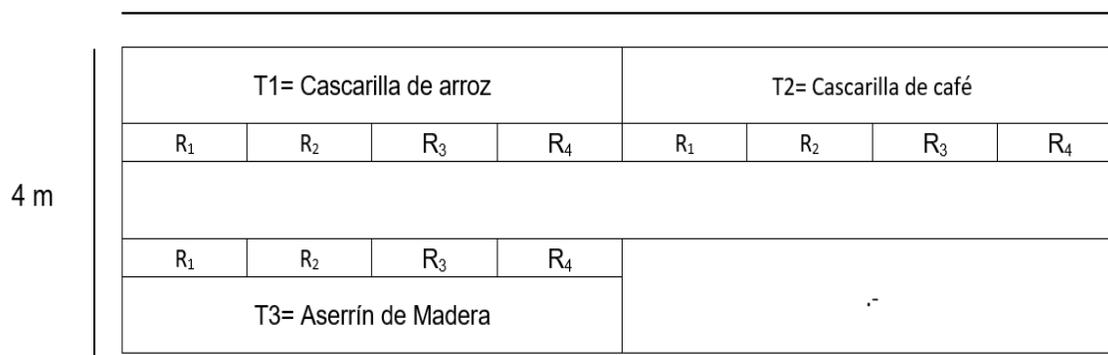


Figura 4. Croquis de distribución de tratamientos

3.11. Variable dependiente

- Nivel de calidad fisicoquímico del efluente: Materia orgánica, ceniza, humedad, pH, potencial oxido reducción, temperatura, salinidad, conductividad eléctrica, solidos totales, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), nitrógeno (N).
- Nivel de calidad biológicos del efluente: coliformes termotolerantes (*E. coli*), *coliformes totales*, *enterococcus*, *vibrión cholerae*, *Salmonella*, *Cryptosporidium parvum* y *Naegleria floweri*.

3.12. Análisis estadístico

El diseño experimental utilizado en el presente trabajo de investigación fue un diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y cuatro repeticiones cuyo modelo es el siguiente;

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = una observación en la j – esima unidad experimental sujeto al i – esimo tratamiento.

μ = Media general de las observaciones

t_i = Efecto del i -esimo tratamiento (filtro orgánico)

E_{ij} = error experimental)

Se utilizó el software estadístico INFOSTAT, para aplicar la prueba de TUKEY, con un nivel de confianza del 95% (STEEL y TORRIE 1988).

Los datos fueron sometidos a las pruebas de normalidad por el test de Shapiro Wilk, para el caso en que los datos no cumplían los supuestos del análisis de varianza paramétrico se usó el test de Kruskal – Wallis cuyo modelo se muestra a continuación.

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum \frac{\sum Rc^2}{ni} - 3(n+1)$$

Donde:

H = Valor estadístico de la prueba de Kruskal – Wallis

N = Tamaño total de la muestra

Rc² = Sumatoria de los rangos elevados al cuadrado

ni = Tamaño de la muestra de cada tratamiento

Para el cálculo de las diferencias significativas entre los tratamientos se utilizó la prueba de Dunn ($\alpha = 0.05$).

Para los parametros biológicos (*Cryptosporidium parvum* y *Naegleria floweri*) se empleó la prueba de independencia de la distribución χ^2 (chi-cuadrado), con la finalidad de evaluar el efecto de los filtros organicos sobre las variables biológicas (*Cryptosporidium parvum* y *Naegleria floweri*), para lo cual se emplearon las siguientes formulas:

Prueba de independencia:

$$X^2_{cal} = \frac{(O_i - c_i)^2}{e_i}$$

Para encontrar la frecuencia esperada:

$$e_i = \frac{F \times C}{n}$$

Donde:

O_i = Frecuencia observada de la clase o categoría.

e_i = Frecuencia esperada.

F = Suma total de las variables a probar.

C = Suma total de los resultados obtenidos

f = Número total de las variables.

c = Número de los resultados.

n = Número total de muestras

3.13. Metodología para determinar las variables dependientes

3.13.1. Parámetros fisicoquímicos del efluente

Para determinar los parámetros fisicoquímicos del efluente; pH, potencial oxido reducción, temperatura, salinidad, conductividad eléctrica, solidos totales, la demanda química y bioquímica de oxígeno; se realizó la recolecta de 500 ml de agua residual tratada en frascos de vidrio, después de cuatro horas de

filtración en promedio para cada tratamiento; luego se trasladó al laboratorio para su análisis físico, se utilizó un equipo multiparametro de la marca HANNA, modelo HI 2550, perteneciente al área de ingeniería ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, para los análisis químicos se utilizó absorción atómica que pertenece al laboratorio de Área de Análisis de Suelo de la Facultad de Agronomía, para determinar la humedad el método de la Estufa 105 ° C, para determinar cenizas el método de la Mufla 660 ° C, para la determinación del Nitrógeno Total se utilizó el método de KJELDHAL.

3.13.2. Parámetro biológicos del efluente

Para los análisis biológicos se utilizaron las siguientes metodologías; para determinar la presencia de protozoos patógenos (*Cryptosporidium parvum* y *Naegleria floweri*), se utilizó el método de ZIEHL NEELSEN, para determinar los parametros biológicos; bacterias: *Escherichia coli* y *Coliformes totales*, se utilizó el método del número más probable (NMP/100 ml); para determinar los parametros biológicos; parasitos: *Enterococcus*, *Salmonella*, *Vibrión cholerae*, se utilizó el método de estándar en placa en medios de cultivo selectivo.

