

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



TESIS

**“Uso de la Planta *Eichhornia Crassipes* “Jacinto de Agua” para la Reducción de la
Demanda Bioquímica de Oxígeno en el Agua Residual Porcina de la Empresa Campoy,
Distrito de Aucallama, Huaral”**

AUTOR:

Bachiller Huerta Nuñez, Elvis Ever

ASESOR:

Ing. Barreto Meza, Jesús Gustavo

Huacho, Perú

2019

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



TESIS

**“Uso de la Planta *Eichhornia Crassipes* “Jacinto de Agua” para la Reducción de la
Demanda Bioquímica de Oxígeno en el Agua Residual Porcina de la Empresa Campoy,
Distrito de Aucallama, Huaral”**

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Dr. Edgardo Octavio Carreño Cisneros
PRESIDENTE

Ing. Chávez Barbery, Luis Miguel
SECRETARIO

Ing. Antonio Salomón Valderrama Romero
VOCAL

Ing. Barretto Meza, Jesús Gustavo
ASESOR

Huacho, Perú

2019

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres Artidoro Huerta y Paula Nuñez quienes siempre han estado a mi lado brindándome su apoyo, soporte y amor incondicional, aquello necesario para poder cumplir todas y cada una de mis metas trazadas.

A mi abuelita Alejandrina que me enseñó a persistir a pesar de los obstáculos que te da la vida y por el amor incondicional que me brindo desde muy pequeño.

A Dios por darme la fuerza para terminar la carrera y a las personas que aportaron a mi crecimiento que lamentablemente ya no están a mi lado, pero están en un lugar mejor.

A mi amado y único hermano Juan Pablo por darme los ánimos que hacían falta cuando flaqueaba en mis metas y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido en mi formación y el cumplimiento de uno de mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a todos mis docentes por su orientación profesional en el desarrollo de la carrera, el cual me permitió realizar el presente trabajo de investigación de manera eficiente.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental porque ahí fue el inicio de mi formación, a los compañeros de las distintas escuelas y facultades por permitirme formarme como persona útil a la sociedad.

A las personas que me dieron la oportunidad de practicar y laborar desde muy temprano en la carrera, ya que me hizo crecer como profesional y como persona.

A mi familia por el apoyo constante e incondicional desde inicios del camino y por ultimo a mis compañeros con los cuales compartimos muchas experiencias durante este largo tramo de aprendizaje.

ÍNDICE

INDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE ANEXOS	X
I. INTRODUCCION	13
II. MARCO TEORICO	15
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	15
2.2 BASES TEÓRICAS	18
2.2.1 <i>Aguas residuales</i>	18
2.2.2 <i>Tratamiento de aguas residuales</i>	18
2.2.3 <i>Tratamiento biológico de aguas residuales</i>	18
2.2.4 <i>Remoción de Carga orgánica</i>	19
2.2.5 <i>Plantas acuáticas usadas en el tratamiento de aguas residuales.</i>	19
2.2.6 <i>Fenología de la Eichhornia crassipes “jacinto de agua”</i>	20
2.2.7 <i>Taxonomía de la Eichhornia crassipes</i>	21
2.2.8 <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBOs)</i>	21
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES	22
III. MATERIALES Y METODOS	25
3.1 MATERIALES Y PROGRAMAS	25
3.1.1 <i>Materiales y programas para trabajos en gabinete (Análisis e interpretación)</i> .	25
3.1.2 <i>Materiales para trabajos en campo (toma de muestra):</i>	25
3.2 MÉTODOS.....	26
3.2.1.UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	26
3.3 DISEÑO METODOLÓGICO	26
3.3.1 <i>Trabajo de Gabinete (pre-muestreo)</i>	26
3.3.2 <i>Trabajo de Campo:</i>	27
3.3.3 <i>Análisis de Laboratorio:</i>	27
3.3.4 <i>Trabajo de Gabinete (Post-muestreo)</i>	27
3.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.5 DETERMINACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.....	28
3.6 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	29

3.6.1. <i>Técnicas a emplear</i>	29
3.6.2. <i>Técnicas para el procesamiento de información</i>	29
3.7 SISTEMA DE TRATAMIENTO O TANQUES DE AGUA RESIDUAL	29
3.7.1. <i>Dimensión de los sistemas de tratamiento</i>	30
3.7.2. <i>Preparación del lugar de tratamiento</i>	31
3.7.3. <i>Envases para la toma de muestra para análisis de la DBO</i>	31
3.7.4. <i>Método de muestra para el análisis de la DBO</i>	32
3.7.5. <i>Procedimiento para el tratamiento de aguas residuales</i>	33
3.7.5.1. Toma de muestra inicial de agua residual	33
3.7.5.2. Compra o adquisición de las especies acuáticas	33
3.7.5.3. Instalación de los sistemas de tratamiento	34
3.7.5.4. Pesado de la Eichhornia crassipes.....	35
3.7.5.5. Introducción de la Eichhornia crassipes.....	36
3.7.5.6. Toma de muestra de agua residual tratada	37
3.7.6. <i>Análisis de las Muestras</i>	38
3.7.7. <i>Observaciones durante el tratamiento de aguas</i>	40
3.7.7.1. Formación de capa	40
3.7.7.2. Sobre carga de la planta Eichhornia crassipes	40
IV. RESULTADOS	42
4.1. ANÁLISIS DE REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	42
4.2. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS CON LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES.....	51
V. DISCUSION	53
VI. CONCLUSIONES	56
VII. RECOMENDACIONES	58
VIII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	59
ANEXOS	62

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: DISEÑO DE TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	30
FIGURA 2: TOMA DE MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL DEL PUNTO INICIAL DE VERTIMIENTO DE LA EMPRESA CAMPOY S.R.L.	33
FIGURA 3: ALMACENAMIENTO Y SELECCIÓN DE LA EICHHORNIA CRASSIPES “JACINTO DE AGUA”	34
FIGURA 4: PREPARACIÓN DE LOS TANQUES Y LLENADO DE LAS MISMAS CON AGUA RESIDUAL PORCINA.....	35
FIGURA 5: PESAJE DE LA MASA DE LA PLANTA EICHHORNIA CRASSIPES “JACINTO DE AGUA” ...	36
FIGURA 6: INTRODUCCIÓN DE LA EICHHORNIA CRASSIPES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA....	37
FIGURA 7: TOMA DE LA SEGUNDA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL TRATADA CON LA PLANTA ..	38
FIGURA 8: FORMACIÓN DE CAPA DE GRASAS EN LA SUPERFICIE DEL AGUA RESIDUAL	40
FIGURA 9: LA PLANTA EICHHORNIA CRASSIPES SATURADA DE CARGA ORGÁNICA	41
FIGURA 10: PRIMERAS MUESTRAS ANTES DE INICIADO EL TRATAMIENTO EN AMBOS SISTEMAS.43	43
FIGURA 11: LA SEGUNDA MUESTRA EN EL SISTEMA UNO INDICA UNA REDUCCIÓN DE LA DBO DE 55.50%, MIENTRAS QUE SISTEMA DOS SE MUESTRA UNA REDUCCIÓN DE 66.60%.	44
FIGURA 12: LA TERCERA MUESTRA EN EL SISTEMA UNO INDICA UNA REDUCCIÓN DE LA DBO DE 55.34%, MIENTRAS QUE SISTEMA DOS SE MUESTRA UNA REDUCCIÓN DE 75.66%.	45
FIGURA 13: RESULTADOS DE LA MUESTRA FINAL EN AMBOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO.....	46
FIGURA 14: RESULTADOS DE MUESTRA DE LA DBO DEL SISTEMA 1	47
FIGURA 15: RESULTADOS DE MUESTRA DE LA DBO DEL SISTEMA 2	48
FIGURA 16: REDUCCIÓN DE LA DBO EN AMBOS SISTEMAS	49
FIGURA 17: COMPARACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE LA DBO5 EN AMBOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO.....	49
FIGURA 18: COMPARACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (INICIAL Y FINAL)	50
FIGURA 19: COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES.....	52
FIGURA 20: EL SISTEMA 1 Y EL SISTEMA 2, PRESENTA UN PH DE 8.10 Y 8.07 RESPECTIVAMENTE A INICIOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS.....	79
FIGURA 21: EL SISTEMA 1 Y SISTEMA 2, PRESENTA UN PH DE 7.99 Y 7.98 RESPECTIVAMENTE EN LA SEGUNDA MUESTRA. CABE RESALTAR QUE EL PH TIENDE A DISMINUIR.....	79

- FIGURA 22: EL SISTEMA 1 Y SISTEMA 2, PRESENTA UN PH DE 7.89 Y 7.79 RESPECTIVAMENTE EN LA TERCERA MUESTRA. CABE RESALTAR QUE EL PH HA DISMINUIDO NOTORIAMENTE. 80
- FIGURA 23: EL SISTEMA 1 Y SISTEMA 2, PRESENTA UN PH DE 7.58 Y 7.55 RESPECTIVAMENTE EN LA CUARTA MUESTRA. EN CONCLUSIÓN, EL PH DISMINUYO 0.52 EN AMBOS SISTEMAS. 80
- FIGURA 24: EL SISTEMA 1 Y SISTEMA 2, PRESENTA UNA CONDUCTIVIDAD DE 11.61MS Y 11.25MS RESPECTIVAMENTE. ESTA MEDICIÓN SE REALIZÓ A INICIOS DE TRATAMIENTO..... 81
- FIGURA 25: EL SISTEMA 1 Y SISTEMA 2, PRESENTA UNA CONDUCTIVIDAD DE 10.94MS Y 10.88MS RESPECTIVAMENTE EN LA SEGUNDA MUESTRA. LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA HA DISMINUIDO..... 81
- FIGURA 26: EL SISTEMA 1 Y SISTEMA 2, PRESENTA UNA CONDUCTIVIDAD DE 10.80MS Y 10.55MS RESPECTIVAMENTE EN LA TERCERA MUESTRA. LA DISMINUCIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD CADA VEZ ES MÁS NOTORIA..... 82
- FIGURA 27: EL SISTEMA 1 Y SISTEMA 2, PRESENTA UNA CONDUCTIVIDAD DE 9.72MS Y 9.64MS RESPECTIVAMENTE EN LA CUARTA MUESTRA. LA DISMINUCIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA SE DIO CONSIDERABLEMENTE Y TUVO UNA DISMINUCIÓN DE 1.89 EN EL SISTEMA 1 Y 1.61 EN EL SISTEMA 2..... 82

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES DE LA INVESTIGACIÓN	28
TABLA 2. PROCEDIMIENTO EFECTUADO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PORCINAS	30
TABLA 3: RESULTADOS DE LOS MUESTREOS DE LOS TANQUES TK1 Y TK2.....	42
TABLA 4. LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA VERTIDO EN CUERPO DE AGUA Y VERTIDO DE EFLUENTES DE GRANJA DE CERDOS.	51

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA	63
ANEXO 2. CADENA DE CUSTODIA	64
ANEXO 3. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VERTIDO EN CUERPOS DE AGUA Y VERTIDO DE EFLUENTES DE GRANJAS DE CERDOS	68
ANEXO 4. RESULTADOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	69
ANEXO 5. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	77
ANEXO 6. CERTIFICADO DE ACREDITACIÓN DE LABORATORIO - ALAB	78
ANEXO 7. GALERÍA FOTOGRÁFICA.....	79

Uso de la Planta *Eichhornia Crassipes* “Jacinto de agua” para la reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el Agua Residual Porcina de La Empresa Campoy, Distrito De Aucallama, Huaral

Use of the *Eichhornia Crassipes* “Water Hyacinth” Plant for the reduction of the Biochemical Demand of Oxygen in the Swine Wastewater of the Campoy Company, Aucallama District, Huaral

Huerta Nuñez Elvis Ever¹, Barreto Meza Jesús Gustavo², Carreño Cisneros Edgardo Octavio

³, Chávez Barbery Luis Miguel⁴, Valderrama Romero Antonio Salomon⁵

RESUMEN

En el presente estudio de investigación se tuvo como **Objetivo:** Reducir la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno del efluente de agua residual porcina de la empresa Campoy usando la planta *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua”. **Método:** se basó en tomar dos muestras de 15 litros cada una y colocarlas en tanques de vidrio, en un tanque se le colocara 200gr y en el otro 400 gr de *Eichhornia crassipes* para determinar la remoción de carga orgánica en un tiempo de retención de 15 días, el cual se estableció por los antecedentes estudios. Para determinar la reducción de la DBO usando la *Eichhornia crassipes* se analizó la concentración en el laboratorio. **Resultados:** La evaluación del tratamiento de aguas residuales con la planta *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua” evidencia que el tratamiento es eficiente sin embargo no cumple con los Límites Máximos Permisibles de efluentes porcinos a pesar del poder de remoción de casi el 80% de la Demanda Bioquímica de Oxígeno. **Conclusión:** Se concluyó que se logró la reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno mediante el tratamiento de agua sin embargo no está por debajo de los Límite máximo Permisible de efluentes porcinos. **Recomendaciones:** Se recomienda un pre tratamiento antes de la aplicación de la *Eichhornia crassipes* al agua residual.

Palabras Claves: DBO, LMP, Carga Orgánica

Uso de la Planta *Eichhornia Crassipes* “Jacinto de agua” para la reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el Agua Residual Porcina de La Empresa Campoy, Distrito De Aucallama, Huaral

Use of the *Eichhornia Crassipes* “Water Hyacinth” Plant for the reduction of the Biochemical Demand of Oxygen in the Swine Wastewater of the Campoy Company, Aucallama District, Huaral

Huerta Nuñez Elvis Ever¹, Barreto Meza Jesús Gustavo², Carreño Cisneros Edgardo Octavio³, Chávez Barbery Luis Miguel⁴, Valderrama Romero Antonio Salomon⁵

ABSTRACT

The **objective** of this research study was to: Reduce the concentration of the Biochemical Oxygen Demand of the effluent of swine wastewater from the company Campoy using the *Eichhornia crassipes* “water hyacinth” plant. **Method:** it was based on taking two samples of 15 liters each and placing them in glass tanks, 200gr in one tank and in the other 400 gr of *Eichhornia crassipes* to determine the removal of organic load in a retention time of 15 days, which was established by background studies. To determine the reduction of BOD using *Eichhornia crassipes*, the concentration was analyzed in the laboratory. **Results:** The evaluation of wastewater treatment with the *Eichhornia crassipes* “water hyacinth” plant shows that the treatment is efficient; however, it does not meet the Maximum Permissible Limits of swine effluents despite the removal power of almost 80% of the Biochemical Oxygen Demand. **Conclusion:** It was concluded that the reduction of the Biochemical Oxygen Demand was achieved through water treatment; however, it is not below the Maximum Permissible Limit of swine effluents. **Recommendations:** A pretreatment is recommended before the application of *Eichhornia crassipes* to wastewater.

Keywords: BOD, LMP, Organic Load

I. INTRODUCCION

Actualmente el tema ambiental está cobrando mayor valor en todas las áreas, y el área de la porcicultura no es ajena, es por eso que mediante el diseño de tratamiento de las aguas residuales producidas en este proceso mediante la planta *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua” se busca reducir las concentraciones de ciertos parámetros que exceden los límites máximos permisibles y por lo contrario que la concentraciones de estos parámetros este dentro de los limites mencionados antes de llegar a un cuerpo receptor.

