



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

Residuos orgánicos de truchas y estiércol de porcino para la obtención de biol en la mejora de la calidad de suelo, para el cultivo de *Medicago Sativa L.* en Oyón, 2017

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

Br. Delgado Gonzales, Marco David

**ASESOR:**

Mg. Peralta Medina, Juan Alberto

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LIMA – PERÚ**

2017

## PÁGINA DEL JURADO

## **DEDICATORIA**

A Dios primeramente por guiarme y darme luz en el largo camino de mi vida. A mi madre, por estar siempre a mi lado y por su apoyo maternal / paternal, a mis abuelos que siempre me apoyaron desde pequeño, mi hermano que a pesar de nuestras diferencias siempre estuvo dándome la mano.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por darme cada día más fuerza para seguir adelante.

Agradecer a mi madre por estar siempre a mi lado apoyándome en todo lo que he necesitado y de la presente tesis, porque sin ella no hubiera conseguido llegar a mis objetivos, mis abuelos que nunca dejaron de apoyarme a su manera, mi hermano que a pesar de todas nuestras discusiones siempre me apoyo.

Agradecer a todos los docentes por sus enseñanzas, consejos, experiencias y los ánimos de seguir investigando y proponer soluciones.

A la Universidad César Vallejo, por abrirme sus puertas y que durante cinco años me ha dado la oportunidad de estudiar en esta gloriosa casa de estudio, la carrera de Ingeniería Ambiental, con todo el apoyo necesario con el que me alentó a hacer de mí mismo un profesional.

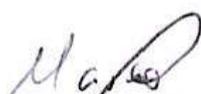
## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Marco David Delgado Gonzales con DNI No 70005088 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 09 de Diciembre del 2017



---

**Marco David Delgado Gonzales**

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Residuos orgánicos de truchas y estiércol de porcino para la obtención de biol en la mejora de la calidad de suelo, para el cultivo de *Medicago Sativa L.* en Oyón, 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Marco David Delgado Gonzales

# ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	V
PRESENTACIÓN.....	VI
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 TRABAJOS PREVIOS.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.1 MARCO LEGAL.....</b>	<b>7</b>
1.3.2 <i>Gestión de residuos sólidos.....</i>	8
1.3.2.6 <i>Industria de la pesca.....</i>	10
1.3.3 <i>Abonos orgánicos.....</i>	10
1.3.3.1 <i>Clasificación de los abonos orgánicos.....</i>	11
1.3.3.2 <i>El Biol.....</i>	11
1.3.3.3 <i>Ventajas y desventajas del biol.....</i>	11
1.3.3.4 <i>Biol de calidad.....</i>	12
1.3.3.5 <i>Biodigestor.....</i>	12
1.3.3.6 <i>Tipos de Biodigestores.....</i>	13
<b>1.3.3.6.1 BIODIGESTOR TIPO BATCH.....</b>	<b>13</b>
1.3.3.7 <i>Ventajas sobre el uso de los biodigestores.....</i>	13
1.3.3.8 <i>Digestión anaerobia.....</i>	13
1.3.3.9 <i>Partes fundamentales de un Biodigestor.....</i>	15
<b>1.3.3.10 CONDICIONES PARA QUE UN BIODIGESTOR OPERE DE MANERA CORRECTA.....</b>	<b>16</b>
1.3.4 <i>Coliformes Fecales.....</i>	16
<b>1.3.4.1 GRUPO DE COLIFORMES.....</b>	<b>16</b>
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.4.1 <i>Problema general.....</i>	16
1.4.2 <i>Problema específico.....</i>	16
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	17
1.6 HIPÓTESIS.....	17
1.6.1 <i>Hipótesis general.....</i>	17
<i>El biol se obtiene de los residuos de trucha y estiércol de porcino.....</i>	17
1.6.2 <i>Hipótesis específicas.....</i>	18
1.7 OBJETIVOS:.....	18
1.7.1 <i>Objetivo general.....</i>	18
1.7.2 <i>Objetivos específicos.....</i>	18