El trabajo experimental tuvo una evaluación de 90 días, desde la instalación del experimento hasta la entrega de los resultados de los análisis del laboratorio.

IV. RESULTADOS

4.1. Parámetros fisicoquímicos del agua residual en función de cada filtro orgánico utilizado.

4.1.1. Parámetros fisicoquímicos del afluente y efluente

Cuadro 5. Los parámetros fisicoquímicos del afluente y del efluente, existe diferencia significativa ($p < 0.05$) para los parámetros de pH, potencial de óxido reducción, salinidad, conductividad eléctrica y sólidos totales entre los diversos filtros orgánicos, también se observa que no existe diferencia significativa para la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5)

Cuadro 5. Parámetros fisicoquímicos del afluente y del efluente tratado con los filtros organicos

Filtro Orgánico	pH	Potencial de óxido reducción	Temperatura	Salinidad	Conductividad Eléctrica	Solidos Totales	Demanda Química de Oxígeno	Demanda Bioquímica de oxígeno
		mV	°C	ppt	m/s	mg/l	mg/l	mg/l
ARAF*	8.27	-64	23.5	12.9	6.6	3.32	50	10
FCA	6.96± 0.24 a	9.84±8.18 c	22.84± 0.5	26.15±4.85 b	13.48±2.52 b	6.74±1.25 b	6.08± 1.11	4.75±1.59
FCC	4.05±0.19 c	159.28±10.06 a	22.25±0.21	21.18±9.73 a	10.93±5.02 a	5.47±2.51 a	7±2.45	5±1.41
FAM	5.23±0.46 b	96.95 ±24.61 b	22.63 ±0.25	8.15 ± 1.71 b	4.21 ±0.89 b	2.11 ± 0.45 b	6.75 ± 1.71	5.5 ± 2.08
P-valor	<0.0001	<0.0001	0.1009	0.0215**	0.0215**	0.0215**	0.7688	0.8244

-Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según el prueba de Tuckey ($p < 0.05$), ** Se utilizó el Test de Kruskal wallis* Agua residual Antes de la filtración.

- FCA=Filtro cascarilla de arroz, FCC=Filtro casacrilla de café, FCM=Filtro aserrín de madera.

4.1.2. Parámetros biológicos del afluente y del efluente tratada con los filtros orgánicos

Cuadro 6. Los parámetros biológicos del afluente y efluente, en donde se puede observar que no existe diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos con respecto a las cantidades de *E. Coli* y coliformes totales.

Cuadro 6. Parámetros biológicos (*E. coli*, *Coliformes totales*) del afluente y efluente tratado con los filtros orgánicos.

Filtro orgánico	<i>E. coli</i> (NMP/100ml)	<i>Coliformes totales</i> (NMP/100ml)
ARAF	460	1100
FCA	11.75 ± 7.37	81.25 ± 94.78
FCC	13 ± 15.14	157.75 ± 211.96
FAM	19.25 ± 23.07	14.25 ± 7.68
P-valor	0.7934	0.3602

En el cuadro 07 muestra que no existe asociación significativa ($p > 0.05$) entre la presencia o ausencia de los parásitos *Cryptosporidium parvum* y *Naegleria floweri* con el filtro orgánico utilizado.

Cuadro 7. Parámetros biológicos (*Cryptosporidium parvum*, *Naegleria floweri*) en función de filtros orgánicos

Tratamiento	<i>Cryptosporidium parvum</i>		<i>Naegleria floweri</i>	
	Presencia	Ausencia	Presencia	Ausencia
Agua Residual	Presencia		Presencia	
FCA	2 (50)	2 (50)	3 (75)	1 (25)
FCC	0 (0)	4 (100)	2 (50)	2(50)
FCM	0 (0)	4 (100)	3 (75)	1 (25)
p-Valor	0.0907		0.6873	

4.1.3. Análisis proximal del agua afluente y del efluente tratado con los filtros orgánicos

Cuadro 8 Análisis proximal del afluente y efluente en dónde se puede observar que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) para las variables materia orgánica (MO), ceniza (Cz) y nitrógeno (N) a excepción de las variables materia seca (MS) y para la humedad.

Cuadro 8. Análisis proximal del afluente y del efluente tratado con los filtros orgánicos

Filtro orgánico	MO BS (%)	Cz BS (%)	MS (%)	N (%)
ARAF	55.3	44.7	0.09	0.017
FCA	30.4 ± 9.84 ab	69.6 ± 9.84 ab	0.16 ± 0.06	0.02 ± 0.001 b
FCC	68.38 ± 3.55 b	31.63 ± 3.55 a	0.5 ± 0.34	0.03 ± 0.002 a
FAM	88.33 ± 1.48 a	11.68 ± 1.48 b	0.24 ± 0.11	0.01 ± 0.001 c
P-valor	0.0002	0.0002	0.2036	<0.0001*

Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según la prueba de Tuckey ($p < 0.05$), para MO = Materia orgánica, MS = Materia seca, H° = humedad, BS = Base seca, Cz = Ceniza, BH = Base húmeda * Se Utilizó el Test de Kruskal wallis