El tema de las aguas residuales de la industria porcina es un tema álgido cuando hablamos de contaminación debido a que el consumo de carne de este animal aumenta día a día lo que conlleva que las granjas también aumenten en el país. El detalle no es el aumento de las granjas sino en que la mayoría de estas granjas no tratan estas aguas residuales y se vierten directamente a cuerpos de agua (rio, canales, lagos), debido a esto es necesario buscar alternativas que puedan controlar y minimizar las concentraciones de los contaminantes para poder verter el agua o reutilizarlas en alguna actividad y no cause impacto al ambiente.

Las aguas residuales de la granja Campoy llegan directamente a los canales de regadío, con la que posteriormente se riegan los campos de cultivo contiguo a la granja, esto genera preocupación pues puede ocasionar posibles impactos ambientales, así como problema a los consumidores de los productos cultivados en este sector ya que el agua es vertida sin ningún tipo de tratamiento.

Es importante mencionar que en los últimos años se ha encontrado en las plantas flotantes una buena alternativa de tratamiento de aguas residuales, esto porque posee una elevada eficiencia en la remoción de materia orgánica, nutrientes y agentes patógenos, lo que disminuye

los posibles efectos adversos de los vertidos sobre los cuerpos receptores. Una de estas plantas es la *Eichhornia crassipes* que tiene gran poder de remoción.

Es de mucha importancia que la empresa realice una producción limpia, garantizando que desde iniciar hasta finalizar su proceso no impacten significativamente al ambiente en la cual se desarrolla, es por ello que mediante la aplicación de tratamientos de agua residuales con la planta *Eichhornia crassipes* a través de estanques se reducirá gran cantidad de parámetros que exceden los límites máximos permisibles antes de llegar al canal de regadío que está cercano a la planta y a su vez cercano a las chacras de cultivos.

El sistema de tratamiento con la *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua” reducirá la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y otros parámetros. Esto permitirá que no se generen posibles impactos, y no altere la salud pública por consumo de productos regados con efluente sin tratar de la granja Campoy, por ello las actividades realizadas en las granjas seguirá su curso, aprovechando y dándole uso a las aguas tratadas y las excretas.

La reducción o tratamiento de estas aguas residuales mediante la *Eichhornia crassipes* es efectivo sin embargo será aún más eficiente cuando antes del tratamiento con las plantas se realice un pre tratamiento mediante sedimentación, precipitación, otros.

II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Leon E. & Lucero P. (2009) En el “Estudio de *Eichhornia crassipes*, *Lemna gibba* y *Azolla filiculoides* en el Tratamiento Biológico de Aguas Residuales Domésticas en Sistemas Comunitarios y Unifamiliares del Cantón Cotacachi, en Ecuador” (p. 155) tuvo como objetivo: determinar la eficiencia de la *Eichhornia crassipes*, *Lemna gibba* y *Azolla filiculoides* en el tratamiento biológico de aguas residuales domésticas mediante el método que consistió en introducir las especies en sistemas que ya habían sido construidos por la comunidad para luego evaluar la depuración de cada una. El resultado de la remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno por la *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua” tuvo un porcentaje de 87% luego de 10 días y se concluyó que la *Eichhornia crassipes* es una de las más eficientes para el tratamiento de aguas residuales a diferencia de otras especies que también cumplen similar función, pero no tienen la misma capacidad de remoción de carga orgánica. A su vez recomienda construir un sistema preliminar de rejillas previo al sedimentador para mejorar el tratamiento.

García T. (2012) En una investigación realizada sobre la “Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas” (p. 6 - 221) donde tuvo como objetivo comparar y evaluar la eficiencia de remoción de nutrientes de aguas residuales domésticas mediante tres plantas acuáticas aplicando el método de análisis de la fisiología y la carga operacional de la especie de las plantas se obtuvieron resultados de la eficiencia de remoción de la *Eichhornia crassipes* con respecto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno el cual fue de 26.7% en 2.5 días. Se concluye que la planta *Eichhornia Crassipes* “jacinto de agua” es económica y

eficiente para el tratamiento de aguas residuales ya que no demanda mayor recurso económico en la implementación de un diseño de tratamiento a diferencia de los sistemas de tratamiento habituales actuales. Así mismo indica que esta planta tiene una gran potencia para remover contaminantes fisicoquímicos, nutrientes y microorganismos patógenos mostrándose como una gran alternativa para el tratamiento de las aguas residuales. Se recomienda desarrollar una planta de tratamiento, con tratamiento primario en monocultivos a base de *Eichhornia Crassipes* “Jacinto de agua”, y/o con *Lemna Minor*; ya que tiene altas remociones de DBO5.

Gavilanez L. (2015) En un artículo sobre la “Influencia de *Eichhornia Crassipes* y microorganismos eficientes sobre contaminantes químicos y orgánicos de las aguas residuales de Naranjito, Ecuador” (p. 25) el cual se planteó como objetivo determinar la influencia de la *Eichhornia crassipes* y microorganismos eficientes sobre contaminantes químicos y orgánicos de las aguas residuales de Naranjito Ecuador usando método de tanques de 1m³ el cual estaba compuesto con planta *Eichhornia crassipes*. Se obtuvo resultados donde la *Eichhornia Crassipes* tiene un poder de remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de 94.8% en las aguas residuales de la ciudad de Naranjito en el Ecuador, los resultados se llegaron a observar luego de los 14 días de iniciarse la inoculación de la planta a las aguas residuales. A su vez se concluyó que el tratamiento con *Eichhornia crassipes* es uno de los tratamientos más eficientes pues son rentables y de fácil mantenimiento.

Coronel C. (2016). En un estudio realizado sobre la “Eficiencia del Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*) y Lenteja de Agua (*Lemna minor*) en el Tratamiento de las Aguas Residuales de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas –

Chachapoyas, 2015” (p. 39) donde tuvo como objetivo determinar la eficiencia de la *Eichhornia crassipes* y *Lemna Minor* en el tratamiento de aguas residuales de la Universidad Nacional Rodríguez de Mendoza de Amazonas – Chachapoyas. El método usado para el tratamiento fue mediante flujo discontinuo o tandas la cual se asemeja a una laguna con agua estancada obteniendo resultados de remoción con respecto al parámetro de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) por parte de la planta *Eichhornia Crassipes* “jacinto de agua” de 95.55% de eficiencia para con el agua residual porcina durante 45 días de retención. Al terminar la investigación se concluye que la *Eichhornia Crassipes* tiene un potencial de remoción mayor que otras plantas de depuración como las lentejas de agua (*Lemna Minor*), sin embargo, se recomienda un pre tratamiento (desarenador) y tratamiento primario (sedimentador y tamizado) ya que en el agua residual se aprecia que contienen arena, residuos sólidos, DBO, DQO, altas concentraciones de sólidos suspendidos totales, conductividad y excesivos organismos patógenos.

Llontop B. (2017). Da a conocer en su investigación sobre “Plantas Acuáticas *Eichhornia crassipes* y *Nelumbo nucifera* para Minimizar la Contaminación de Aguas Residuales” (p. 44), el cual tuvo como objetivo determinar cuál de las especies de plantas acuáticas *Eichhornia crassipes* y *Nelumbo nucifera* es más eficiente para minimizar la contaminación de las aguas residuales del centro poblado el Arenal al cual consistió en un método de diseño no experimental donde se realizó agujeros de 30 cm de hondo x 70 cm de ancho y 70 cm de largo para posteriormente introducir las especies acuáticas. En el tratamiento con la *Eichhornia crassipes* se obtuvo resultados de remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de 16%, en el cual se colocó la planta en tanques de aguas residuales durante 45 días. Al terminar la investigación se llegó a concluir que el parámetro de la DBO está

dentro de los estándares de calidad ambiental de agua, sin embargo, se recomienda colocar a las especies de plantas acuáticas maduras para que estas no puedan morir durante el proceso de tratamiento de las aguas residuales.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 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 al sistema de alcantarillado. (OEFA, 2014)

2.2.1.1 Clasificación de las aguas residuales

- **Aguas residuales industriales:** Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras. (OEFA, 2014)

2.2.2 Tratamiento de aguas residuales

El objetivo principal del tratamiento de aguas residuales es reducir los sólidos, grasas, aceites y otros contaminantes para que sea reutilizada o vertida sin ningún riesgo. (EPA, 2000)

2.2.3 Tratamiento biológico de aguas residuales

Este tipo de tratamiento está basado en crear un flujo controlado de agua residual, en la cual la actividad microbiológica y las plantas acuáticas actúan en conjunto en el proceso de depuración de las aguas disminuyendo la concentración de contaminantes. (Leon Espinoza & Lucero Peralta, 2009)

2.2.4 Remoción de Carga orgánica

La remoción de la carga orgánica consiste en eliminar parte de la concentración de los contaminantes que se encuentran en el agua residual, usando microorganismos y plantas que degradan la materia orgánica y transforman los compuestos nitrogenados y de fosforo, a compuestos más simples. (Apaza Aquino, 2018)

2.2.5 Plantas acuáticas usadas en el tratamiento de aguas residuales.

Muchas plantas son capaces de tomar compuestos orgánicos y son reconocidas por absorber y almacenar nutrientes presentes en el agua, los cuales son objeto de depuración, esta característica resulta benéfica para el tratamiento de aguas residuales. De la misma forma, las plantas liberan oxígeno a la rizosfera, constituyendo así uno de los mecanismos de transferencia de oxígeno, lo que tiene efecto positivo en la supervivencia de microorganismos aeróbicos las cuales hacen posible su tratamiento. (Bohorquez Bedoya, 2015)

Se han estudiado distintas plantas acuáticas en sistemas de depuración de aguas residuales, algas u otras sumergidas, con vistas a explorar su posible valor; sin embargo las plantas acuáticas flotantes como el Jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*) son las que has sido evaluadas con más intensidad como posibles integrantes de sistemas de recirculación de nutrientes a través de su cultivo en estanques cargados con efluentes provenientes de biodigestores anaeróbicos, en lagunas, o simplemente colectadas en su medio natural puesto que la planta Jacinto de agua tiene dentro de su rizósfera bacterias que absorben nutrientes y carga orgánica procedentes de las aguas residuales a tratar. La técnica utilizada es colocar las plantas que flotan en la superficie del agua residual y dejar que las bacterias realicen la absorción. (Garcia Trujillo, 2012)

2.2.6 Fenología de la *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua”

La *Eichhornia crassipes* es una macrofita acuática flotante no enraizada, herbácea perenne de agua dulce (Camacho P. & Ordoñez N. 2008). Puede vivir en aguas dulces tranquilas o de ligero movimiento, como zanjas, canales, presas, arroyos, ríos y pantanos; es considerado como la maleza acuática.

Estas plantas carecen de tallo aparentemente, provista de un rizoma, muy particular, emergente, del que se abre un rosetón de hojas que tienen una superficie esponjosa notablemente inflada en forma de globo que forma una vejiga llena de aire, mediante la que el vegetal puede mantenerse sobre la superficie acuática, el limbo se estrecha en la zona media, terminando en una especie de lengüeta plana y redondeada. Son consideradas malas hierbas, pues se reproducen rápidamente sin necesidad de manejarlas. (Benitez Pacheco, 2008).

Sus hojas son grandes, de color verde, las raíces varían en su longitud entre 10 cm a 90 cm de largo. Los rizomas son de 1 a 25 cm de largo en su mayoría.

Esta planta obtiene del agua todos los nutrientes que requiere para su metabolismo, siendo el nitrógeno y el fósforo, junto a los iones de potasio, calcio, amonio, nitrito, sulfato, fosfato y carbonato, los más importantes. (Metcalf & Eddy, 1995)

Tiene un crecimiento veloz en temperaturas medias de 20 a 30°C, sin embargo, dejan de crecer en temperaturas con intervalo de 8 a 15°C. La mencionada planta tiene un sistema de raíces en las cuales tienen microorganismos asociados la cual ayuda a una acción depuradora de la planta, pues retienen en sus tejidos metales pesados como el Cadmio, Mercurio, Ástato, otros. Sumado a esto también remueve algunos compuestos orgánicos, como por ejemplo fenoles, colorantes y pesticidas, y disminuye niveles de Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y sólidos suspendidos (Metcalf & Eddy, 1995).

Por ello es una de las especies más estudiadas debido a sus características depuradoras y fácil proliferación. Entre los mecanismos que tienen esta especie para la depuración de contaminantes tenemos: Filtración y sedimentación de sólidos, Incorporación de nutrientes, Degradación de la materia orgánica por un conjunto de microorganismos facultativos asociados a las raíces de las plantas. (Fernandez Gonzales, 2001).

2.2.7 Taxonomía de la *Eichhornia crassipes*

REINO: *Plantae*

DIVISION: *Magnoliophyta*

CLASE: *Liliopsida*

ORDEN: *Commelinales*

FAMILIA: *Pontederiaceae*

GENERO: *Eichhornia*

ESPECIE: *Eichhornia crassipes*

NOMBRE CIENTIFICO: *Eichhornia crassipes*

NOMBRES COMUNES: Jacinto de agua, flor de bora, camalote, aguapey, lecguguin, tarope, tarulla o reyna. (**Benitez Pacheco, 2008**)

2.2.8 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBOs)

Es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias. La DBOs es el parámetro más usado para medir la calidad de aguas residuales y superficiales, para determinar la cantidad de oxígeno requerido, estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua, diseñar unidades de tratamiento biológico, evaluar la eficiencia de los procesos de tratamiento y para fijar las cargas orgánicas

permisibles en fuentes receptoras; el tiempo de incubación de la DBO generalmente es de 5 días y a 20 °C. (Camacho Pinto & Ordoñez Niño, 2008)

Es el parámetro que se analiza para tener una idea de la concentración en materia orgánica biodegradable; se calcula midiendo la disminución en la concentración de oxígeno disuelto del agua después de incubar una muestra durante 5 días a 20°C. (DINAMA, 1995)

2.3 Definiciones conceptuales

Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana (MINAM, 2012)

Agua: El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación.

Aguas residuales. Aguas cuyas características han sido modificadas por actividades antropogénicas, requieren de tratamiento previo y pueden ser vertidas a un cuerpo natural de agua o ser reutilizadas.

Ambiente. Es el conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de origen natural o antropogénico, que rodean a los seres vivos y determinan sus condiciones de existencia.

Caudal. Es la cantidad de agua que pasa por una determinada sección transversal conocida durante una unidad de tiempo, generalmente se expresa en m³/s. (Ordoñez Galvez, 2012)

Contaminación Ambiental. Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente.

Contaminación de agua: Viene a darse por la acumulación de sustancias tóxicas y derrame de fluidos o vertimientos en un sistema hídrico (río, mar, cuenca, etc.) alterando la calidad de agua. (DINAMA, 1995)

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

Efluente: Descarga directa de aguas residuales al ambiente, cuya concentración de sustancias contaminantes es medida a través de los Límites Máximos Permisibles (LMP).

Estándar de Calidad Ambiental (ECA): Estándar ambiental que regula el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

Organismo de Evaluación y fiscalización Ambiental (OEFA): Es un organismo público técnico especializado, con personería jurídica de derecho público interno, que constituye un pliego presupuestal. Se encuentra adscrito al MINAM y se encarga de la fiscalización, supervisión, evaluación, control y sanción en materia ambiental, así como de la aplicación de los incentivos.