<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>19</b>
2.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
2.1.1 Tipo de estudio .....	20
2.1.2 Diseño de investigación .....	20
2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN.....	20
<b>2.2.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE VARIABLES.....</b>	<b>20</b>
2.2.2 Definición conceptual de Dimensiones.....	21
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	21
2.3.1 Población .....	21
2.3.2 Muestra .....	22
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD .....	22
<b>2.4.1 ETAPA 1, RECONOCIMIENTO Y DIAGNOSTICO ACTUAL DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>23</b>
<b>2.4.2 ETAPA 2, RECOLECCIÓN DE MUESTRA INICIAL RESIDUOS DE TRUCHAS Y PORCINOS.....</b>	<b>24</b>
<b>2.4.3 ETAPA 3, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE 4 BIODIGESTORES PILOTOS .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4.4 ETAPA 4, TOMA DE MUESTRA DE LOS BIOLES .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4.5 ETAPA 5, PRUEBA EN PARCELA DE ALFALFA W350 .....</b>	<b>25</b>
2.4.6 Validez y confiabilidad.-.....	25
2.5 MÉTODOS Y ANÁLISIS DE DATOS.....	26
2.5.1 Métodos.....	26
<b>2.5.1 CONSTRUCCIÓN DE BIODIGESTORES .....</b>	<b>26</b>
2.5.2 Análisis de Datos .....	37
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>38</b>
3.1 CONTROL DE TEMPERATURA .....	39
3.2 CONTROL DE PH.....	39
3.3 ANÁLISIS DE RESIDUOS DE TRUCHAS Y ESTIÉRCOL DE PORCINO .....	40
3.4 CANTIDAD Y ANÁLISIS DE BIOL .....	41
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>50</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>64</b>
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	65
ANEXO 2 : INSTRUMENTO 1.....	67
ANEXO 3: INSTRUMENTO 2.....	68
ANEXO 4: INSTRUMENTO 3.....	72
ANEXO 5: INSTRUMENTO 4.....	73
ANEXO 6: PANEL FOTOGRÁFICO.....	74
ANEXO 7: RESULTADOS DE LABORATORIO .....	83

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación “Residuos orgánicos de truchas y estiércol de porcino para la obtención de biol en la mejora de la calidad de suelo, para el cultivo de *Medicago Sativa L.* en Oyon, 2017”, se elaboraron 4 tratamientos con 2 análisis de materia orgánica al obtener los bioles. El primer tratamiento (100% restos de trucha) obtuvo los mejores resultados en el examen en laboratorio, en el tratamiento 4 ( 75% residuos de truchas y 25% residuos de estiércol de porcino) resulto con buena concentración de nutrientes pero no superando el tratamiento 1, el tratamiento 2 (25% truchas y 75% residuos de estiércol de porcino) y 3 (50% residuos de truchas y 50% residuos de estiércol de porcino) resultaron tener cantidades de nutrientes semejantes pero inferiores a los tratamientos 1 y 4. En los 4 tratamientos se usó residuos de truchas y residuos de estiércol de porcino. El proceso de fermentación controlada tuvo una duración de 40, 43, 46 y 49 días respectivamente. Para la investigación se construyeron 4 biodigestores de tipo Batch. Cada biodigestor contaba en la parte superior con una entrada para el homogeneizador; en la parte lateral presentaba una válvula para la salida del biol. Los restos de trucha Arcoiris fueron provistos por la empresa acuícola Osorio SAC. Posteriormente los bioles obtenidos por cada tratamiento fueron usados en parcelas de 200 metros cuadrados con cultivo de alfalfa w350 de 40 cm de altura, dando un crecimiento de altura de 8 cm con el biol T1 en 15 días siendo superior a los otros bioles empleados en las diferentes parcelas.