V. DISCUSIÓN

5.1. Parámetros fisicoquímicos del afluente y efluente

El pH del afluente muestra un comportamiento básico (Cuadro 5), este resultado se debe al momento de la recolección de la muestra del afluente, ya que esta fue tomada cuando las excretas aun no sufrían mayor descomposición concordando con lo manifestado por GALLO (2016). El pH del efluente tiende a ser más ácido que el pH del afluente; la cascarilla de café es la que muestra mayor acidez seguida del aserrín de madera y de la cascarilla de arroz cuyo pH tiende a la neutralidad, las variaciones en cuanto al cambio de pH pueden estar relacionadas al intercambio catiónico que existe entre el afluente y el material orgánico y a la presencia de ácidos orgánicos (YAÑEZ, 2017). Cuando las aguas residuales son ácidas y se vierten directamente a los ríos y quebradas afectan a los microorganismos y plantas nativas (SERRANO *et al.*, 2009).

Los resultados obtenidos son similares a los obtenidos por BRANDAO (2003), quien usando materiales orgánicos como filtros para tratar aguas residuales, el aserrín de madera y la cáscara de arroz, fueron los que se mostraron más electro negativos y la cascarilla del café, fue el de menor electronegatividad.

El potencial de óxido reducción para el afluente tiende a ser negativo debido a que se encuentra en un proceso de reducción (OMS, 1971). Al realizar

el tratamiento con los filtros orgánicos sufren oxidación cambiando su valor. El comportamiento de la cascarilla de café y el aserrín de madera tienen una tendencia mayor a captar electrones se asume que se debe por la mayor concentración de oxidantes (GUILLEMES, 2014).

Los parámetros de salinidad, conductividad eléctrica y sólidos totales del efluente muestran diferencia estadística significativa con respecto a los filtros orgánicos utilizados; la cascarilla de arroz y el aserrín de madera estadísticamente son iguales y estas difieren con la cascarilla de café, estas diferencias pueden atribuirse al efecto del contenido de lignocelulosa presente en la cascarilla de arroz y el aserrín de madera, que es el responsable de la adsorción de los iones metálicos durante el proceso de filtración resultados semejantes a los obtenidos por (TEJADA, 2014).

Los parámetros de la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) del efluente no muestran diferencia estadística significativa entre los diferentes materiales orgánicos; sin embargo, se puede observar que la cascarilla de arroz, la cascarilla de café y el aserrín de madera tomando como referencia la DQO y DBO_5 del agua residual, removieron 87% y 52% ,86% y 50%, 86.5% y 45% de la DQO y DBO_5 respectivamente resultados son atribuidos al tamaño de las partículas del material por referencia de; LO MONACO (2014) quien manifiesta que el tamaño de las partículas de los materiales filtrantes influyen en la remoción de DBO y DBO_5 , cuando se trata aguas residuales con productos orgánicos. BRANDAO (2003) indica que la

remoción de la DBO, está asociada a la presión que se ejerce sobre el material filtrante para el paso del agua residual.

5.2. Parámetros biológicos bacterias del afluente y del efluente tratados con los filtros orgánicos

Los parámetros biológicos muestran que no se encontraron diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Sin embargo, en base al 460 mo/100ml de *E coli* en el agua residual, existió una efectividad de los filtros orgánicos en la retención de coliformes termotolerantes (*E. coli*); para la cascarilla de arroz fue de 97.4%, 97.1 para la cascarilla de café y 95.8% para el aserrín de madera en el caso de los coliformes totales en base a 1100 mo/100ml, la efectividad de retención fue de 92%, 85% y 98.7% para la cascarilla de arroz, cascarilla de café y aserrín de madera; la efectividad en la reducción del *E. coli* y de los *coliformes termotolerantes* en el efluente se atribuye a la composición química de los materiales orgánicos utilizados; que permiten que estas se quedan retenidas durante el proceso de filtración, resultados similares fueron obtenidos por PEREZ y VELARDE (2005), ARIAZ (2006) quienes utilizando material biológico y orgánicos y lagunas facultativas lograron una depuración del 99% de coliformes totales y otros parámetros biológicos.

Con respecto al parásito *Cryptosporidium parvum*, es notorio el efecto del filtro de cascarilla de café y aserrín de madera ya que en las muestras

evaluadas no se encontraron presentes pudiendo estar influenciado por el proceso de adsorción física al material orgánico, no ocurriendo lo mismo para *Naegleria floweri* posiblemente por la naturaleza del parásito.

5.3. Análisis proximal y de minerales del afluente y efluente

La materia orgánica (MO) en el afluente muestra un valor de 53.3% (Cuadro 8) en el efluente se observa que la cascarilla de arroz retiene, hasta un 50% de (MO); a diferencia de la cascarilla de café y del aserrín de madera quienes aportan al afluente 23% y 59.7% respectivamente debido al proceso de adsorción y absorción que se da durante el tratamiento, probablemente se debe a que los materiales orgánicos tienen en sus propiedades; proteínas, carbohidratos y componentes fenólicos que contienen grupos carboxilo, hidroxilo, sulfatos, fosfatos y amino, los cuales presentan gran afinidad por los iones metálicos, facilitando su captación como lo indica (TEJADA 2014), quien investigó la extracción de materiales orgánicos e inorgánicos utilizando biomásas orgánicas.