Tratamiento de agua no convencional: Son tratamientos que no son muy comunes o estandarizados, que aprovechan procesos físicos, químicos y biológicos de la interacción de agua, aire, suelo, plantas y microorganismos, para proporcionar tratamiento a las aguas residuales. (Metcalf & Eddy, 1995)

Vertimiento: Sinónimo de Efluente. Está referido a toda descarga deliberada de aguas residuales a un cuerpo natural de agua. Se excluyen las provenientes de naves y artefactos navales, así como la descarga de aguas residuales al alcantarillado.

Límites Máximos Permisibles (LMP): es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales y programas

3.1.1. Materiales y programas para trabajos en gabinete (Análisis e interpretación)

- ✓ Microsoft 2016
- ✓ ArcGis 10.3
- ✓ USB 64 GB
- ✓ Laptop Dell Core i7

3.1.2. Materiales para trabajos en campo (toma de muestra):

- ✓ Guantes, mandil blanco y toca
- ✓ Casco
- ✓ Frascos de plástico de 1 litro
- ✓ Etiquetas
- ✓ Plumón indeleble
- ✓ cadena de custodia
- ✓ Cooler y refrigerante
- ✓ Balde de 20 litros
- ✓ Tanques de vidrio de 16L
- ✓ Agua desionizada.
- ✓ Navegador GPS
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Libreta de campo y lapicero.

3.2 Métodos

La presente investigación tuvo un enfoque aplicativo pues determino qué porcentaje de la DBO se reducirá en un determinado tiempo usando la planta *Eichhornia Crassipes* “jacinto de agua” sobre el efluente de la empresa Campoy, A su vez es una investigación de tipo cuantitativa pues se analizó la cantidad de reducción de la concentración de la DBO.

3.2.1. Ubicación del área de estudio

La presente investigación para reducir la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno presente en el agua residual porcina utilizando la planta *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua” se llevó a cabo en la empresa Agroindustrial Campoy S.A.C. el cual está ubicado en el distrito de Aucallama, provincia de Huaral, en la región Lima.

El punto de muestreo establecido fue en las siguientes coordenadas UTM – WGS84:

- **Vertimiento:** Coordenadas UTM 18L N 262172.82, E 8720320.94 Altura: 136 msnm
- **Programa Concytec Investigación:** Código CTI (0302 0008) Adaptación y Desarrollo de Tecnología para la Recuperación de Fuentes de Agua Afectadas por Contaminación.

3.3 Diseño metodológico

La presente investigación comprendió las siguientes etapas:

3.3.1. Trabajo de Gabinete (pre-muestreo)

En esta etapa se estableció y programó la fecha y hora de muestreo, el punto de muestreo, alistar los materiales y dinero a usarse.

3.3.2. Trabajo de Campo:

Ubicación geográfica en coordenadas UTM usando GPS y toma de muestras para el análisis.

3.3.3. Análisis de Laboratorio:

Traslado de las muestras a un laboratorio acreditado para se pueda determinar las concentraciones de las muestras según avance el tratamiento.

3.3.4. Trabajo de Gabinete (Post-muestreo)

Determinar los resultados de los análisis realizados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y compararlo con la normativa.

3.4 Tipo de Investigación

La investigación es de tipo aplicada-experimental.

3.5 Determinación de Variables e indicadores

Tabla 1. Operacionalización de variables e indicadores de la investigación

Nota: Auditoria Propia

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores
VARIABLE INDEPENDIENTE Tanque 1 con <i>Eichhornia crassipes</i> “jacinto de agua” Tanque 2 con <i>Eichhornia crassipes</i> “jacinto de agua”	Es el método de tratamiento de agua por el cual se utiliza el Jacinto de agua para absorber la materia orgánica.	Actividad natural del Jacinto de agua para bajar la carga orgánica del agua residual.	Eficiencia de Reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno	Gr/L
VARIABLE DEPENDIENTE Reducción de DBO	Efecto de la absorción del tratamiento de agua por el Jacinto de agua	Mejora de la calidad del agua, suelo y paisaje posterior al vertido de las aguas residuales tratadas.	Bioquímica	%

3.6 Técnicas de recolección de datos

3.6.1. Técnicas a emplear

- Procedimiento de preparación de envases para la toma de muestra
- Método de toma de muestra
- Preservación
- Identificación de muestras
- Transporte de muestras
- Reporte de resultados
- Análisis de las muestras

3.6.2. Técnicas para el procesamiento de información

- Grafica de barras
- Uso de Figuras
- Interpretación de datos
- Uso de Microsoft Excel

3.7 Sistema de tratamiento o tanques de agua residual

Durante la investigación se hizo uso de dos sistemas de tratamiento de agua residual de flujo discontinuo, el cual comprende un estanque de 16 L por cada sistema, es decir este sistema simula a una laguna con agua residual estancada.

En los sistemas mencionados se insertó la planta *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua” con diferentes cantidades de la planta (Tanque 1: 200gr y Tanque 2: 400gr) para ver la funcionalidad en la reducción de la concentración de la DBO en cada tanque.

Tabla 2. Procedimiento efectuado en el tratamiento de aguas residuales porcinas

N° DE TRATAMIENTO	COMPONENTE (ESPECIE)	CANTIDAD
T1	<i>Eichhornia crassipes</i> “jacinto	200gr
T2	de agua”	400gr

Nota: Los estanques con *Eichhornia crassipes* se utilizaron directamente sin ningún pre-tratamiento como sedimentación o atrapa sólidos, esto para determinar la eficiencia directa de la planta.

3.7.1. Dimensión de los sistemas de tratamiento

El diseño de la presente investigación es experimental por el manejo de las variables pertenecientes al estudio. La prueba experimental consistió en la colocación de la planta acuática *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua” y el agua residual porcina de la empresa Campoy en un tanque de vidrio de 16 litros con las siguientes medidas: 20cm x 40cm x 20 cm, con un volumen de 16 litros como se muestra en la figura 1. Esta prueba contara con un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 15 días, evaluando la Demanda Bioquímica de Oxígeno y otros parámetros como el color y olor cada 5 días.

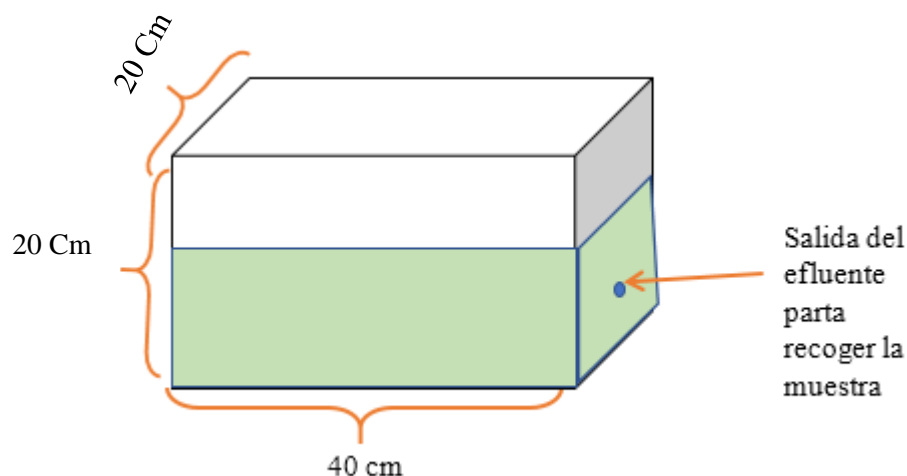


Figura 1: Diseño de tanque de tratamiento de aguas residuales

- Cada 5 días se tomó una muestra por el agujero a lado lateral de ambos tanques y se enviaron al laboratorio para medir la concentración de la DBO, es así como podremos evidenciar como actúa la planta *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua” en determinado tiempo.
- **Prueba A.** tanque 1: los días evaluados serán 15 días con 200 gr de Jacinto de agua (tanque 1) / determinación cuanto de DBO se reduce
- **Punto B.** tanque 2: los días evaluados serán 15 días, con 400 gr de Jacinto de agua (tanque 2) / determinación cuanto de DBO se reduce.
- La medición de la concentración de la DBO se realizó en un laboratorio acreditado (Analytical Laboratory – ALAB) para dar fiabilidad a los resultados y mediante ello determinar qué porcentaje de la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno se llegó a reducir durante el tratamiento.

3.7.2. Preparación del lugar de tratamiento

El espacio que se preparó para la instalación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales durante el desarrollo de la presente investigación, se ubicó a 10 km de la descarga del efluente de la empresa Campoy. Se procedió a limpiar el cuarto donde permanecerán las muestras para darle al ambiente similares características que el punto de vertimiento, esta consto de una mesa, tanques de vidrio y plantas.

3.7.3. Envases para la toma de muestra para análisis de la DBO

Los frascos para la toma de muestras para el análisis de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) son de boca ancha, con tapa de cierre seguro, de material de plástico y con una capacidad de 1 litro. Estos frascos fueron otorgados por el laboratorio acreditado Analytical Laboratory EIRL (ALAB) a la cual se contrató los servicios de análisis, las cuales

constaron en la entrega de ocho (8) frascos, cuatro (4) cadenas de custodia, ocho (8) stickers para identificar las muestras y los análisis de las muestras.

3.7.4. Método de muestra para el análisis de la DBO

La recolección o toma de muestras se ejecutó de la siguiente manera:

- Recolección de muestra: recolección del agua residual y vaciado en 2 tanques de 15 litros cada una
- Apertura del frasco: esterilizado, el cual consistió en desenroscar el tapón que cubre la boca del frasco.
- Los frascos que se utilizaron para la toma de muestras fueron homogenizados con la muestra, luego fueron lavados con detergente neutro y agua destilada.
- Toma de muestra: se vaciará un litro de agua residual en el frasco abierto para luego enroscarlo nuevamente.
- Almacenamiento de muestras: colocar el frasco con la muestra dentro del Cooler acondicionado con su respectivo refrigerante para conservar la muestra.
- Identificación de muestras; Luego de haberse tomado la muestra el frasco debe ser rotulado con datos como fecha, hora, parámetro, otros.
- Preservación: la muestra de DBO tomada no se le agrego ningún tipo de preservante debido que el lugar de la toma hacia el laboratorio no tiene una distancia considerable, así que la preservación solo se dio con los refrigerantes.
- Transporte de muestras: las muestras de la DBO que se remitieron al laboratorio fueron llevadas con un Cooler pequeño y refrigerado adecuadamente.
- Reporte de resultados: el reporte de resultado fue remitido por el laboratorio ALAB S.A.C.

3.7.5. Procedimiento para el tratamiento de aguas residuales

3.7.5.1. Toma de muestra inicial de agua residual

Para el inicio del tratamiento de aguas residuales, se tomó 30 litros de la misma en un balde esterilizado para evitar contaminación cruzada o alteración de muestra, la cual fue obtenida directamente del punto de vertimiento de la empresa Campoy, es decir antes que el agua residual llegue al canal de regadío.



Figura 2: Toma de muestra del agua residual del punto inicial de vertimiento de la empresa CAMPOY S.R.L.

3.7.5.2. Compra o adquisición de las especies acuáticas

Las plantas de *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua”, fueron compradas en el mercado central de los olivos los cuales proceden de un acuífero ubicado en la ciudad de Lima. A su vez estas fueron almacenadas en un lavatorio esterilizado para luego hacer la selección de las plantas más jóvenes, consistentes y verdosas que nos garantizaran una mayor eficiencia del tratamiento, método usado por Lucero 2009.



Figura 3: Almacenamiento y selección de la *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua”

3.7.5.3. Instalación de los sistemas de tratamiento

Se utilizaron dos (2) tanques de vidrio con dimensiones de 20.0 cm de profundidad, 40.0 cm de ancho y 20.0 cm de largo. El volumen de agua residual a utilizar en los estanques fue de 15 litros (0.015m³).

Los estanques fueron alimentados con el agua residual de la empresa Agroindustrial CAMPOY S.R.L. hasta el 93.8% de su altura haciendo un volumen de 15 litros (0.015 m³), esta agua residual proviene directamente del punto de vertimiento de la empresa sin ningún tipo de filtro o sedimentación, esto para determinar la eficiencia de tratamiento de agua directamente.

Luego de la instalación de los tanques T1 y T2; se etiquetó cada tanque para diferenciarlas y realizar las pruebas en cada una de ellas.



Figura 4: Preparación de los tanques y llenado de las mismas con agua residual porcina.

3.7.5.4. Pesado de la *Eichhornia crassipes*

Se realizó el pesaje de la planta *Eichhornia crassipes* con una balanza analítica. Se pesó dos cantidades, 200gr para el tanque 1 y 400gr para el tanque 2. Cabe resaltar que se utilizaron medidas de seguridad durante el pesaje para evitar contaminar las plantas y no alterar las muestras, como por ejemplo uso de guantes de nitrilo, lavatorio esterilizado y superficie de balanza esterilizada.



Figura 5: Pesaje de la masa de la planta *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua”

3.7.5.5. Introducción de la *Eichhornia crassipes*

Luego de la adquisición de la planta *Eichhornia crassipes*, preparación del tanque con el agua residual y pesado de las plantas se procedió a introducir a cada tanque diferentes cantidades de la planta para determinar la eficiencia de estas y determinar cuáles serían las ventajas y desventajas de esta.

Las plantas de *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua” para el tratamiento de las aguas residuales seleccionadas fueron las que tenían un color más verdoso, consistente y con las raíces más voluminosas tal como indica el método usado por Lucero (2009). A su vez también se usó parte del método de García (2012) que consiste en el lavado de las plantas con agua corriente y colocarlos en el tanque hasta cubrir gran parte de la superficie del área del tanque.



Figura 6: Introducción de la Eichhornia crassipes para el tratamiento de agua

3.7.5.6. Toma de muestra de agua residual tratada

La toma de muestra se realizó a través de los agujeros que tienen los tanques en los laterales. Cabe recalcar que estas muestras son posteriores al tratamiento de estas aguas con la planta *Eichhornia crassipes*.

Para determinar el horario de muestreo se tomó en cuenta la tesis “Eficiencia del Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*) y Lenteja de Agua (*Lemna minor*) en el Tratamiento de las Aguas Residuales de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas – Chachapoyas, 2015. Cuyo autor es Elver Coronel Castro En la cual encuentra como momento adecuado en la mañana pues hay mayor actividad fotosintética.

El efluente estancado fue tratado por el Jacinto de agua durante 15 días el cual es el tiempo de retención hidráulica elegida para esta investigación; y el periodo de muestreo fue cada 5 días desde el primer día que se alimentó con agua residual los estanques (una muestra del efluente),

luego se tomaron muestras diferentes para cada estanque a los 5 días, finalizando al quinceavo día, empezando el día 20/04/2019 y terminando el 05/04/2019.

Las muestras que se tomaron fueron muestras simples y se recogieron envases de plástico para analizar el parámetro fisicoquímico (DBO).



Figura 7: Toma de la segunda muestra del agua residual tratada con la planta

3.7.6. Análisis de las Muestras

El análisis que se realizó para la determinación de la eficiencia de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno mediante la *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua” se realizó en el laboratorio Analytical Laboratory EIRL. Cabe resaltar que la metodología que se empleó en los análisis de las aguas residuales para el DBO fue la DILUCIÓN para lo cual se detalla la siguiente secuencia:

A. Preparación de agua de dilución:

- ✓ Se colocó un volumen deseado de agua destilada en un recipiente adecuado y adicionó 1 ml de las soluciones de buffer fosfato, sulfato de magnesio, cloruro de calcio, cloruro férrico y aforar con agua destilada a un litro.