**Palabras claves:** Biodigestor, Biol, Residuo de trucha, Residuos de estiércol de porcino.

## ABSTRACT

In the present work of investigation "Organic waste of trout and pig manure to obtain biol to improve soil quality, for the cultivation of *Medicago Sativa L.* in Oyon, 2017", 4 treatments were elaborated with 2 analyzes of organic matter to obtain the bioles. The first treatment (100% remains of trout) obtained the best results in the laboratory test, in treatment 4 (75% trout waste and 25% residues of pig manure) resulted with good concentration of nutrients but not exceeding the treatment 1, treatment 2 (25% trout and 75% pig manure residues) and 3 (50% trout waste and 50% pork manure residues) were found to have similar amounts of nutrients but lower than treatments 1 and 4. In the 4 treatments, trout waste and pig manure residues were used. The controlled fermentation process lasted 40, 43, 46 and 49 days respectively. For the research, 4 Batch biodigesters were built. Each biodigester counted on the top with an inlet for the homogenizer; in the lateral part it had a valve for the exit of the biol. The remains of rainbow trout were provided by the Osorio SAC aquaculture company. Subsequently the bioles obtained for each treatment were used in plots of 200 square meters with alfalfa w350 crop of 40 cm in height, giving a height growth of 8 cm with the biol T1 in 15 days being superior to the other bioles used in the different plots.

**Keywords:** Biodigester, Biol, Trout waste, Porcine manure residues.

## I. INTRODUCCIÓN

El distrito de Oyón, se encuentra a más de 3600 m.s.n.m, con orientaciones de agricultura y ganadería, una de las actividades más comunes son la crianza de peces tiene como consecuencia grandes impactos ambientales, ya que podemos observar como arrojan las vísceras de las truchas al río, estas vísceras en su mayoría son arrojadas al río (Michimachay) que atraviesa la provincia desequilibrando así la calidad del agua. Por otro lado las personas también crían porcinos ya que esta es una actividad que genera grandes beneficios como el ámbito económico y además la gran cantidad de residuos generados por esta actividad, debido a su gran demanda comercial en el mercado local de Churin. Los residuos son dispersados en los campos de cultivo sin tener un tratamiento previo, generando un gran impacto ambiental, tanto al ecosistema agua y suelo, producido por las mismas personas.

Tal como nos dice Esprella (2012) en su tesis "Producción Biofertilizantes" concluyo que el uso de biodigestores anaeróbicos para la elaboración de subproductos como bioabonos y biogás viene siendo investigado y evaluado por diferentes autores y mediante la aplicación de diferentes metodologías con el uso de diversos residuos de origen orgánico el autor evaluó la producción de biol a partir de una mezcla homogénea que contenía estiércol, vegetales picados, agua, melaza y suero mediante el uso de un biodigestor anaeróbico tipo Batch de alimentación discontinua, llegando a la conclusión que la aplicación del biol generado sobre diversos cultivos incrementan el volumen de producción agrícola y que la calidad de este biol depende del tipo de insumo utilizado que de preferencia se encuentre disponible en el sitio donde se instalara el biodigestor. Por lo que demuestra la efectividad de la fermentación de los residuos para la generación de biofertilizantes.

La siguiente investigación se justifica con el sustento de que se busca obtener un biol de calidad a partir de los residuos orgánicos de truchas y estiércol de porcino, estos residuos son generados en la piscigranja Don Osorio los cuales mediante procesos anaerobios en Biodigestores podemos obtener biol de calidad que favorezca al crecimiento de la alfalfa dormante w350. Este crecimiento de la alfalfa debido al biol producido generaría un mayor ingreso económico al dueño de a

piscigranja abarcando de esta manera un mayor mercado en venta de alfalfa y pastos asociados, a su vez este biol se usaría en cultivos de papas, mashua, maca y otros cultivos que se identificó en las parcelas de la piscigranja Don Osorio.

### **1.1 Realidad problemática**

A nivel mundial, una de las actividades productivas que se ha venido desarrollando y que ha tenido un incremento significativo es la acuicultura, en el año 2014 representó el 44.1% de la producción pesquera a nivel mundial a comparación con el año 2004 que tuvo una producción de 31.1%; este aumento de suministro mundial de pescado que en su mayoría es usado para consumo humano ha superado al crecimiento de la población en los últimos 50 años debido a que el ritmo anual medio de esta producción ha sido casi el doble que el ritmo de crecimiento demográfico y se estima que la acuicultura seguirá aumentando su producción y comercialización debido al continuo crecimiento demográfico, aumento de ingresos y a la urbanización; lo que también ocasionará un aumento de la generación de residuos sólidos (FAO,2016).