El contenido de ceniza del efluente del filtro en base a cascarilla de arroz se incrementó en 24.9%, en base al 44.7% del afluente la cascarilla de café y aserrín de madera retienen ceniza en un 29.23% y 73.87% respectivamente, se atribuye al proceso de adsorción fisicoquímico y eléctrico como lo manifestado por APPELO (2008) quien manifiesta que en procesos de filtración de aguas residuales ocurren los procesos de adsorción debido al intercambio iónico, por la atracción electrostática, las fuerzas físicas y a la formación de enlaces.

Con respecto al nitrógeno (N), se observa que los materiales orgánicos usados como filtros retienen el nitrógeno en el efluente, como lo indica YAÑES (2017) quien menciona que el nitrógeno del agua residual se puede eliminar por un medio granular a través del proceso de adsorción.

VI. CONCLUSIONES

1. Los materiales orgánicos usados como filtros tienen efecto positivo en el tratamiento de las aguas provenientes de la unidad porcícola del Centro de Investigación y Capacitación Granja Zootecnia, UNAS
2. Se encontró que los materiales orgánicos usados como filtros, mejoran valores promedios de pH, para FCA, FCC, FAM= 6.96, 4.04, 5.23 respectivamente el potencial oxidación-reducción; 9.84, 159, 96.95 mV. La salinidad; 26.15, 21.18, 8.15 ppt. La conductividad eléctrica; 13.48, 10.93, 4.21 m/s; Los sólidos totales; 6.74, 5.47, 2.11. Con diferencia de la remoción de la demanda química de oxígeno (DQO); 6.08, 7.0, 6.75 mg/l. Con diferencia de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5); 4.75, 5, 5.5 mg/l y temperatura; asimismo tienen efecto sobre la materia orgánica (MO); 30.4, 68.38, 88.33%. Ceniza (CZ); 69.6%, 31.63%, 11.68%. Nitrógeno(N); 0.02, 0.03, 0.01%.
3. Se encontró que los materiales orgánicos usados como filtros, no mejoran valores promedios de la presencia de bacterias como; *E coli*, 0.79 NMP/100ml. *Coliformes totales*; 0.36 NMP/100ml así mismo para la presencia de parásitos; *Cryptosporidium parvum*; 0.0907 y *Naegleria floweri*; 0.6873.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar la réplica del trabajo de investigación a una escala mayor para poder ser usada en diferentes granjas porcinas que existen en la región.
2. Replicar el trabajo de investigación con diferente granulometría del material filtrante.
3. Se recomienda caracterizar el material orgánico para su posterior uso en la agricultura como abono orgánico.
4. El presente trabajo experimental muestra una importancia ambiental muy paractica para el suelo agua y aire debido a que el agua residual provenientes de granjas de cerdos recibirían un pre tratamiento antes de ser depositados en las quebradas, ríos y suelos y asi mismo generarían un valor agregado a los porcicultores atraves de la elaboración de abonos organicos para su uso en la agricultura.
- 5.

VIII. ABSTRACT

In the present research using experimental procedures, organic material was used, such as filters for treating waste water from pig farms; with the objective of evaluating the physicochemical and biological parameters of the waste water treated with organic materials. Organic waste, rice husk, coffee hull and sawdust were used. The parameters for pH, potential oxide reduction, salinity, electric conductivity and total solids showed significant differences between the treatments, for the DQO and DBO5 parameters (acronyms in Spanish); the rice husk removed 87% of the DQO and 52% of the DBO5; the coffee hull removed 86% of the DQO and 50% of the DBO5; the sawdust removed 86.5% of the DQO and 45% of the DBO5. The analysis of the biological parameters showed that the organic materials are not statistically efficient in the retention of parasites and bacteria, however, based on 460 NMP/100ml of E coli in the waste water, effectivity of the organic filters existed in the retention of thermotolerant coliforms (E. coli); for the rice husk it was 97.4%, 97.1 for the coffee hull and 95.8% for the sawdust in the case of the total coliforms based on 1100 NMP/100ml, the effectiveness of retention was 92%, 85% and 98.7% for the rice husk, coffee hull and sawdust; the effectiveness of the reduction of E. coli and the thermotolerant coliforms in the effluent.

Keywords: Organic material, waste water

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDÁS, A. 2004. Estudio de la calidad de agua para uso zootecnico en porcinos; evaluación del impacto ambiental y biorremediacion. Tesis ing. Zootecnia. Rio Bamba – Ecuador . Escuela superior tecnologica de Chiborazo. 157p.
- APPELO, C. y POSTMA, D. 1993. Geochemistry groundwater and pollution. Competitive effect of copper, zinc, cadmium and nickel on ion adsorption and desorption bay soli clays. *Water, Air, and soil Pollution*, 113, Pp115-125.
- ASHBOLT, N.J., GRABOW, W.O.K., SNOZZI, M., 2001. Indicators of microbial water quality. In: Fewtrell, L., Bartram, J. (Eds.), *Water Quality: Guidelines, Standards and Health. Risk assessment and management for water-related infectious disease*. IWA Publishing, London (Chapter 13), Pp289–315.
- ATLAS y BARTRA. 1993. *Microbial ecology fundamentals and applications*. Benjamin cummins, Redwood City, CA.
- BRANDAO, V. 2003. Retenção de poluentes em filtros orgânicos operando com águas residuárias a suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, pp.329–334. [Enlinea]: <http://www.agriambi.com.br>.
- BRANDAO, V. 2003. Retención de contaminantes en filtros orgánicos que operan con aguas residuales de cerdos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.2, Pp.329-33.
- BUELNA, G. 2011. Llos Biofiltros de empaque orgánico: una alternativa simple, roBusta y eficiente para el tratamiento de aguas residuales en Zonas rurales”, *ide@s concyteg*, 6 (71), Pp541-552 .
- BUELNA, G., GARZÓN-ZÚÑIGA, M.A. y MOELLERCHÁVEZ, G. 2011. “los Biofiltros de empaque orgánico: una alternativa simple, roBusta y eficiente para el tratamiento de aguas residuales en Zonas rurales”, *ide@s concyteg*, 6 (71), Pp541-552.