- ✓ Blanco de agua de dilución: Se incubo una botella de DBO llena de agua de dilución por 5 días a 20°C conjuntamente con el ensayo de la muestra. Se midió la concentración de oxígeno antes y después de la incubación. El consumo de oxígeno disuelto al cabo de los 5 días no fue mayor a 0.2 mg/l lo cual indica que no hubo contaminación cruzada.

B. Pre tratamiento de la muestra:

- ✓ El pH del agua de dilución no debe ser afectado por dilución de la muestra. Por ello se ajustó entre 6.5 – 7.5 el pH de las muestras con una solución de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y la muestra se encuentra a temperatura ambiente (aprox. 20°C) antes de realizar las diluciones.

C. Técnica de dilución:

Se realizó varias diluciones de la muestra para obtener un consumo de oxígeno de no menos de 2 mg/l y un oxígeno residual no menor a 1 mg/l, después de 5 días de incubación.

D. Determinación:

Medida de oxígeno disuelto de la muestra (ODm): determinar el oxígeno disuelto de la muestra con el electrodo de oxígeno según las instrucciones del manual evitando airear la muestra.

Incubación: incubar las botellas de DBO conteniendo las diluciones de la muestra y el blanco de agua de dilución a 20 +- 1°C, durante 5 días.

Medida de oxígeno disuelto final: luego de los 5 días de incubación determinar el oxígeno en las diluciones de la muestra.

3.7.7. Observaciones durante el tratamiento de aguas

3.7.7.1. Formación de capa

Durante el proceso de tratamiento en el tanque 2 Se formó una capa encima de la superficie del agua residual que impide una eficiente oxigenación entre el agua, la planta y el medio, razón por la cual la planta podría presentar deficiente tratamiento y saturación durante la depuración de los contaminantes.



Figura 8: Formación de capa de grasas en la superficie del agua residual

3.7.7.2. Sobre carga de la planta *Eichhornia crassipes*

A medida que el tiempo de tratamiento avanzaba, la planta también se sobrecarga de materia orgánica por lo cual va presentando una coloración negra hasta llegar al punto de la marchitez donde ya no es posible la remoción de contaminantes presentes en el agua residual.



Figura 9: La planta Eichhornia crassipes saturada de carga orgánica

Cabe destacar que durante el tratamiento también se tomó lectura de parámetros como pH, temperatura y conductividad. Estos parámetros mostraron cambios positivos al final del tratamiento puesto que el pH paso de un estado alcalino a un estado promedio y la temperatura se logró disminuir en ambos sistemas conjuntamente con la conductividad. (Ver anexo 06)

A si mismo se pudo distinguir que el olor y color del agua residual también tuvo cambios significativos a medida que pasaba el tiempo de tratamiento, puesto que el olor fuerte emanado por el agua residual a inicio de tratamiento fue cambiando por un olor menos impactante al finalizar el tratamiento, a su vez el agua residual paso de un color negro a un color marrón al finalizar el tratamiento, mostrando mayor claridad del agua. (Ver anexo 07).

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de Remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno

La tabla numero 3 nos muestra los resultados de la remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno del agua residual de la empresa CAMPOY al inicio, intermedio y al final del tratamiento tal como indican los informes de ensayo del laboratorio acreditado ALAB.

El sistema 1 (TK 1=200gr) con menor cantidad de *Eichhornia crassipes* tiene una mayor remoción a diferencia del sistema 2 (TK 2 = 400gr), la diferencia no es tan considerable a pesar de la diferencia de la cantidad de planta aplicada, esto se debe a la poca oxigenación que tenía el sistema 2 ya que cubría toda la superficie del tanque y no permitía el intercambio gaseoso necesario para un eficiente tratamiento.

Cabe resaltar que el día 15 la planta ya presentaba un color oscuro y al finalizar el tratamiento este color oscuro se afirmó en toda la planta producto de la saturación de carga orgánica.

Tabla 3: Resultados de los muestreos de los tanques TK1 y TK2

Día	Parámetro	Unid	TK1 (200gr)	TK2 (400gr)
0	DBO5	mg/l	12810	14730
5	DBO5	mg/l	5700	4920
10	DBO5	mg/l	5720	3585
15	DBO5	mg/l	1448	3084

NOTA: Resultados de la remoción de la DBO de los sistemas de tratamiento.

La concentración de demanda bioquímica de oxígeno presente en el agua residual porcina fue 12810 mg/l en el tanque 1 y 14730 mg/l en el tanque 2. Al finalizar el tratamiento se obtuvo una concentración final de 1448 mg/l en el tanque 1 y 3084 mg/l en el tanque 2.

Cabe resaltar que se aplicaron cantidades distintas de *Eichhornia crassipes* en ambos tanques con el fin de determinar si la cantidad de plantas influye eficientemente en la reducción de la DBO.

En la siguiente figura 10 se visualiza las concentraciones iniciales de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en mg/l que se obtuvo en ambos sistemas (TK 1 = 200gr y TK 2=400 gr). Estos resultados son antes del uso de la *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua”. La concentración inicial de la DBO en el sistema uno fue 12810 mg/l, mientras que el sistema dos mostró una concentración de 14730 mg/l.

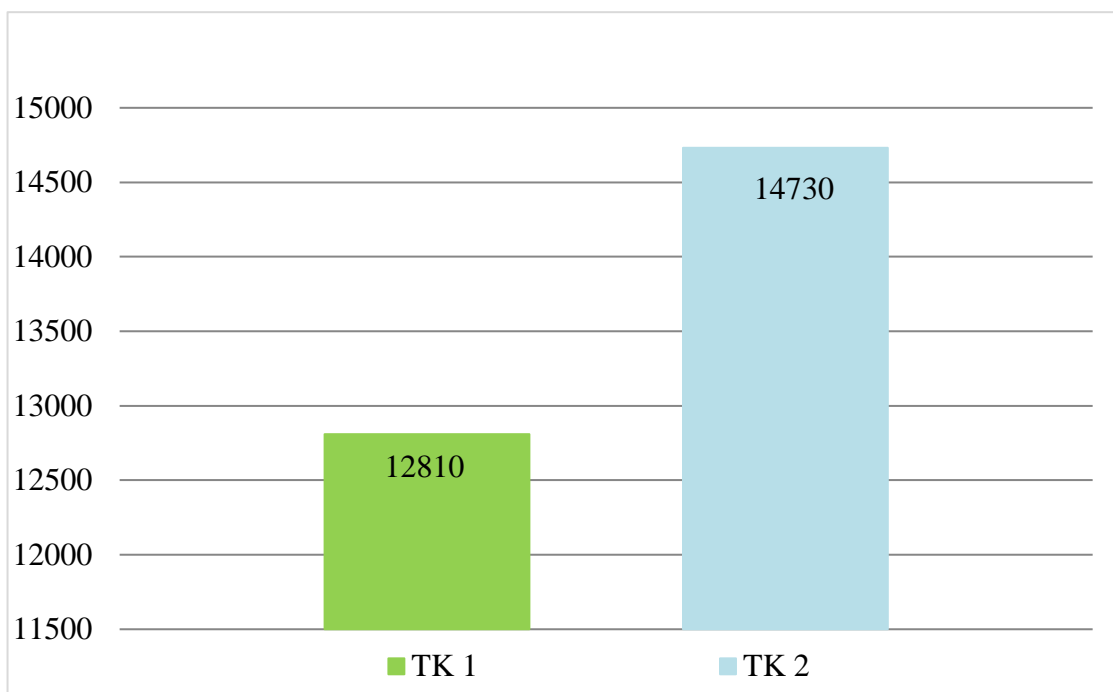


Figura 10: Primeras muestras antes de iniciado el tratamiento en ambos sistemas.

En la siguiente figura 11 se visualiza las concentraciones de la muestra 2 en mg/l que se obtuvo en ambos sistemas (TK 1 = 200gr y TK 2=400gr). Estas concentraciones son resultados de los primeros 5 días de tratamiento con la planta *Eichhornia crassipes*. Las

concentraciones que se obtuvieron fueron: en el sistema uno fue de 5700 mg/l, mientras que el sistema dos mostró una concentración de 4920 mg/l. Como se puede distinguir hubo una remoción considerable de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

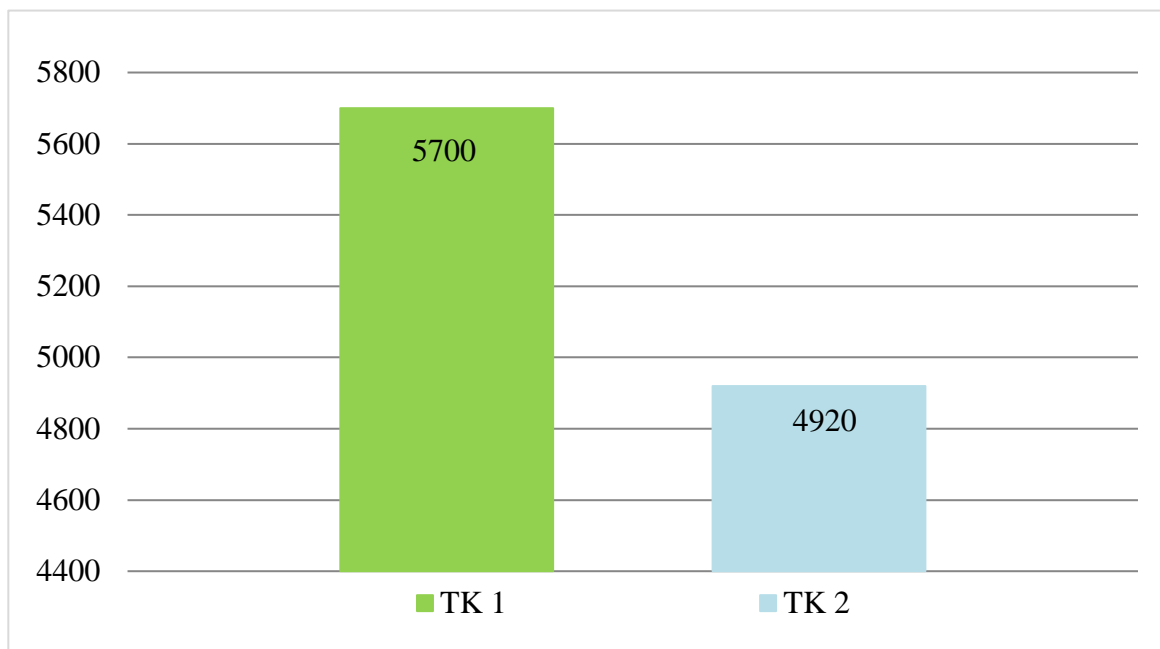


Figura 11: La segunda muestra en el sistema uno indica una reducción de la DBO de 55.50%, mientras que sistema dos se muestra una reducción de 66.60%.

En la siguiente figura 12 se visualiza las concentraciones de la muestra 03 en mg/l que se obtuvo en ambos sistemas (TK 1 = 200gr y TK 2=400gr). Estas concentraciones son resultados de los primeros 10 días de tratamiento con la planta *Eichhornia crassipes*. Las concentraciones que se obtuvieron fueron: en el sistema uno fue de 5720 mg/l, mientras que el sistema dos mostró una concentración de 3585 mg/l.

A diferencia de los resultados de la muestra 2, vemos que en el sistema 1 hay un aumento de concentración con respecto a la muestra 03, esto debido a que se formó una napa que cubría la superficie del agua residual e impedía la oxigenación de la planta y el agua residual.

En el sistema 2 observamos una ligera disminución de la DBO a diferencia del porcentaje reducido en los primeros 5 días de tratamiento, esto debido a que la planta se estuvo saturando de carga orgánica.

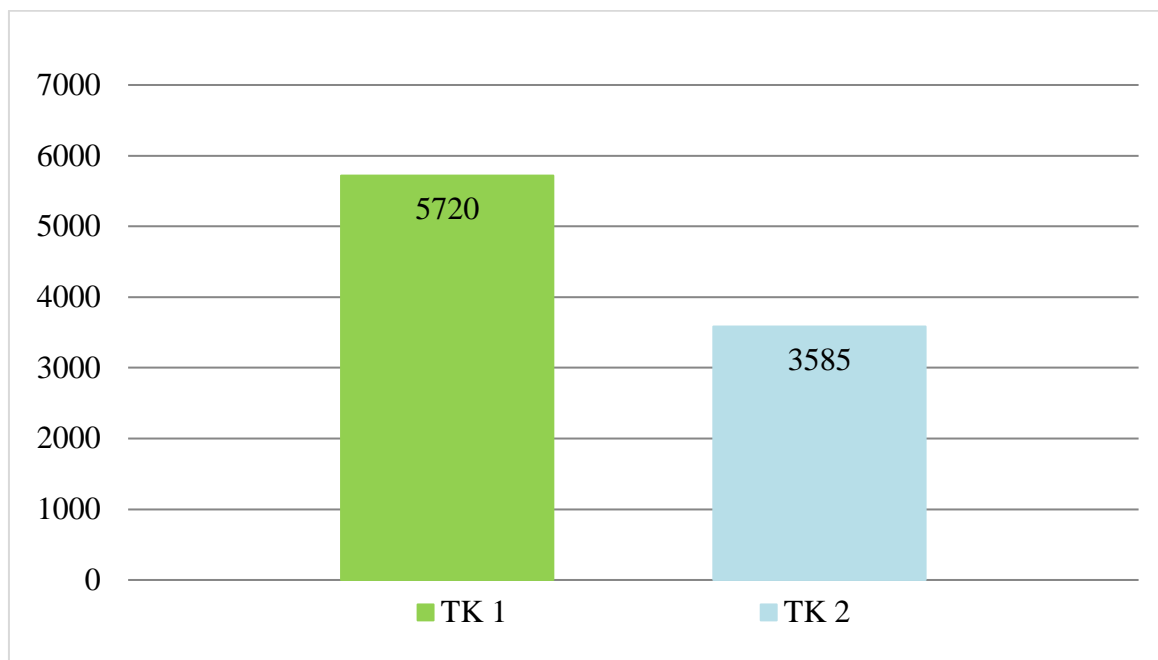


Figura 12: La tercera muestra en el sistema uno indica una reducción de la DBO de 55.34%, mientras que sistema dos se muestra una reducción de 75.66%.

En la siguiente figura 13 se visualiza las concentraciones de la última muestra (muestra 04) en mg/l que se obtuvo en ambos sistemas (TK 1 = 200gr y TK 2=400gr), la cual son resultados de todo el tratamiento (15 días de tratamiento). Las concentraciones finales que se obtuvieron fueron: en el sistema uno fue de 1448 mg/l, mientras que el sistema dos mostró una concentración de 4920 mg/l. A diferencia de los resultados de la muestra 03, vemos que en esta muestra el sistema 1 mostro una gran reducción de la concentración de la DBO, esto debido a que se retiró la napa que cubría la superficie del agua residual e impedía la oxigenación de la planta y el agua. En el sistema 2 observamos una ligera disminución de la DBO a diferencia del porcentaje reducido en los primeros 10 días de

tratamiento, esto debido a que la planta se saturó de carga orgánica, muestra de ello la planta se puso de color negro y la planta estaba decaída.

En conclusión, el tanque 1 se redujo un 88.69% y el tanque 2 un 79.06% de la DBO.