En el Perú, las actividades de pesquería y acuicultura generan un 11.4% de los residuos no municipales a nivel nacional (MINAM, 2013), teniendo a regiones como Puno, Junín y Huancavelica como principales productores de truchas produciendo cerca del 93% de esta especie a nivel nacional (FONDEPES, 2014);

Lo que esta expansión implica es la continua generación de residuos sólidos orgánicos de origen acuícola, ya que durante la crianza de truchas ocurre la muerte de estas por falta de oxigenación, enfermedad o que las truchas no llegaron al peso estimado durante su etapa como alevines (CEDEP, 2009).

Cabe resaltar que no solamente los residuos de orgánicos son generados por las actividades acuícolas en el Perú, sino también por las actividades agropecuarias destacando la crianza de ganado y crianza de porcino como una actividad potencialmente peligrosa para el ambiente ya que causa la disminución de la calidad de los pastizales, degradación de los suelos y contaminación del recurso hídrico por la mala distribución de las heces que son vectores de enfermedades parasitarias (Black, 1982).

Es por este motivo que debido al potencial que tienen los restos acuícolas y residuos agropecuarios al ser casi en su totalidad de origen orgánico como es el caso de los restos de trucha y a que las excretas generadas por porcinos es mayor que el ganado vacuno (Lewis,1991), se identificó un problema de capacitación en el manejo que se le puede dar a estos residuos para el aprovechamiento y desarrollo sostenible de la acuicultura y ganadería debido a que actualmente los restos de pescado en la mayoría de los casos se colectan, se queman o se entierran (Bermúdez et al., 1999). Por su parte, los restos orgánicos liberan gases producto de la combustión que no son aprovechados para la generación de energía si no que atribuyen al calentamiento global y ocasionan una gran variedad de impactos ambientales (Berra & Finster, 1997).

Los residuos orgánicos como los residuos de pescado y estiércol de porcino pueden ser aprovechados para la elaboración de varios subproductos, de esta manera contribuiríamos al mejoramiento del suelo; reduciendo la cantidad de residuos orgánicos de truchas y estiércol de porcino mediante la producción de biol, estos son fertilizantes de origen orgánico que pueden reemplazar el uso de fertilizantes sintéticos usados por los agricultores para el abonamiento de cultivos; ya que el uso de agroquímicos provoca una disminución en la fertilidad de los suelos y su uso indiscriminado puede causar un gran problema de contaminación ambiental.

La crianza de peces tiene como consecuencia grandes impactos ambientales como es el caso de la Provincia de Oyón donde podemos observar como arrojan las vísceras de las truchas al río. Estas vísceras en su mayoría son arrojadas al río (Michimachay) que atraviesa la provincia desequilibrando así la calidad del agua.

La crianza de porcinos también es una actividad que genera gran cantidad de residuos, debido a su gran demanda comercial en el mercado local de Churin. Los residuos son dispersados en los campos de cultivo sin tener un tratamiento previo.

Este problema se debe a que los productores no tienen una buena capacitación sobre piscicultura y sobre porcinos, no cuentan con apoyo técnico de autoridades aledañas. En la localidad no se cuenta con información técnica en el manejo de

residuos orgánicos provenientes de la trucha para la creación de fertilizantes orgánicos ocasionando que los agricultores usen fertilizantes sintéticos donde aumentan su producción, pero no la calidad.

Un claro ejemplo es el de Michimachay, lugar donde se ubica la piscigranja Don Osorio donde venden en grandes cantidades de truchas y de porcinos constantemente, los cuales pueden ser utilizados en la elaboración de un biol de calidad que sea de gran ayuda en los cultivos de alfalfa w350.