- BUELNA, G. DUBE, R. y TREMBLAY, M. 2001. Utilisation du BIOSORMD pour le traitement des effluents d origine sanitaire;presentation de deux cas types. 3° colloque annuel sur l Ordre des ingenierus de Quebec. Canada.
- CORTES, K. 1999.Estudio de la descomposición microbiológica de la cascarilla de arroz. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia.
- ESCALANTE, V. 2012. Opciones de tratamiento para aguas residuales de tres granjas porcícolas. Jiutepec, Morelos. 62550, México.Pp. 88-89.
- ESPIGARES y PEREZ. 1985. Aspectos sanitarios del estudio de las aguas. Universidad de Granada. P. 12-15. Publicaciones. Granada.
- ESPIGARES, G. y PEREZ, J. 1985. Desinfeccion y cloracion del agua. Universidad de GRANADA. Pp. 6-10.
- GALLO, B. 2016. Dimensionamiento de instalaciones para el tratamiento de purines de una empresa porcina en confinamiento. Tesis ing. Agronomo. Universidad nacional de la Pampa- Argentina. 55p.
- GARCÍA, J. 2008. Evaluacion de la cascarilla de café para utilizarse como sustrato en cultivo sin suelo de hortalizas. Tesis ing. Conservacion y aprovechamiento de los recursos naturales. Centro interdisciplinario de investigacion para el desarrollo integral regional. Unidad. Oaxaca – Mexico. 86 p.
- GARZON y ZUÑIGA. 2014. Caracterización de aguas residuales porcinas y su tratamiento por diferentes procesos en Mexico. Revista internacional de contaminación ambiental, p.65-79. .[Enlinea]: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v30n1/v30n1a6.pdf>.
- GARZON, M. 2012. La biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias. Nota tecnica. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- GUILLEMES, A. 2014. Aplicación de la oxidación avanzada en la desinfección de aguas residuales. Universidad del Pacífico, Guayaquil, Ecuador. Pp 61- 65.

- HERNÁNDEZ, Y. 2005. Anteproyecto de construcción para aplicación de Lombricultura al tratamiento de planta Llau-Llao de Salmonera Invertec S.A. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile: Biblioteca de la Universidad Austral de Chile.
- HUARAZ, C. 2013. Diseño de un gasificador de 25 kW para aplicaciones domésticas. Tesis ing. Mecánica. Pontificia Universidad Católica del Perú. 117.p.
- HUMMEL, A. 2014. Implementación parcial de buenas prácticas pecuarias en la producción de cerdos e implementación de un sistema piloto de biodigestión en el parque porcino de ventanilla. Tesis. Lima – Perú.
- LO MONACO V. DE MATOS A., BRANDAO V. 2002. Eficiencia de materiais orgânicos filtrantes no tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro. Engenharia na Agricultura, Viçosa, Pp. 40 – 47.
- LO MONACO, P. (2001). Influência da granulometria do material orgânico filtrante na eficiência de tratamento de águas residuárias. Universidade Federal de Viçosa: UFV.
- LO MONACO, V. DE MATOS A., BRANDAO, V. 2004). Influência da granulometria da serragem de. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, 116 – 119 p.
- LOPEZ, J. 2017. Guía técnica para el manejo y aprovechamiento de biogás en plantas de tratamiento de aguas residuales. Programa aprovechamiento energético de residuos urbanos en México. Pp 25-30 .
- MAGALHÃES y MATOS. 2005. Influência da compressão no desempenho de filtros orgânicos paratratamento de águas residuárias da suinocultura. Engenharia na Agricultura, Viçosa, Pp.26 – 32.
- MANALS, E. 2017. Caracterización de la biomasa vegetal “cascarilla de café”. Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba. Pp 170 -172.
- MARÍN, A. y OSÉS, M. (2013). Operación y mantenimiento de plantas de