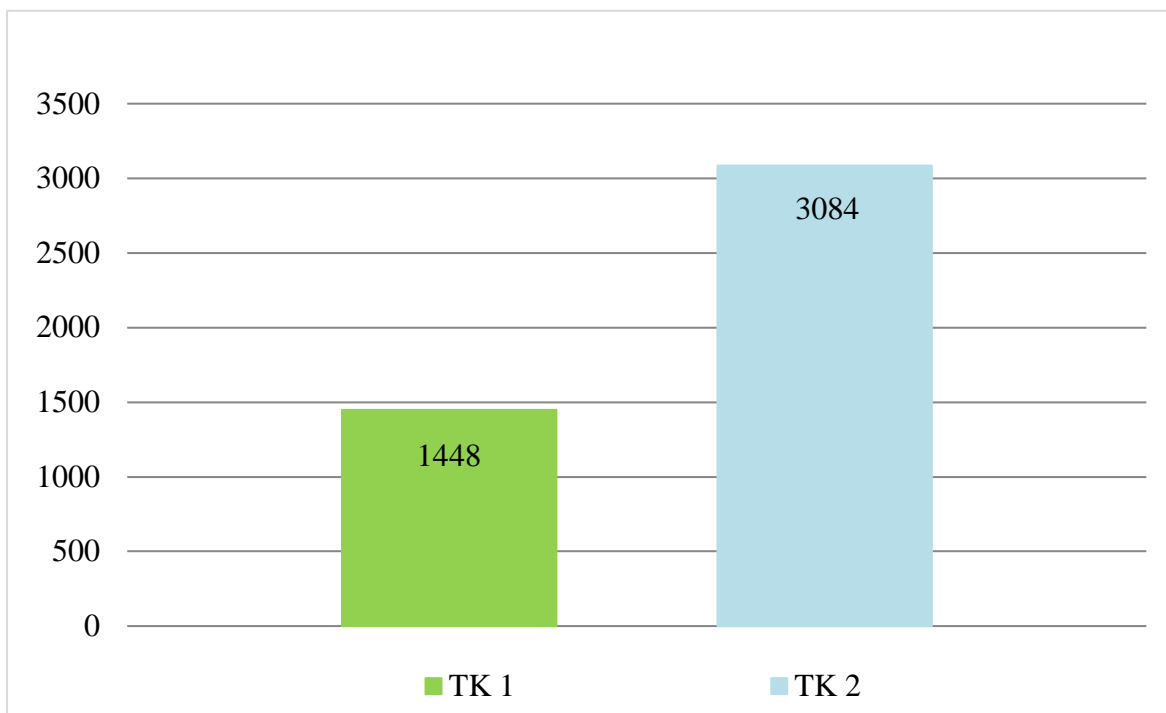


Figura 13: Resultados de la muestra final en ambos sistemas de tratamiento.

La figura 14 muestra una reducción de la DBO en el tanque 1 de más del 55% en los primeros cinco (5) días de inoculación del a *Eichhornia crassipes* (200gr), en la tercera muestra hubo un ligero aumento de la concentración de la DBO debido a que se formó una nata en la superficie que impedía el intercambio de gas u oxigenación entre el agua residual y la planta, y en la última muestra se logró obtener el 88.07% de reducción de la DBO esto gracias a que se retiró la nata para mejorar la eficiencia del tratamiento.

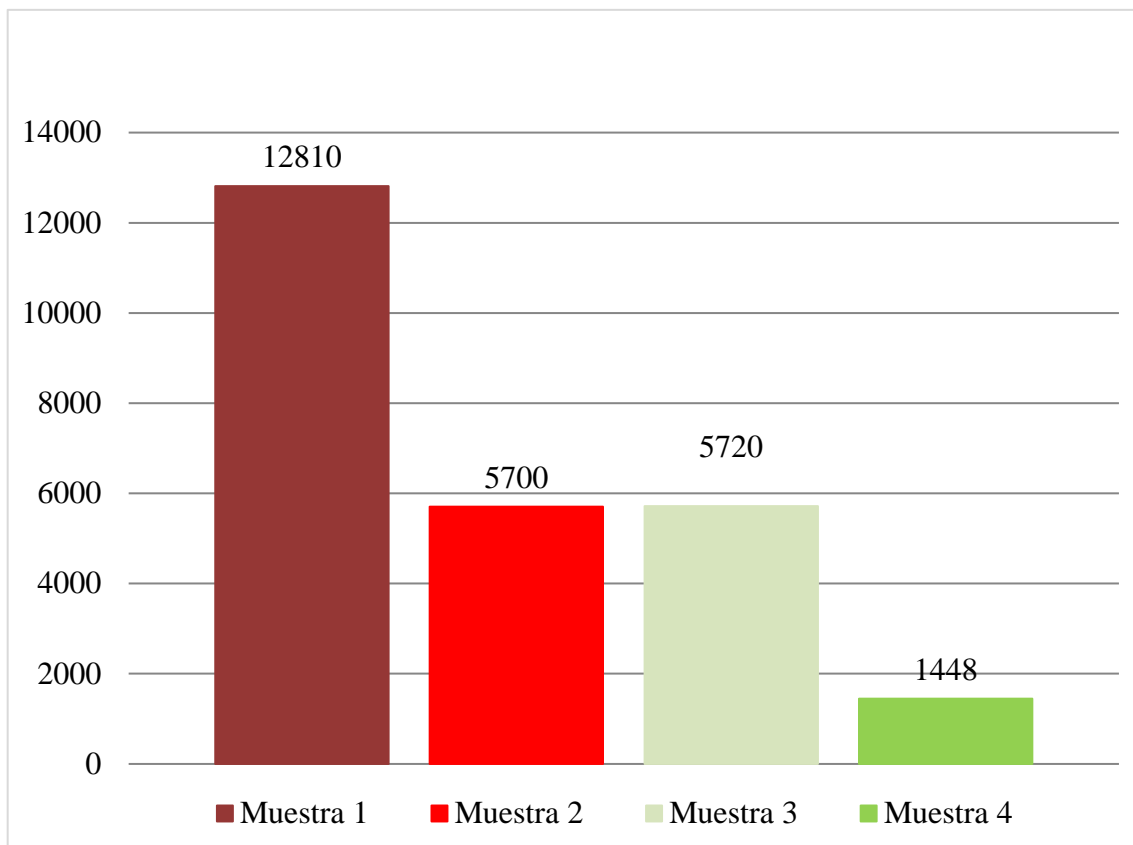


Figura 14: Resultados de muestra de la DBO del sistema 1

La figura 15 muestra una reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en el tanque 2 de más del 66% en los primeros cinco (5) días de inoculación de la planta *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua” (400gr), en la tercera y cuarta muestra hubo solo una ligera disminución de la DBO debido a que la planta ya estaba llegando a un punto de saturación de carga orgánica por lo cual presentaba un color oscuro en las raíces y los tallos, también debido a que se formó una nata en la superficie. Por último, en la cuarta muestra se obtuvo una reducción de concentración de 79.06% que representa la reducción final en los 15 días de tratamiento.

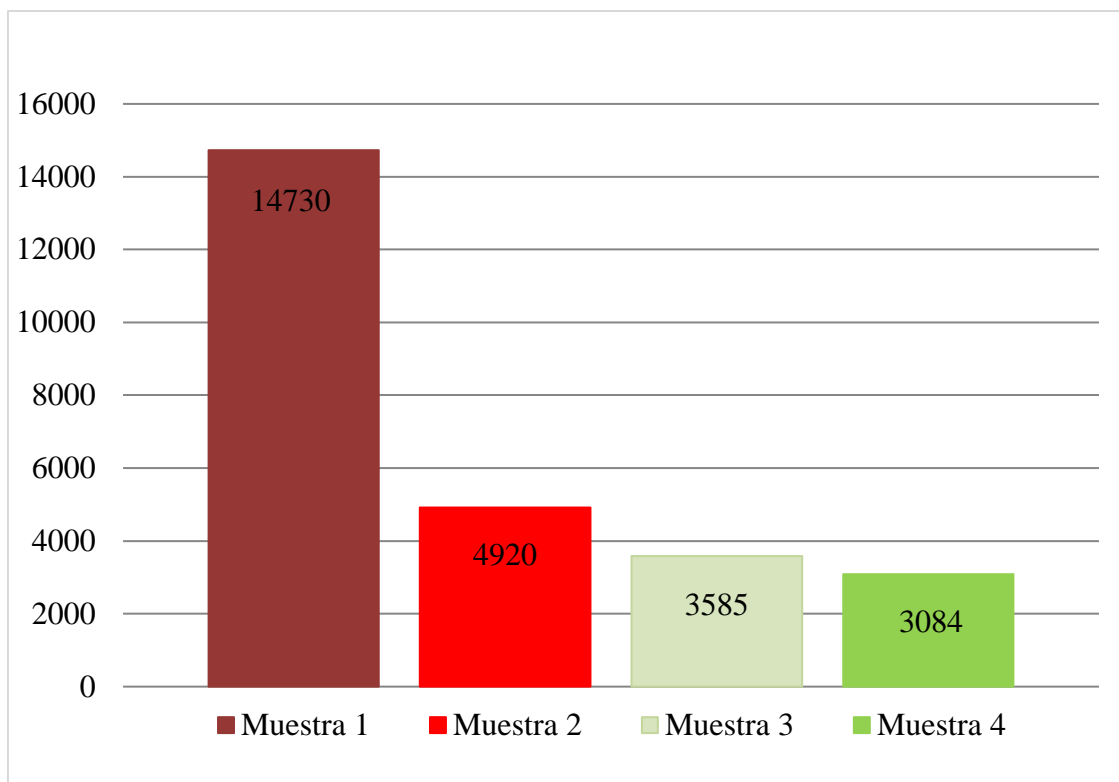


Figura 15: Resultados de muestra de la DBO del sistema 2

En la siguiente figura 16 se visualiza los porcentajes que se logró remover con los 2 sistemas (TK 1=200gr y TK 2=400gr) utilizando la *Eichhornia crassipes*. En el sistema uno mostro una reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de 88.70% mg/l, mientras que el sistema dos mostró una reducción de la DBO de un 79.06% mg/l.

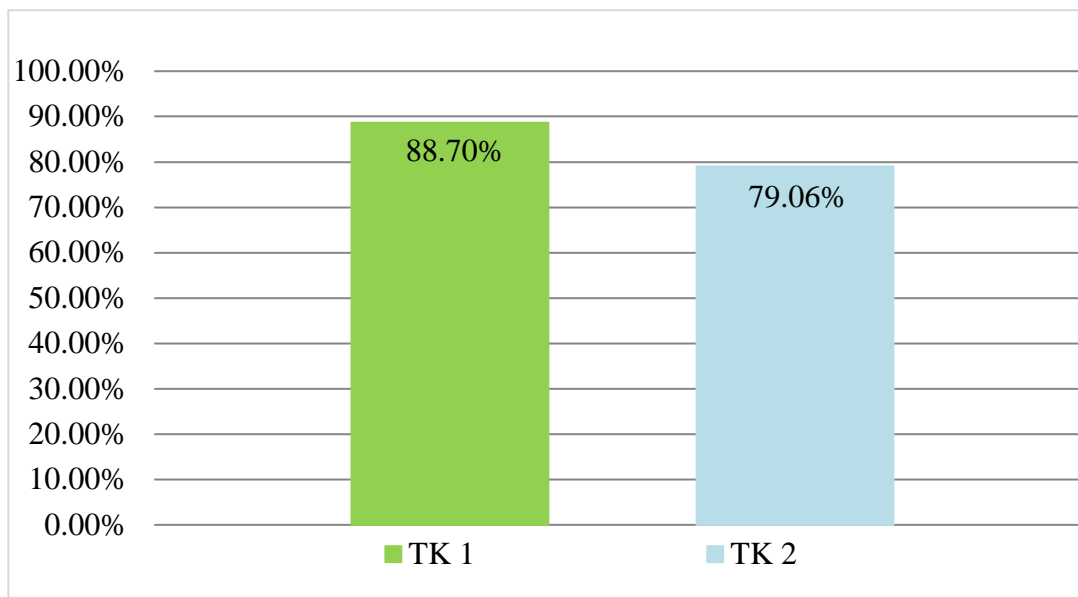


Figura 16: Reducción de la DBO en ambos sistemas

La figura 17 muestra la Comparación de los sistemas de tratamiento (tanque 1 y tanque 2) durante las 4 muestras con respecto a la remoción de DBO y Es evidente que hubo una reducción considerable. A su vez se demuestra que la mayor cantidad de la planta *Eichhornia crassipes* aplicada dentro del sistema no influye positivamente, por lo contrario, impide la oxigenación del sistema y no se consigue un tratamiento eficiente.

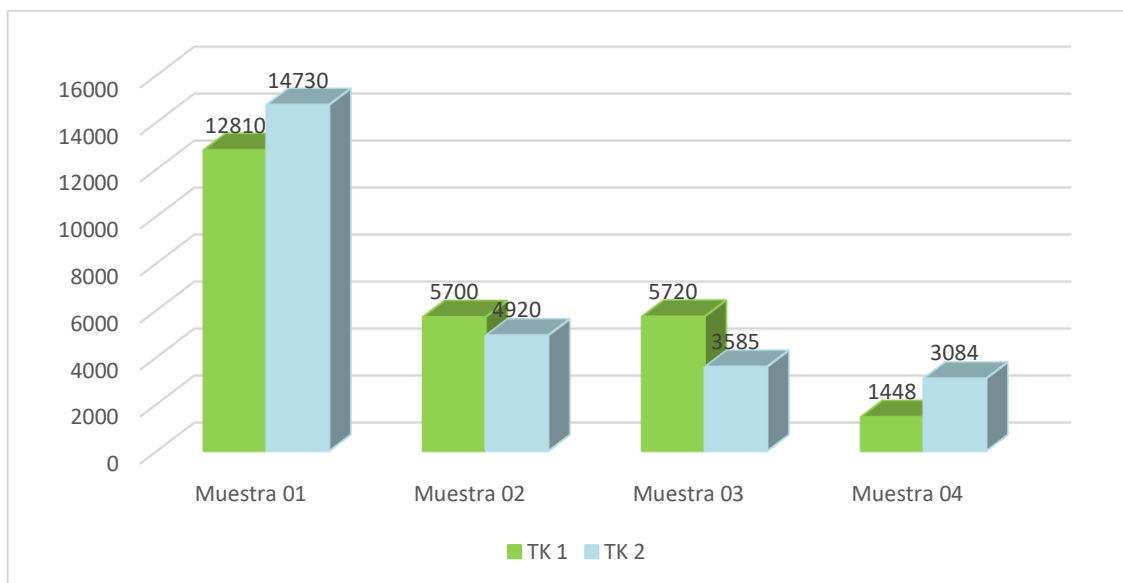


Figura 17: Comparación de la reducción de la DBO5 en ambos sistemas de tratamiento

Celis et al., (2005) manifiesta que la planta *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua” posee un gran sistema de raíces, que tiene microorganismos asociados a ellas, lo que le permite remover los compuestos orgánicos y disminuir en gran manera los niveles de los parámetros físicos y químicos. Prueba de ello se muestra la siguiente figura 18 en la cual se visualiza el gran poder de remoción que posee esa planta, pues en ambos sistemas se logró la remoción de más de un 79% de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