El uso excesivo de fertilizantes sintéticos provoca que el suelo pierda fertilidad disminuye su carga bacteriana y que las plantas no puedan absorber los nutrientes fácilmente llegando en algunos casos a absorber a la planta, es por ello que una manera de transformar los residuos de truchas y estiércol de porcino es mediante uso de biodigestor tipo batch.

## **1.2 Trabajos previos**

Según Esprella (2012) en su tesis “Producción Biofertilizantes” concluyo que el uso de biodigestores anaeróbicos para la elaboración de subproductos como bioabonos y biogás viene siendo investigado y evaluado por diferentes autores y mediante la aplicación de diferentes metodologías con el uso de diversos residuos de origen orgánico el autor evaluó la producción de biol a partir de una mezcla homogénea que contenía estiércol, vegetales picados, agua, melaza y suero mediante el uso de un biodigestor anaeróbico tipo Batch de alimentación discontinua, llegando a la conclusión que la aplicación del biol generado sobre diversos cultivos incrementan el volumen de producción agrícola y que la calidad de este biol depende del tipo de insumo utilizado que de preferencia se encuentre disponible en el sitio donde se instalara el biodigestor..

Según Hernández (2008) en su tesis “Obtención de biogás a partir de las algas de tipo sargassum de la playa Miramar de CD” usó la misma metodología en condiciones mesofílicas y usando como sustrato las excretas y vísceras de conejo que necesitaron de un pre tratamiento para determinar la cantidad necesaria en base a la cantidad de solidos volátiles y así facilitar la alimentación del biodigestor demostrando la efectividad del biodigestor tipo Batch de alimentación discontinua

para operar a temperaturas mesofílicas (25°C) y donde la remoción de materia orgánica fue eficiente a partir de los 35 días de operación y con mayor remoción a los 70 días, obteniendo que a temperaturas menores, la biodigestión anaerobia se realiza más lentamente debido a que el porcentaje de la tasa de crecimiento de metanógenos es más limitado y concluyendo que para lograr una mayor eficiencia en la biodigestión es necesario un contenido mayor al 12% de sólidos totales.

Según Quipuzco (2011) en su tesis “Desempeño de un biodigestor cargado con lodo séptico y excreta de cuy para la producción de biogás y biol” concluyo que mediante la implementación de biodigestores anaerobios tubulares de carga semicontinua demuestran resultados similares en la elaboración de biofertilizantes, el autor realizó dos mezclas de estiércol de vaca para evaluar la calidad de biogás y biol teniendo como resultado que la producción de biogás se encuentra directamente relacionada con la temperatura, es decir a mayor temperatura existe una mayor producción de biogás y que las concentraciones obtenidas de macro y micronutrientes en el biol tuvieron resultados muy semejantes a los abonos orgánicos, por lo que pueden ser usados como fertilizantes en cultivos. A su vez, mediante la implementación de esta metodología también se ha podido determinar la mayor eficiencia que tiene el estiércol de vaca sobre el de cerdo, como lo menciona (Cañote, 2012), ocurren mezclas más óptimas mediante el uso de estiércol de vaca que de cerdo, ya que el biol demostró más índices de germinación.

Según Montesinos (2007) en su tesis “Uso de lixiviado procedente de material orgánico de residuos de mercados para la elaboración de biol y su evaluación como fertilizante para pasto” concluye en: la descomposición de material orgánica produce lixiviados, estos son usados para obtener biol que será aplicado como fertilizante, por ello dentro de la Agroecología es muy importante debido a que proporciona un mejoramiento en el suelo, que ya no se aplicara elementos químicos que causan destrucción y daños en las cosechas.

Según Fernández (2014) en su tesis “Generación de energía renovable a partir del desarrollo de actividades pecuarias en el departamento de Madre de Dios” concluyó en: en una investigación realizada en la ciudad de madre de dios se implementó un

programa de utilización de residuos orgánicos para la obtención de biol y biogás, todo esto llevo a la mejora de la calidad de vida de los pobladores ya que fue usado en parcelas de pastos dactyles el cual fue un éxito en alimento para el sector ganadero, el proyecto tuvo lugar de inicio en el establo Juanita.