- MARISCAL, G. 2017. Tratamiento de excretas de cerdos. FAO. [Enlinea]: www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6372S/x6372s08.htm.
- MARTINEZ, J. 2012. Proceso de transformación de la materia prima para tableros de madera plástica. Ingeniería Industrial. Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales (ECOVIDA). Pinar del Río, Cuba.
- MATOS, A. 2006. Remoción de sólidos e suspensión de aguas residuales con pulpa de frutos del café en filtros constituidos por pergamino de granos de café sometido a compresiones. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.26, n.2, Pp 610-616.
- MILLARES, P. 2011. Manejo de Efluentes. Argentina. Rescatado de: <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Materiales/Capacitacion/Fericerdo%202011/Manejo%20de%20efluentes%20porcinos.pdf>.
- MINAM, (2008). Ministerio nacional del medio ambiente. D.S.N°002-2008-MINAM. Lima Perú. Categoría III. Consumo de animales y riego de vegetales de tallo corto.
- OEFA, (2014). Fiscalización ambiental en aguas residuales. Revista Elaborado por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- OMS, 1971. Potencial de oxidación-reducción. Boletín informativo. República de Panamá. Pp.3-6.
- PAYAN, A. 2013. Estudio y diseño de biofiltro a partir de materia orgánica para el tratamiento de agua. Tesis ing. Ambiental. Centro de investigación en materiales avanzados S.C 141p.
- PEREZ. 2005. comparación de dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica. Laboratorio de Manejo de Residuos Orgánicos y Laboratorio de Biotecnología. Villahermosa-Cárdenas, Villahermosa, 86000 Tabasco, México. 234p.
- PINELLI, et al., 2014. Manual de buenas prácticas en la producción porcina. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Departamento de Nutrición Animal. Hermosillo – México. Pp.16-25.

- PRADA, A. 2010. La descomposición térmica de la cascarilla de arroz; una alternativa de aprovechamiento integral. Orinoquia, Vol. 14, Núm. 2 sup. Grupo de Investigación: Gestión Ambiental Sostenible – GiGAS. Universidad de los Llanos. Villavicencio, Meta. Colombia.
- RAJKUMAR, R. 2005. Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café. ICS-UNIDO, Science Park, Padriciano, Trieste, Italia; Departamento de Biología de la Universidad de Trieste Italia.
- SENASA, 2011. Buenas practicas ganaderas. Servicio Nacional de Sanidad Agraria. Ministerio de Agricultura y Riego. P.14. Impreso en Perú.
- SERRANO, L; DE LA VARGA, D; DÍAZ, M.A; RUIZ, I; BONDELLE, R; SOTO, M. (2009). HUSB-CWtreatment system for winery wastewater. Proceedings of the Fifth International Specialized Conference on Sustainable Viticulture: Vinery Waste and Ecologic Impacts Management, Trento and Verona, Italy. Pp317-234
- SOSA, D. 2015. Uso de pastillas de madera de mezquite (*Prosopis*) en un sistema de biofiltros para tratar aguas residuales municipales. Tesis . Ing. Ambiental. Instituto Politecnico Nacional. Durango – Mexico.
- SUAREZ, A. 2015. Evaluación de un sistema de filtros de cascarilla de arroz y luffa cylindrica para el tratamiento de aguas lluvias. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Departamento de Ingeniería. Cra. 4 N° 22-61 Bogotá D. C., Colombia.
- SUERO, D. 2016. Evaluacion de opciones tecnologicas para el tratamiento de efluentes de la unidad experimental de la UNALM. Tesis. Ing. Agrícola. Lima – Perú.
- SUTTON, A., et al. 1999. Potential for reduction of odorous compounds in swine manure through diet modification. J Anim Sci. 77:430-9.
- TAIGANIDES, E. 1996. Manual para el manejo y control de aguas residuales y excretas porcinas en México. Consejo Mexicano de Porcicultura.

- TEJADA, C. 2015. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. Universidad de Cartagena-Colombia. *Tecnología*, vol. 18, no. 34, Pp 109 -123.
- MARIN, A. y OSES, M. 2013 Tratamiento de aguas residuales con el proceso de lodos activados. México:CEA.Tomoll.[Enlinea]: (<https://agua.org.mx/biblioteca/operacion-y-mantenimiento-de-plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-con-el-proceso-de-lodos-activados-manual-de-procedimientos>)
- UNESCO, 2017. Aguas residuales el recurso desaprovechado. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos, Pp 1-5. Francia.
- URBINA y ABENDAÑO . 2010. Tecnologías sostenibles para el manejo de remanentes en granjas porcinas. Costa Rica. Rescatado de:<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00277.pdf>.
- VICENTE, J. 2016. Determinación de la eficiencia del aserrín y la fibra de coco utilizados como empaques para la remoción de contaminantes en Biofiltros para el tratamiento de aguas residuales. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito – Ecuador.
- YAÑEZ, S. 2017. Influencia del pH en la eficiencia del tratamiento de aguas residuales en humedales construidos de flujo vertical. Tesis. Ing. Química. Universidad de la Coruña. España. 61p.