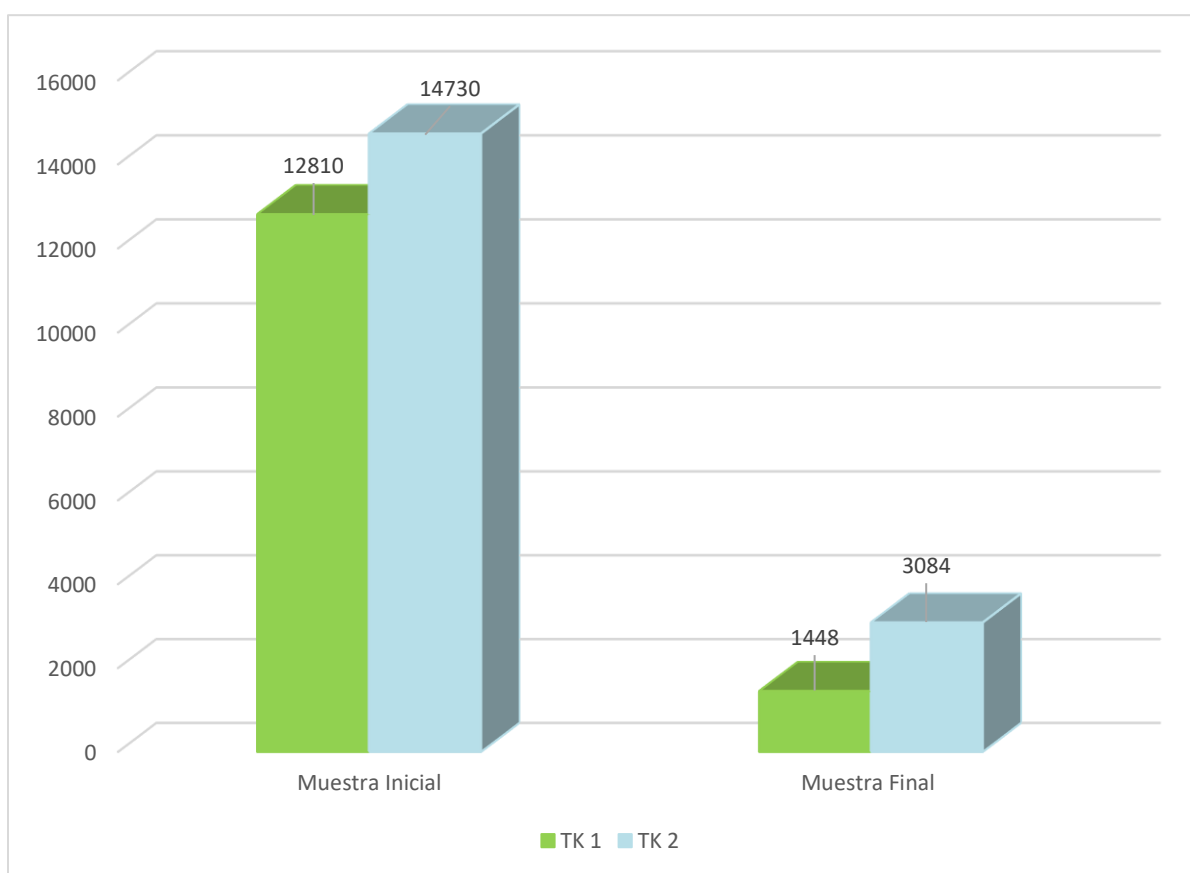


Figura 18: Comparación de la reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (inicial y final)

4.2. Comparación de los Resultados con los Límites Máximos Permisibles

Los Límite Máximo Permisible (LMP), es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente, su cumplimiento es exigible (MINAM). Sin embargo, no existe actualmente alguna normativa nacional para el vertimiento de este tipo de industria.

Es por ello que los resultados obtenidos se compararon con los Límites Máximos Permisibles para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de Colombia.

Tabla 4. *Límites máximos permitidos para vertido en cuerpo de agua y vertido de efluentes de granja de cerdos.*

Parámetro	Unidad	Vertido de efluentes de granjas de cerdos en aguas superficiales
		Norma Colombiana (*)
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	450

Fuente: *MINAMBIENTE (2015)

El parámetro fisicoquímico que se comparó con los límites máximos permisibles para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales para este tipo de industrias fue la demanda bioquímica de oxígeno, los cuales presentaron valores positivos en la reducción de la concentración de la DBO, sin embargo, aún no están por debajo de los límites de permisibilidad.

Para poder conseguir mejores resultados y estar dentro de los límites máximos permisibles se tendría que realizar pre tratamientos como retención de sólidos a través de un tamiz o la sedimentación para que los sólidos suspendidos caigan por gravedad.

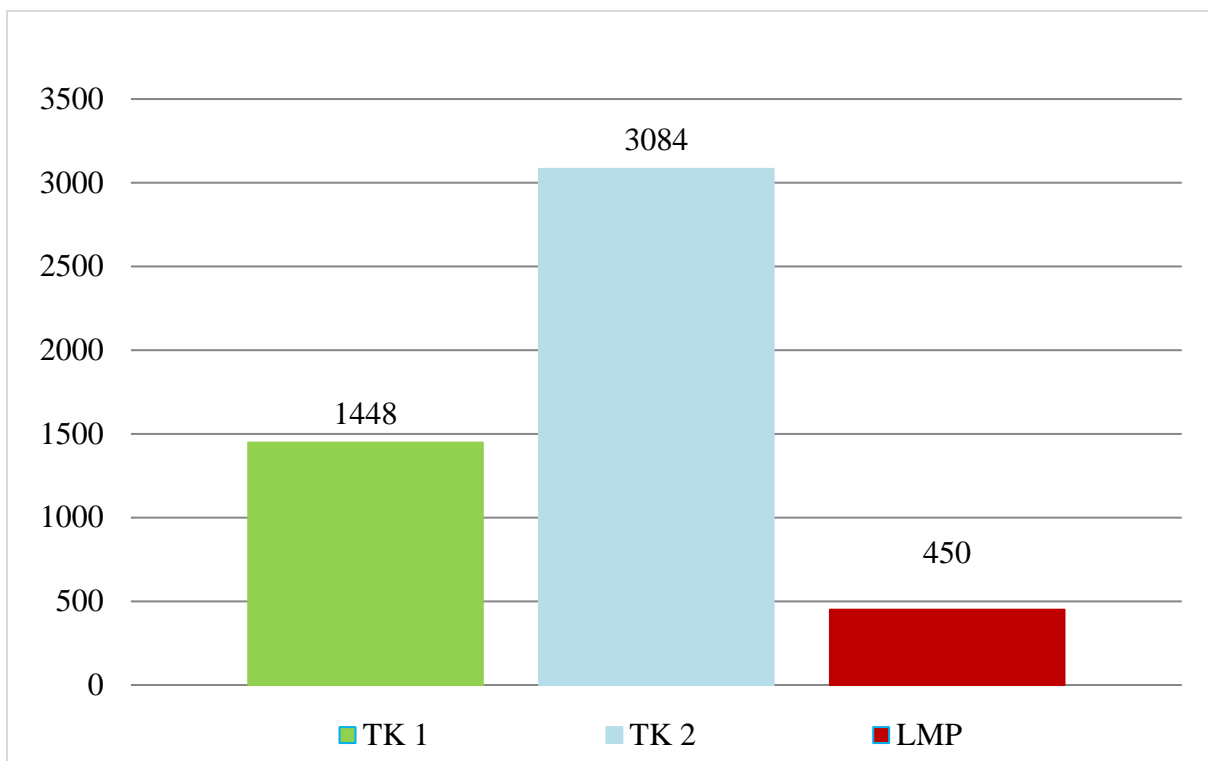


Figura 19: Comparación de Resultados con los Límites Máximos Permisibles

V. DISCUSION

Del análisis en laboratorio sobre la concentración de la DBO en el agua residual porcina de la empresa Campoy S.R.L. se obtuvieron resultados que favorecen y demuestran la eficiencia del tratamiento con la planta *Eichhornia crassipes*, ya que, en ambos sistemas, tanto en el TK 1 y TK 2, se logró reducción del parámetro mencionado, consiguiendo una remoción de 88.7% en el TK 1 y 79.06% en el TK 2. Estos resultados se asemejan y son corroborados con el trabajo de Obando (2006) donde nos menciona que la Demanda Bioquímica de Oxígeno se redujo en un 89.3% mediante el tratamiento con la *Eichhornia crassipes*.

Además, Rodríguez (2001) logro que la *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua” disminuya la concentración de DBOs en un rango de 80-90%, según este autor la disminución de los valores de demanda bioquímica oxígeno se debe a los microorganismos asociados a la zona radicular y la eficiencia en la eliminación de este parámetro está directamente relacionada con la densidad, cobertura y profundidad de esta especie en el agua. Esto concuerda con lo que dice Celis et al., (2005) pues el manifiesta que la *Eichhornia crassipes* posee un sistema de raíces, que tiene microorganismos asociados a ellas, lo que le permite remover los compuestos orgánicos y disminuir en gran manera los niveles de los parámetros físicos.

La eficiencia del tratamiento de aguas residuales con la *Eichhornia crassipes* también es corroborado por Coronel (2015) en la cual demuestran que la remoción de la DBO por parte de la planta en mención es de 95.55% con agua estancada la cual simula lagunas de tratamiento con introducción de la *Eichhornia crassipes*.

García (2012) también corrobora la eficiencia del tratamiento con la *Eichhornia crassipes* logrando una remoción de 26.7% de la DBO en 2.5 días de retención hidráulica con flujo continuo en aguas residuales domésticas. Menciona también que la eficiencia del tratamiento dependerá de la cantidad de agua y cantidad del vegetal introducido.

La carga orgánica de los residuos de la crianza de cerdos es muy alta, según la tesis “evaluación de opciones tecnológicas para el tratamiento de efluentes de la unidad experimental de cerdos de la UNALM” en promedio la carga de orgánica oscila de 6000 a 7000 mg/l, la carga orgánica de nuestra prueba está por encima de esos datos siendo en el comienzo aprox. 14000mg/l lo que nos hace analizar que el tratamiento para la empresa Campoy debería de constar no solo de la aplicación del a *Eichhornia crassipes* sino también de un pre tratamiento que nos ayude a mejorar la eficiencia de la planta.

Llontop (2017) en su tesis sobre plantas acuáticas *Eichhornia crassipes* y *nelumbo nucifera* para minimizar la contaminación de aguas residuales: nos muestra que en 45 días de retención hidráulica del agua residual se puede conseguir una remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de 81.25%, en este caso se usaron dos plantas con un diseño diferente, sin embargo, la remoción de la DBO es similar a nuestros resultados al finalizar el tratamiento de las aguas residuales porcinas.

En el caso de los métodos de tratamiento en base a diseños mejora el rendimiento, el estudio titulado (efectos de *eisenia foetida* y *Eichhornia crassipes* en la remoción de materia orgánica, nutrientes y Coliformes en efluentes domésticos) en 24 horas tuvo una reducción de 90%, su diseño consta de filtrar y decantar el agua antes de ser afectada por las plantas.

Se determina que la planta Jacinto de Agua es una de las más efectivas en reducción de la DBO, el autor de la tesis: estudio Jacinto de Agua, en el tratamiento biológico de aguas

residuales domesticas en sistemas comunitarios y unifamiliares del Canton Cotacahi (2009), expresa el total de reducción de la DBO fue de 87.68 % asemejándose a nuestro resultado.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que la planta *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua” es un buen removedor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno pues redujo el 88.7% (TK 1= 200gr) y 79.06% (TK 2 = 400gr) de concentración en ambos sistemas de tratamiento aplicado.

El agua residual tratada con la *Eichhornia crassipes* presento gran eficiencia en la remoción de la concentración de la DBO, sin embargo, esta no se encuentra por debajo de los Límites Máximos permisibles, esto se debe a la gran carga orgánica que presenta esta agua. Por lo tanto, tampoco el agua residual del canal de regadío no sería apta para riego debido a que el canal no presenta gran caudal para poder diluir la alta concentración de las aguas residuales.

Para mejorar la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales porcinas con la *Eichhornia crassipes* se concluye que se necesita un pre tratamiento.

A su vez de la investigación podemos concluir que el agua residual al tener alta concentración de carga orgánica llega a un punto donde la planta *Eichhornia crassipes* “jacinto de agua” se satura y ya no tiene la capacidad de remoción de la carga contaminante de las aguas residuales. Esta saturación se puede distinguir cuando la planta se torna de color oscuro y se muestra con pocos signos de supervivencia.

Se concluye que los 15 días de retención hidráulica fueron suficiente para reducir un 88% de la DBO. A su vez se distingue que no hubo una diferencia sustancial de reducción de la DBO entre ambos tanques a pesar de las diferentes cantidades de plantas aplicadas a cada tanque, esto debido a que las plantas ya habían alcanzado el punto de saturación y ya no podían tratar el agua, más aún cuando el sistema no tiene oxigenación.

También se concluye que un sistema de tratamiento con flujo continuo con la planta *Eichhornia crassipes* daría mejores resultados en la remoción de la carga orgánica.

Por ultimo concluimos que el sistema de tratamiento con la planta *Eichhornia Crassipes* “jacinto de agua” es conveniente aplicarla porque no requiere mucho mantenimiento y es rentable económica y ambientalmente.

VII. RECOMENDACIONES

En este estudio de investigación los resultados reflejan como la *Eichhornia crassipes* puede disminuir la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de las aguas residuales de la empresa CAMPOY S.A.C. en el distrito de AUCALLAMA, sin embargo para mayor eficiencia de remoción de este contaminante se recomienda que antes de tratar el agua residual pueda someterse a pre tratamientos básicos como la sedimentación para sedimentar la carga orgánica presente en el agua residual y a su vez tamizar para que pueda retener materia sólida de mayor volumen.

A su vez se recomienda aumentar el área donde se ha de tratar, esto en función a la cantidad de plantas a utilizar y no cubrir totalmente la superficie del agua residual con la planta para permitir intercambio gaseoso.

Para una mayor eficiencia se recomienda considerar el tiempo de retención hidráulica y construir pozas adicionales con tiempos de retención menores y con cantidades de plantas variables para no sobrecargar con contaminantes.

Se recomienda usar este tratamiento pues el costo de la planta es muy accesible, la abundancia de su reproducción se acomoda a poder realizar tratamientos, el mantenimiento de las pozas de tratamiento no es constante y los lodos pueden ser usados para hacer compostaje junto a los residuos de la empresa porcina.

Por último se recomienda para la presente implementación de la investigación utilizar las plantas más jóvenes, verdes y con mayor red radicular ya que ahí se encuentran los microorganismos encargados de usar como sustratos ciertos contaminantes lo que conlleva a la reducción de estos

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Apaza Aquino, H. (2018).** Sistema Combinado Electrocoagulación-Filtro Biologico para la remoción de carga orgánica de los efluentes lacteos. *Tesis de Grado de Magister*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3395/apaza-aquino-hugo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Benitez Pacheco, I. L. (2008).** *Evaluación de la distribución de metales pesados en las plantas acuaticas Jacinto de agua (Eichhornia crassipes) y tul (Thypa spp) utilizadas en la planta de tratamiento de aguas residuales La Cerra, Villa canales, por medio de fluorescencia de rayos X.* Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7616/1/Ingrid%20Lorena%20Ben%C3%ADtez%20Pacheco.pdf>
- Bohorquez Bedoya, E. (2015).** Efectos del medio filtrante y la frecuencia de alimentación en humedales construidos de flujo vertical para tratamiento de aguas residuales domesticas en condiciones tropicales. *Tesis de Grado de Maestria*. Universidad Tecnologica de Pereira, Pereira. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5281/658B677.pdf;sequence=1>
- Camacho Pinto, J. A., & Ordoñez Niño, L. J. (2008).** Evaluación de la eficiencia de un sistema de recuperación de aguas residuales con Eichhornia Crassipes, para el postratamiento del efluente del reactor anaerobico a flujo piston de la Universidad Pontifica Bolivariana de Bucaramanga. *Tesis de Grado*. Universidad Pontifica Bolivariana, Bucaramanga. Obtenido de https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/203/digital_15841.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Coronel Castro, E. (2016).** Eficiencia del Jacinto de Agua (Eichhornia crassipes) y Lenteja de Agua (Lemna minor) en el tratamiento de las Aguas Residuales de la Universidad Nacional Toribio Rodrigues de Mendoza de Amazonas-Chachapoyas, 2015. *Tesis de*

Pregrado. Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú. Obtenido de <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/657/EFICIENCIA%20DEL%20JACINTO%20DE%20AGUA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DINAMA, L. d. (1995). *Manual de Procedimientos Analiticos para Aguas y Efluentes*. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Obtenido de http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/docs/pdfs/manual_dinama.pdf

EPA. (2000). *Folleto informativo de tecnologia de aguas residuales de Humedales de flujo superficial*. United States Environmental Protection Agency, Whashington D.C, Estados Unidos. Obtenido de https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/cs_00_023.pdf

Fernandez Gonzales, J. (2001). *Filtro autoflotante de macrófitas para la depuración de aguas residuales*. España. Obtenido de https://issuu.com/eriborri/docs/manual_depuracion_macrofitas

Garcia Trujillo, Z. M. (2012). Comparación y Evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domesticas. *Tesis de Grado*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1292>

Gavilanez Luna, F. (21 de Diciembre de 2015). Influencia de Eichhornia crassipes y microorganismos eficientes sobre contaminates químicos y organicos de las aguas residuales de Naranjito Ecuador. *Revista de Investigación Científica*, 10. Recuperado el Octubre de 2019, de <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/52/164>

Leon Espinoza, M., & Lucero Peralta, A. M. (2009). Estudio de Eichhornia Crassipes, Lemna Gibba y Azolla Filiculoides en el Tratamiento Biologico de Aguas Residuales Domesticas en Sistemas Comunitarios y Unifamiliares del Cantón Cotacachi. *Tesis de Pregrado*. Universidad Tecnica del Norte, Ibarra, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/102/1/03%20REC%20108%20TESIS.pdf>

- Llontop Braco, C. A. (2017).** Plantas Acuaticas Eichhornia crassipes y Nelumbo nucifera para minimizar la contaminación de Aguas Residuales. *Tesis de Grado*. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/32292/llontop_brc.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Metcalf, & Eddy. (1995).** *Ingenieria de Aguas Residuales*. Mc Graw-Hill. Obtenido de https://www.academia.edu/35963101/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales_Volumen_1_3ra_Edici%C3%B3n_-_METCALF_and_EDDY-FREELIBROS.ORG.pdf
- MINAM. (2012).** *Glosario de Terminos para la Gestión Ambiental Peruana*. Lima, Perú. Obtenido de https://www.academia.edu/34450982/GLOSARIO_DE_TERMINOS_PARA_LA_GESTION_AMBIENTAL_PERUANA
- OEFA. (2014).** *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales*. Lima. Obtenido de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- Ordoñez Galvez , J. J. (2012).** *¿Qué es cuenca Hidrológica?* (Imprenta IBEGRAF ed.). Lima, Perú. Obtenido de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MARCO METODOLÓGICO
<p>Problema general ¿Cómo reducir la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno del efluente de agua residual porcina de la empresa Campoy en el distrito de Aucallama, Huaral usando la planta <i>Eichhornia Crassipes</i> “jacinto de agua”?</p> <p>Problemas Específicos ¿Cuál será la concentración inicial y final de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de agua residual porcina de la empresa Campoy en el distrito de Aucallama antes y después del tratamiento con la planta <i>Eichhornia crassipes</i> “jacinto de Agua”?</p> <p>¿Cuál es el porcentaje de reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en un periodo de retención de 15 días del agua residual porcina de la empresa Campoy en el distrito de Aucallama usando la planta <i>Eichhornia crassipes</i> “jacinto de agua”?</p> <p>¿Será eficiente el tratamiento de las aguas residuales porcinas en la empresa Campoy usando la Planta <i>Eichhornia crassipes</i> “Jacinto de Agua”?</p> <p>¿La Demanda Bioquímica de Oxígeno del agua residual de la empresa Campoy será apta para el riego de vegetales alrededor de la empresa luego de ser tratada con la planta <i>Eichhornia crassipes</i> “Jacinto de agua”?</p>	<p>Objetivo General Reducir la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno del efluente de agua residual porcina de la empresa Campoy en el distrito de Aucallama, Huaral usando la planta <i>Eichhornia Crassipes</i> “jacinto de agua”.</p> <p>Objetivos Específicos Determinar la concentración inicial y final de la Demanda Bioquímica de Oxígeno del agua residual porcina de la empresa Campoy en el distrito de Aucallama antes y después del tratamiento con la planta <i>Eichhornia crassipes</i> “jacinto de Agua”.</p> <p>Determinar el porcentaje de reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en un periodo de retención de 15 días del agua residual porcina de la empresa Campoy en el distrito de Aucallama usando la planta <i>Eichhornia crassipes</i> “jacinto de agua”.</p> <p>Determinar si será eficiente el tratamiento de aguas residuales porcinas en la empresa Campoy usando la planta <i>Eichhornia crassipes</i> “Jacinto de agua”</p> <p>Comparar el parámetro de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de las aguas residuales porcinas con lo establecido en el Decreto Supremo N° 004-2017 MINAM – Categoría 3, para determinar si la concentración de la DBO es apta para el riego de vegetales luego del tratamiento con la planta <i>Eichhornia crassipes</i> “Jacinto de agua”</p>	<p>Hipótesis General Será posible la reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de agua residual porcina de la empresa Campoy en el distrito de Aucallama, Huaral usando la planta <i>Eichhornia crassipes</i> “jacinto de agua”</p> <p>Hipótesis Específica: Se determinará la concentración inicial y final de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de agua residual porcina de la empresa Campoy en el distrito de Aucallama antes y después del tratamiento con la <i>Eichhornia crassipes</i> “jacinto de agua”.</p> <p>Se determinará el porcentaje de reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en un periodo de retención de 15 días del agua residual porcina de la empresa Campoy en el distrito de Aucallama usando la planta <i>Eichhornia crassipes</i> “jacinto de agua”</p> <p>Se determinará la eficiencia del tratamiento de aguas residuales porcinas en la empresa Campoy usando la planta <i>Eichhornia crassipes</i> “jacinto de agua”</p> <p>Se determinará que la concentración de Demanda Bioquímica de Oxígeno del agua residual porcina de la empresa Campoy es apta para el riego de vegetales luego del tratamiento usando la planta <i>Eichhornia crassipes</i> “Jacinto de agua”.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Tanque 1 con <i>Eichhornia crassipes</i> “jacinto de agua”</p> <p>Tanque 2 con <i>Eichhornia crassipes</i> “jacinto de agua”</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Reducción de DBO</p>	<p>Tipo de Investigación El tipo de investigación es Aplicada pues se determinará qué porcentaje de la DBO se reducirá en un determinado tiempo usando la planta <i>Eichhornia Crassipes</i> “jacinto de Agua” sobre el efluente a tratar, A su vez es una investigación de tipo cuantitativa pues se analizará la cantidad de reducción de la concentración de la DBO.</p> <p>Diseño de la Investigación El diseño de la investigación es Experimental, pues se manejarán las variables para comprobar nuestra hipótesis.</p> <p>Muestra Se tomarán 2 muestras de 15 litros de agua residual porcina de la empresa Campoy las cuales se colocarán en tanques de vidrio para luego ser sometidas a tratamiento con la planta <i>Eichhornia Crassipes</i> “jacinto de agua”.</p> <p>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos</p> <p>Técnica a Emplear Se recogerá los resultados cada 5 días partir de implementado el agua residual porcina con la planta dentro de los tanques, se registrará en un formato, con fecha, hora, cantidad de DBO, conductividad, observaciones organolépticas.</p> <p>Procesamiento y análisis estadístico de datos Para el procesamiento de los datos recolectados utilizaremos hojas de cálculo (Programa MS Excel), gráficos y tablas comparativas para evaluar la eficiencia del tratamiento.</p>


Anexo 2. Cadena de Custodia

CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA		I: FC-095-07-42 R: 01 LK: 2018-Sep-07																								
Datos del cliente Razón Social: ELVIS HUERTA NUÑEZ Persona de contacto: ELVIS HUERTA NUÑEZ Correo / Teléfono: h.huerta.com@gmail.com Nombre del proyecto: TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL		Orden de servicio: OS-19-1454 Plan de Muestreo: Cadena de custodia: CC-19-4227 Pág. 1 de 1 Informe de ensayo: IE-19-4227 Procedencia o lugar de muestreo: EMPRESA CAMPOY - HUAPAL																								
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación	Ubicación	N° Frascos	PARAMETROS DE ENSAYO										PARAMETRO IN SITU			OBSERVACIONES						
				Grupo	Sub-grupo	Coordenadas (UTM)	V	P	DBO										T° Mts (°C)	pH (Unidad ApH)	CE (micro-Siemens/cm)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)		
1	AR-01	17-11443	F: 10/07/19 H: 11:20	AR	INDUST.	N: 8727429 E: 258109	✓	✓																		
2	AR-02	17-11444	F: 10/07/19 H: 11:23	AR	INDUST.	N: 8727432 E: 258110	✓	✓																		
3			F: H:			N: E:																				
4			F: H:			N: E:																				
5			F: H:			N: E:																				
6			F: H:			N: E:																				
7			F: H:			N: E:																				

Descripción de equipos utilizados:		Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042		Leyenda		Muestreado por: <input type="checkbox"/> ALAB <input checked="" type="checkbox"/> Cliente	
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	AB	Agua Natural	SISTEMAS (Montaña - Tarma)	V	Vago
1			AR	Agua Residual	DOMESTICA, INDUSTRIAL, MUNICIPAL	F	Ruido
2			AR	Agua para Uso y Consumo Humano	BOMBA (Poza, Nas, Emisor, PISCINA Y LAGUNA ARTIFICIAL)	T° Mts	Temperatura de Muestra
3			AB	Agua Salina	BAÑ - SALGORES - SALINERA - AGUA IMPUREDA Y RESIDUOS	T° Amb	Temperatura ambiente
4			AR	Agua de Poza	REGULACION O INFILTRACION - AGUA DE CALDERAS	CE	Conductividad Electrica
5			AR	Agua de Pozo	REGULACION DE CALDERAS - AGUA DE LUBRICACION	OD	Oxígeno Disuelto
6					AGUA PURIFICADA - AGUA DE INFECCION Y RESIDUOS		
		Recepción de muestra		Recepción de muestra		Condiciones de recepción:	
		Nombre: ELVIS HUERTA NUÑEZ		Cliente: CARLOS GUTIERRES BOLIVAR		Temperatura de conservación:	
		Fecha/Hora: 10/07/19 - 11:20		Fecha/Hora: 10/07/19 - 11:20		T amb (°C)	
		Firma: <i>[Signature]</i>		Firma: <i>[Signature]</i>		T ref (°C)	
						C	
						NC	

Prolegación Zaurilla M 17-U 3, Avenida Donce Alcorta Cerón, Selva Alta, Callao-Lima
 Ubicación: "Shayamari, Sta. C. U. 37, Santiago, Arequipa - Teléfono: 054141864
 Web site: www.alab.com.pe Email: ventas@alab.com.pe, alab@alab.com.pe RUC: 3800051301 - T: 01402089 - 01700038 - 01713074 Cel: 94999695 - 91770002

INFORMES

	CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA		L: FC-098-01.42 R: 01 E.X: 2018-Sep-07
			1454 xp
Datos del cliente Razón Social: ELVIS HUERTA MUÑOZ Persona de contacto: ELVIS HUERTA MUÑOZ Correo / Teléfono: h.huerta.com@gmail.com Nombre del proyecto: TREATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			Orden de servicio: 05-19-1425 Plan de Monitoreo: Cadena de custodia: 02-19-4322 Pág. X de M xp 15/07/19 Informe de ensayo: 16-19-4322 1 1 Procedencia o lugar de muestras: HUARAL - LIMA

Item	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				PARAMETROS DE ENSAYO				PARAMETRO IN SITU				OBSERVACIONES	
	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestra	Clasificación	Ubicación	N° Frascos		T° Agua (°C)	pH (valor real)	CE (µmhos/cm)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)		Cloro Total (mg/L)
						Coordenadas (UTM)	V							
1	AR-01	M-11712	F: 15/07/19 H: 11:00	AR INDUST.	N: 8727429 E: 258109		✓	✓						
2	AR-02	M-11713	F: 15/07/19 H: 11:05	AR INDUST.	N: 8727432 E: 258110		✓	✓						
3			F: H:		N: E:									
4			F: H:		N: E:									
5			F: H:		N: E:									
6			F: H:		N: E:									
7			F: H:		N: E:									

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

GRUPO	SUB-GRUPO
AR: Agua Residual	SUPERFICIAL (Res. Leg., Laguna, Deposito Municipal)
AR: Agua Pluvial	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AR: Agua subterránea y Cuenca Hídrica	SIEMBRA (Piscina, Res. Troncal)
AR: Agua Salada	PSICIA Y FLORIDA AZUCAR
AR: Agua de Pozos	MIN - SALINERA - SALINERA - AGUA INTERIOR Y RESERVOIR
	CIRCULACION O ENTUBAMIENTO - AGUA DE CALDERA
	ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LAVADO
	AGUA PURIFICADA - AGUA DE BEBIDA Y SERVICIO


V	Válido
F	Falso
T° Msa	Temperatura de muestra
T° Amb	Temperatura ambiente
CE	Conductividad Eléctrica
OD	Oxígeno Disuelto

Muestreado por:	Cliente:	Recepción de muestra:
Nombre: ELVIS HUERTA MUÑOZ	Nombre: CARLOS GUTIERRES BOLAÑOS	Fecha: 15/07/19
Fecha/Hora: 15/07/19 - 11:00	Fecha/Hora: 15/07/19 - 11:05	Valor: 1507.19
Firma: <i>[Firma]</i>	Firma: <i>[Firma]</i>	Valor: 1950

Temperatura de conservación	T° Msa (°C)	T° Amb (°C)	C	NC
3°C	✓	✓		



Observaciones de recepción de muestras:

	CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA	L: IC-0PE-2743 R: 01 LV: 2018-Sep-07
---	---	--

Datos del cliente Razón Social: ELVIS HUERTA NUÑEZ Persona de contacto: ELVIS HUERTA Correo / Teléfono: h.huertacom@gmail.com - 975006118 Nombre del proyecto: TREATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Orden de servicio: OS-19-1454 Plan de Monitoreo: Cadena de custodia: CC-19-4729 Pág. 4 de 4 Informe de ensayo: IE-19-4729 Procedencia o lugar de muestreo: AUCALLAMA - HUARAL
---	--	--

Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		Ubicación	N° Frascos		DBD	PARAMETROS DE ENSAYO										PARAMETRO IN SITU			OBSERVACIONES		
			Muestreo	Clasificación		Coordenadas (UTM)	V		P	T° Mro (°C)	pH (Unidad log)	CE (µs/cm)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)									
				Grupo												Sub-grupo								
1	AR-01	11-12351	F: 25/07/19 H: 11:00	AR	INDUST	N: 8727429 E: 256109	✓	✓																
2	AR-02	11-12352	F: 25/07/19 H: 11:05	AR	INDUST.	N: 8727432 E: 256110	✓	✓																
3			F: H:			N: E:																		
4			F: H:			N: E:																		
5			F: H:			N: E:																		
6			F: H:			N: E:																		
7			F: H:			N: E:																		

Descripción de equipos utilizados:		
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Clasificación de la Matriz Agua. Ref: NTP 214.042	
GRUPO	SUB-GRUPO
AR	AGUAS RESIDUALES
AR	AGUAS RESIDUALES
AR	AGUAS RESIDUALES
AR	AGUAS RESIDUALES
AR	AGUAS RESIDUALES
AR	AGUAS RESIDUALES
AR	AGUAS RESIDUALES

Leyenda	
V	Válido
P	Pasado
T° Mro	Temperatura de Muestra
T° Amb	Temperatura ambiente
CE	Conductividad Eléctrica
OD	Oxígeno Disuelto

Muestreado por:	<input type="checkbox"/> ALAB	<input checked="" type="checkbox"/> Cliente		
Condiciones de recepción:				
Temperatura de conservación	T amb. (°C)	T m. (°C)	C	NC
			✓	

Observaciones de recepción de muestras:	
---	--

Anexo 3. Límites Máximos Permisibles para Vertido en Cuerpos de Agua y Vertido de Efluentes de Granjas de Cerdos

Parámetro	Unidad	Normas genéricas para efluentes a ser vertidos a cuerpos de agua		Vertido de efluentes de granjas de cerdos en aguas superficiales
		Norma chilena (1)	Norma Mexicana (2)	Norma Colombiana (3)
Aceites y Grasas	mg/L	20	25	30
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100 mL	1000	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	35	150	450
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	-	150	800
Fósforo Total	mg/L	10	30	-
Nitrógeno Total	mg/L		40	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	50	-	-
pH	unidad	6.0-8.5	-	6.0-9.0
Sólidos Sedimentables			1	5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	80	125	200
Huevos de helminto	huevos/L	-	-	-
Temperatura	°C	35	40	-

FUENTE:

(1) SEGPRES (Ministerio de secretaria General de la presidencia, CHL) (2001)

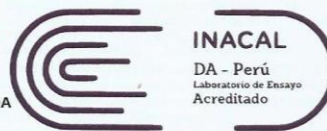
(2) SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MEX) (1996)

(3) MINAMBIENTE (2015)

Anexo 4. Resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096


INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-4227

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: HUERTA NUÑEZ ELVIS EVER
2.-DIRECCIÓN	: JOSÉ OLAYA MZ E, LOTE 12 - HUARAL
3.-PROYECTO	: TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
4.-PROCEDENCIA	: EMPRESA CAMPOY, DISTRITO DE AUCALLAMA, HUARAL.
5.-SOLICITANTE	: HUERTA NUÑEZ ELVIS EVER
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-19-1454
7.-PLAN DE MONITOREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2019-07-23

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-MATRIZ	: AGUA
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 2
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2019-07-10
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2019-07-10 al 2019-07-23


 José Luis Chipana Chipana
 Director Técnico
 CQP 1104

Prolongación Zarumilla Mz 2D lote 3 Bellavista - Callao
 Telf. +51 7130636 / 453 1389 / 940 598 588
 Email. ventas@alab.com.pe
www.alab.com.pe

Página 1 de 3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-4227

IV. RESULTADOS

ITEM			1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-11443	M-11444
CÓDIGO DEL CLIENTE:			AR-01	AR-02
COORDENADAS:			E: 0258109	E: 0258110
UTM WGS 84:			N: 8727429	N: 8727432
MATRIZ:			AGUA	
GRUPO:			RESIDUAL	
SUB GRUPO:			INDUSTRIAL	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA	
MUESTREO			FECHA: 2019-07-10	2019-07-10
			HORA: 11:20	11:23
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	12 810	14 730

L.C.M.: Limite de cuantificación de método

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

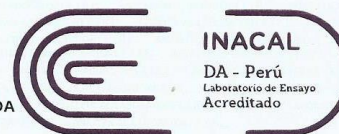
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

"FIN DE DOCUMENTO"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-4322

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: HUERTA NUÑEZ ELVIS EVER
2.-DIRECCIÓN	: JOSÉ OLAYA MZ E, LOTE 12 - HUARAL
3.-PROYECTO	: TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES
4.-PROCEDENCIA	: EMPRESA CAMPOY, DISTRITO DE AUCALLAMA, HUARAL.
5.-SOLICITANTE	: HUERTA NUÑEZ ELVIS EVER
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-19-1454
7.-PLAN DE MONITOREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2019-07-23

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-MATRIZ	: AGUA
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 2
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2019-07-15
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2019-07-15 al 2019-07-23


José Luis Chipana Chipana

Director Técnico

CQP 1104

Prolongación Zarumilla Mz 2D lote 3 Bellavista - Callao

Telf. +51 7130636 / 453 1389 / 940 598 588

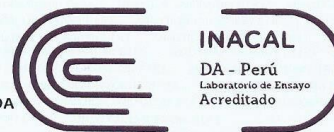
Email. ventas@alab.com.pe

www.alab.com.pe

Página 1 de 3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-4322

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2		
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-11712	M-11713		
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AR-01	AR-02		
COORDENADAS:	E: 0258109	E: 0258110		
UTM WGS 84:	N: 8727429	N: 8727432		
MATRIZ:	AGUA			
GRUPO:	RESIDUAL			
SUB GRUPO:	INDUSTRIAL			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA			
INICIO DE MUESTREO	FECHA:	2019-07-15		
	HORA:	11:00		
FECHA:		2019-07-15		
	HORA:	11:05		
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	5 700	4 920

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

"FIN DE DOCUMENTO"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-4525

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZÓN SOCIAL	: HUERTA NUÑEZ ELVIS EVER
2.-DIRECCIÓN	: JOSÉ OLAYA MZ E, LOTE 12 - HUARAL
3.-PROYECTO	: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
4.-PROCEDENCIA	: EMPRESA CAMPOY, DISTRITO DE AUCALLAMA, HUARAL
5.-SOLICITANTE	: HUERTA NUÑEZ ELVIS EVER
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-19-1454
7.-PLAN DE MONITOREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2019-07-31

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-MATRIZ	: AGUA
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 2
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2019-07-20
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2019-07-20 al 2019-07-31

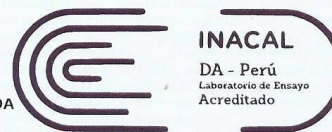

 José Luis Chipana Chipana
 Director Técnico
 CQP 1104

Prolongación Zarumilla Mz 2D lote 3 Bellavista - Callao
 Telf. +51 7130636 / 453 1389 / 940 598 588
 Email. ventas@alab.com.pe
www.alab.com.pe

Página 1 de 3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-4525

IV. RESULTADOS

ITEM			1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-12179	M-12180
CÓDIGO DEL CLIENTE:			AR-01	AR-02
COORDENADAS:			E: 0258109	E: 0258110
UTM WGS 84:			N: 8727429	N: 8727432
MATRIZ:			AGUA	
GRUPO:			RESIDUAL	
SUB-GRUPO:			INDUSTRIAL	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA	
MUESTREO			FECHA:	2019-07-20
			HORA:	11:00
				2019-07-20
				11:05
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	5 720	3 585

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

"FIN DE DOCUMENTO"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-4729

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: HUERTA NUÑEZ ELVIS EVER
2.-DIRECCIÓN	: JOSÉ OLAYA MZ E, LOTE 12 - HUARAL
3.-PROYECTO	: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
4.-PROCEDENCIA	: EMPRESA CAMPOY, DISTRITO DE AUCALLAMA, HUARAL
5.-SOLICITANTE	: HUERTA NUÑEZ ELVIS EVER
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-19-1454
7.-PLAN DE MONITOREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2019-08-03

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-MATRIZ	: AGUA
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 2
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2019-07-26
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2019-07-26 al 2019-08-03


 José Luis Chipana Chipana
 Director Técnico
 CQP 1104

Prolongación Zarumilla Mz 2D lote 3 Bellavista - Callao
 Telf. +51 7130636 / 453 1389 / 940 598 588
 Email. ventas@alab.com.pe
www.alab.com.pe

Página 1 de 3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

IV. RESULTADOS

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-4729

ITEM	1	2	
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-12751	M-12752	
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AR-01	AR-02	
COORDENADAS:	E: 0258109	E: 0258110	
UTM WGS 84:	N: 8727429	N: 8727432	
MATRIZ:	AGUA		
GRUPO:	RESIDUAL		
SUB-GRUPO:	INDUSTRIAL		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA		
INICIO DE MUESTREO	FECHA:	2019-07-25	
	HORA:	11:00	
		2019-07-25	
		11:05	
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M	RESULTADOS
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	1 448
			3 084

L.C.M.: Límite de cuantificación de método

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

"FIN DE DOCUMENTO"

Prolongación Zarumilla Mz 2D lote 3 Bellavista - Callao


Telf. +51 7130636 / 453 1389 / 940 598 588

Email. ventas@alab.com.pe

www.alab.com.pe

Página 3 de 3

Anexo 5. Instrumento de Recolección y Análisis de Datos

		BITACORA						
RESPONSABLE		SEMANA:		MES:		Página 1 de 1		
NUMERO DE TOMA		FECHA dd/mm/aaaa	LUGAR	ACTIVIDAD	REGISTRO	OBSERVACION	MATERIALES	SEGUIMIENTO
		TITULO DE TESIS:		TESISTA:				
		"USO DE LA PLANTA EICHHORNIA CRASSIPES (JACINTO DE AGUA) PARA LA REDUCCION DE LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO EN EL AGUA RESIDUAL PORCINA DE LA EMPRESA CAMPOY, DISTRITO DE AUCALLAMA, HUARAL"		ELVIS EVER HUERTA NUÑEZ				
M-01	10/07/19	JOSÉ OLAYA AGUA RESIDUAL PORCINA DE LA EMPRESA CAMPOY	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PORCINAS CON JACINTO DE AGUA	- OLOR - COLOR - PH - CONDUCT. - TEMPERAT.	- OLOR FÉTIDO - COLOR NEGRO OSCURO - PH 8,10 y 8,07 - CONDUCT. 11,61 y 11,25 ms	- INSPECCIÓN SIMPLE - POTENCIOMETRO - CONDUCTIMETRO - TERMOMETRO	SE ESTA VISUALIZANDO EL PH Y CONDUCTIVIDAD CON MAYOR EFICIENCIA PUES SE CUENTA CON EQUIPO DISPONIBLE.	
M-02	15/07/19	JOSÉ OLAYA AGUA RESIDUAL PORCINA DE LA EMPRESA CAMPOY	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PORCINAS CON JACINTO DE AGUA	- OLOR - COLOR - PH - CONDUCTIV. - TEMPERAT.	- OLOR FÉTIDO - COLOR NEGRO - PH 7,99 y 7,98 - CONDUCT. 10,94 y 10,80 ms	- INSPECCIÓN SIMPLE - POTENCIOMETRO - CONDUCTIMETRO - TERMOMETRO	SE DISTINGUE CAMBIOS MINIMOS EN LOS PARÁMETROS DESCRITOS SIN EMBARCO A UN NO SON LOS ESPERADOS.	
M-03	20/07/19	JOSÉ OLAYA AGUA RESIDUAL PORCINA DE LA EMPRESA CAMPOY	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PORCINAS CON JACINTO DE AGUA	- OLOR - COLOR - PH - CONDUCT. - TEMPERAT.	- OLOR PERCEPTIBLE - COLOR HARRON - PH 7,89 y 7,79 - CONDUCT. 10,80 y 10,55 ms	- INSPECCIÓN SIMPLE - POTENCIOMETRO - CONDUCTIMETRO - TERMOMETRO	LAS PLANTAS PRESENTAN PEQUEÑAS MANCHAS NEGRAS EN SUS HOJAS, A PESAR DE ELLO LOS OLORES Y COLORES ESTAN VARIANDO FAUCRABLET.	
M-04	26/07/19	JOSÉ OLAYA AGUA RESIDUAL PORCINA DE LA EMPRESA CAMPOY	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PORCINAS CON JACINTO DE AGUA	- OLOR - COLOR - PH - CONDUCTIV. - TEMPERAT.	- OLOR IMPERCEPTIBLE - COLOR HARRON CLARO - PH 7,58 y 7,55 - CONDUCT. 9,72 y 9,64 ms	- INSPECCIÓN SIMPLE - POTENCIOMETRO - CONDUCTIMETRO - TERMOMETRO	LA PLANTA SE SATURO COMPLET AMENTE HASTA EL PUNTO DE SU MARCHITEZ. SE NOTA UN OLOR NORMAL Y EL COLOR DEL AGUA SE TORNA MAS CLARO.	

Anexo 6. Certificado de Acreditación de Laboratorio - ALAB

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación al:

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Laboratorio de Ensayo

Prolongación Zarumilla. Mz D2 Lt 3. Asociación Daniel Alcides Carrión, distrito de Bellavista, provincia constitucional del Callao, departamento de Lima

Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 26 de julio de 2019

Fecha de Vencimiento: 25 de julio de 2023



ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 0547-2019/INACAL-DA
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°025-16/INACAL-DA
Registro N° : LE-096

Fecha de emisión: 24 de julio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gov.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

DE-LAB-56
DNC-Fuera del alcance de actualización

Anexo 7. Galería Fotográfica



Figura 20: El sistema 1 y el sistema 2, presenta un pH de 8.10 y 8.07 respectivamente a inicios del tratamiento de aguas.



Figura 21: El sistema 1 y sistema 2, presenta un pH de 7.99 y 7.98 respectivamente en la segunda muestra. Cabe resaltar que el Ph tiende a disminuir.



Figura 22: El sistema 1 y sistema 2, presenta un pH de 7.89 y 7.79 respectivamente en la tercera muestra. Cabe resaltar que el Ph ha disminuido notoriamente.



Figura 23: El sistema 1 y sistema 2, presenta un pH de 7.58 y 7.55 respectivamente en la cuarta muestra. En conclusión, el pH disminuyó 0.52 en ambos sistemas.



Figura 24: El sistema 1 y sistema 2, presenta una conductividad de 11.61mS y 11.25mS respectivamente. Esta medición se realizó a inicios de tratamiento.



Figura 25: El sistema 1 y sistema 2, presenta una conductividad de 10.94mS y 10.88mS respectivamente en la segunda muestra. La conductividad eléctrica ha disminuido.



Figura 26: El sistema 1 y sistema 2, presenta una conductividad de 10.80mS y 10.55mS respectivamente en la tercera muestra. La disminución de la conductividad cada vez es más notoria.



Figura 27: El sistema 1 y sistema 2, presenta una conductividad de 9.72mS y 9.64mS respectivamente en la cuarta muestra. La disminución de la conductividad eléctrica se dio considerablemente y tuvo una disminución de 1.89 en el sistema 1 y 1.61 en el sistema 2