X. ANEXO

Apendice 1. Reporte de de los valores de los parametros fisicoquímicos del afluente y del efluente

Cuadro 9. Evaluación de los parametros fisicoquímico del afluente y del efluente

TRATAMIENTOS	Material Filtrante		ph	Potencial de oxido reduccion	Temperatura	Salinidad	Conductividad Electrica	Solidos Totales	Demanda Quimica de Oxigeno	Demanda Bioquimica de oxigeno
				Milivoltios	C	% Nacl	ms	g/l	mg/l	mg/l
	ARAF		8.27	-64	23.5	12.9	6.60	3.32	50	10
T1	FCA	RI	7.24	9.06	22.27	21.6	11.13	5.56	7.5	6.8
		R2	7.06	0.1	22.8	22.6	11.63	5.82	6.1	5.1
		R3	6.68	20.1	22.8	28.7	14.8	7.4	5.9	4.0
		R4	6.87	10.1	23.5	31.7	16.37	8.17	4.8	3.1
T2	FCC	RI	4.04	159.6	22.2	29.0	14.98	7.49	10	7.0
		R2	4.31	145.5	22	9.7	5	2.5	8.0	5.0
		R3	3.86	169.4	22.3	16.5	8.54	4.27	5.0	4.0
		R4	3.99	162.6	22.5	29.5	15.21	7.61	5.0	4.0
T3	FAM	RI	4.97	111.3	22.3	8.2	4.21	2.11	9.0	8.0
		R2	5.92	60.2	22.9	6.5	3.37	1.68	7.0	6.0
		R3	5.06	106	22.6	7.4	3.83	1.91	6.0	5.0
		R4	4.98	110.3	22.7	10.5	5.44	2.72	5.0	3.0

Cuadro 10. Evaluación de los parametros biológicos del afluente y del efluente

TRATAMIENTO	Material Filtrante		Ercherichia Coli	Coliformes Totales	Enterococcus	Salmonella	Vibrión Cholerae
			m.o./100ml		Presencia en 25 ml		
	ARAF		460	1100	Presencia	Presencia	Presencia
		RI	20	210	Presencia	Presencia	Presencia
T1	FCA	R2	15	95	Presencia	Presencia	Presencia
		R3	9	14	Ausencia	Ausencia	Ausencia
		R4	3	6	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T2	FCC	RI	35	460	Presencia	Presencia	Presencia
		R2	11	150	Presencia	Presencia	Presencia
		R3	3	12	Presencia	Presencia	Presencia
		R4	3	9	Ausencia	Presencia	Ausencia
T3	FAM	RI	53	24	Presencia	Presencia	Presencia
		R2	15	16	Presencia	Presencia	Presencia
		R3	6	11	Ausencia	Presencia	Ausencia
		R4	3	6	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Cuadro 11. Evaluación de los parámetros biológicos del afluente y del efluente

TRATAMIENTO	Material Filtrante	Presencia en 25 ml		
		<i>Cryptosporidium Parvum</i>	<i>Naegleria floweri</i>	
	ARAF		Presencia	
T1	FCA	R1	Poco Abundante	Poco Abundante
		R2	Poco Abundante	Poco Abundante
		R3	Ausencia	Abundante
		R4	Ausencia	Ausencia
T2	FCC	R1	Ausencia	Poco Abundante
		R2	Ausencia	Ausencia
		R3	Ausencia	Ausencia
		R4	Ausencia	Poco Abundante
T3	FAM	R1	Ausencia	Poco Abundante
		R2	Ausencia	Ausencia
		R3	Ausencia	Poco Abundante
		R4	Ausencia	Poco Abundante

Cuadro 11. Evaluación del análisis proximal y de los minerales

TRATAMIENTO		ANALISIS PROXIMAL							P2O5	PPM (mg/Litro)								
		Materia Organica en base seca	Ceniza en base seca	Materia seca	Humedad	Ceniza en base Humeda	Materia Organica en base Humeda	N		Ca	K	Na	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn	
		%	%	%	%	%	%	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
ARAF		55.3	44.7	0.09	99.91	0.04	0.05	0.017	0.14	115	69	34	14	0.09	1.56	0.01	0.02	
T1	CAPF	RI	38.3	61.7	0.11	99.89	0.07	0.04	0.016	0.2	202	222	50	20	0.02	0.67	0.05	0.16
		R2	17.2	82.8	0.12	99.89	0.1	0.02	0.016	0.27	205	198	53	19	0.04	0.51	0.06	0.16
		R3	37.5	62.5	0.21	99.79	0.13	0.08	0.018	0.24	172	252	42	16	0.06	0.65	0.07	0.23
		R4	28.6	71.4	0.21	99.79	0.15	0.06	0.016	0.19	188	274	48	17	0.09	0.56	0.09	0.39
T2	CCPF	RI	69.3	30.7	0.78	99.2	0.24	0.54	0.025	0.15	125	155	26	16	0.07	1.38	0.03	0.03
		R2	63.5	36.5	0.12	99.88	0.04	0.07	0.026	0.10	122	156	18	11	0.08	1.18	0.02	0.04
		R3	72	28	0.31	99.69	0.09	0.22	0.029	0.15	161	193	20	14	0.07	1.24	0.04	0.04
		R4	68.7	31.3	0.78	99.22	0.25	0.54	0.030	0.16	140	174	22	17	0.01	1.23	0.03	0.06
T3	AMPF	RI	90	10	0.31	99.69	0.03	0.28	0.012	0.07	131	63	12	12	0.08	0.35	0.02	0.02
		R2	86.4	13.6	0.09	99.91	0.01	0.08	0.008	0.08	119	24	12	12	0.09	0.48	0.02	0.03
		R3	88.5	11.5	0.23	99.77	0.03	0.2	0.011	0.08	143	54	15	12	0.09	0.25	0.02	0.05
		R4	88.4	11.6	0.32	99.68	0.04	0.28	0.010	0.10	138	74	13	13	0.13	0.39	0.04	0.01

Cuadro 12. Evaluación del tiempo de filtración de los materiales organicos

TRATAMIENTOS	Material Filtrante		TIEMPO	TEMPERATURA	CANTIDAD
			Minutos	°C	Kg
T1	FCA	R1	5.69	23.5	1.8
		R2	5.25	23.5	1.8
		R3	4.78	23.5	1.8
		R4	5.52	23.5	1.8
T2	FCC	R1	7.68	22.9	2.2
		R2	8.5	23	2.2
		R3	7.35	22	2.2
		R4	7.33	22.7	2.2
T3	FAM	R1	9.25	23.5	1.6
		R2	8.5	23.5	1.6
		R3	9.65	22.4	1.6
		R4	8.35	22.2	1.6

Apéndice 2. Resultados de análisis de laboratorio

Imagen 1. Análisis proximal y de los minerales del afluente



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Av. Universitaria s/n Telef. (062) 562342 - Celular 941531359 - Apto. 156

analisisdesuelosunas@unasmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:				CARLOS ESTEBAN HUAMAN CUESPAN								PROCEDENCIA:		UNAS - TINGO MARIA					
Datos de la muestra				ANALISIS PROXIMAL								PPM (mg / Litro)							
				Materia Orgánica en base seca (%)	Ceniza en base seca (%)	Materia Seca (%)	Humedad (%)	Ceniza en base húmeda (%)	Materia Orgánica en base húmeda (%)	N (base húmeda) (%)	P ₂ O ₅ g/L	Ca mg/L	K mg/L	Na mg/L	Mg mg/L	Cu mg/L	Fe mg/L	Zn mg/L	Mn mg/L
Código	Tipo	Referencia																	
M01180	AGUA RESIDUAL DE GRANJA PORCINA	To	--	55.3	44.7	0.09	99.91	0.04	0.05	0.017	0.14	115	69	34	14	0.09	1.56	0.01	0.02

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

FECHA : 23 de octubre 2017

Recibo N° 0519311

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing° Luis C. Mansilla Miraya
JEFE



Imagen 2. Análisis proximal y de los minerales del efluente



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Av. Universitaria s/n Telef. (062) 562342 - Celular 941531359 - Apto. 156

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:				CARLOS ESTEBAN HUAMAN CUESPAN								PROCEDENCIA:		UNAS - TINGO MARIA					
Datos de la muestra				ANALISIS PROXIMAL								PPM (mg / Litro)							
				Materia Orgánica en base seca (%)	Ceniza en base seca (%)	Materia Seca (%)	Humedad (%)	Ceniza en base húmeda (%)	Materia Orgánica en base húmeda (%)	N (base húmeda) (%)	P ₂ O ₅ g/L	Ca mg/L	K mg/L	Na mg/L	Mg mg/L	Cu mg/L	Fe mg/L	Zn mg/L	Mn mg/L
Código	Tipo	Referencia																	
M01181	CASCARILLA DE ARROZ	T1	R1	38.3	61.7	0.11	99.89	0.07	0.04	0.016	0.20	202	222	50	20	0.02	0.67	0.05	0.16
M01182	CASCARILLA DE ARROZ	T1	R2	17.2	82.8	0.12	99.88	0.10	0.02	0.016	0.27	205	198	53	19	0.04	0.51	0.06	0.16
M01183	CASCARILLA DE ARROZ	T1	R3	37.5	62.5	0.21	99.79	0.13	0.08	0.018	0.24	172	252	42	16	0.06	0.65	0.07	0.23
M01184	CASCARILLA DE ARROZ	T1	R4	28.6	71.4	0.21	99.79	0.15	0.06	0.016	0.19	188	274	48	17	0.09	0.56	0.09	0.39
M01185	CASCARILLA DE CAFÉ	T2	R1	69.3	30.7	0.78	99.22	0.24	0.54	0.025	0.15	125	155	26	16	0.07	1.38	0.03	0.03
M01186	CASCARILLA DE CAFÉ	T2	R2	63.5	36.5	0.12	99.88	0.04	0.07	0.026	0.10	122	156	18	11	0.08	1.18	0.02	0.04
M01187	CASCARILLA DE CAFÉ	T2	R3	72.0	28.0	0.31	99.69	0.09	0.22	0.029	0.15	161	193	20	14	0.07	1.24	0.04	0.04
M01188	CASCARILLA DE CAFÉ	T2	R4	68.7	31.3	0.78	99.22	0.25	0.54	0.030	0.16	140	174	22	17	0.01	1.23	0.03	0.06
M01189	MADERA (ASERRIN)	T3	R1	90.0	10.0	0.31	99.69	0.03	0.28	0.012	0.07	131	63	12	12	0.08	0.35	0.02	0.02
M01190	MADERA (ASERRIN)	T3	R2	86.4	13.6	0.09	99.91	0.01	0.08	0.008	0.08	119	24	12	12	0.09	0.48	0.02	0.03
M01191	MADERA (ASERRIN)	T3	R3	88.5	11.5	0.23	99.77	0.03	0.20	0.011	0.08	143	54	15	12	0.09	0.25	0.02	0.05
M01192	MADERA (ASERRIN)	T3	R4	88.4	11.6	0.32	99.68	0.04	0.28	0.010	0.10	136	13	13	13	0.13	0.39	0.04	0.01

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
FECHA : 23 de octubre 2017
Recibo N° 0519311