Según Aracadio (2013) “El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero” afirmo que uno de los aspectos ambientales frente a la preservación del suelo, es la conservación del mismo, muchas investigaciones realizadas implementan métodos como el vertimiento de microorganismos para la fijación de nutrientes y beneficio de las plantas, en los suelos que son netamente agrícolas, se adicionan materiales orgánicos para que para incrementar la fertilidad del mismo y la formación de colchones de agua.

Los ) en su tesis “*Aprovechamiento de masa de tilapia para producción de biogás*” evaluó el potencial de producción de biogás por digestión anaeróbica utilizando la masa visceral de la Tilapia y desechos de chanco para la producción de biogás; demostrando también la factibilidad de generar energía a partir de estos residuos y la necesidad de realizar un pre tratamiento a los residuos de pescado, ya que al momento de realizar la caracterización de las vísceras de tilapia los resultados fisicoquímicos demostraron una relación de DQO y DBO elevada por falta de un pre tratamiento a las vísceras; el estudio concluyó en que la adición de estiércol de chanco a un 50% y de las vísceras de tilapia a esa misma concentración producían la mayor efectividad con una producción de biogás de casi un 90% gracias a la digestión de estos residuos.

Según Jiménez (2013) en su tesis “Elaboración de abono orgánico líquido fermentado (biol), a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), de los criaderos piscícolas de la parroquia de Tufiño” concluye la efectividad del estudio realizado que utilizó las vísceras de trucha arco iris para la elaboración de biol, para esto realizó mezclas homogéneas de agua con diferentes porcentajes de restos de trucha y se distribuyeron en tres tratamientos usando microorganismos eficientes y levadura, con este estudio se concluyó que la cantidad de restos de trucha con agua influye significativamente en la calidad de nutrientes del biol, obteniendo resultados favorables en la concentración de macronutrientes (N,P, K)

de los bioles donde el mejor tratamiento contenía 2866 ppm, 171.86 ppm y 18200 ppm respectivamente.

Según Salam (2009) en su tesis “Biogás de la digestión anaeróbica de residuos de pescado” investigó sobre la capacidad de producción de biogás de un digester anaeróbico que contiene restos de pescado y estiércol de vaca mediante la implementación de digestores de plástico a escala laboratorio operados como modelo batch durante 15 días, donde la temperatura oscila entre los 18 a 38 grados en el biodigestor, también tuvieron tanques de desplazamiento y colectores de gases y agua, siendo el rendimiento del gas medido mediante el volumen de agua desplazada. Con los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que para la producción de una eficiente cantidad de biogás es necesaria la digestión anaeróbica del resto de pescado con estiércol de vaca en una relación de 1:2.

Según Cepero (2012) en su tesis “Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores” *concluye* en la mayoría de las experiencias mencionadas se usan los biodigestores tipo Batch, esto se debe a que tienen un alto potencial de aplicación debido a que son usados por su simple diseño y bajo costo para ser instalados como sistemas de energía renovable para zonas rurales y periurbanas (Mshandete et al., ,2004). Sin embargo, (Cepero et al., 2012) recomiendan que para la producción de bioabono y biogás, es necesario la selección de la tecnología más apropiada, ya que la construcción de biodigestores anaeróbicos varía de acuerdo a cada tipo de escenario y a las características de este como el tiempo de vida útil, volumen de residuos a tratar, los tipos de carga que se tendrán y las condiciones del medio en donde se construirá el biodigestor.

### **1.3 Teorías Relacionadas Al Tema**

#### **1.3.1 Marco Legal**

##### **Constitución Política Del Perú 1993. Artículo 2 inciso 22**

“Toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida”

### **Ley Nº 26842, Ley general de salud**

“Establece que toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o suelo sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias de protección del ambiente. Si la contaminación del ambiente significa riesgo o daño a la salud de las personas, la autoridad de salud dictara las medidas de prevención y control indispensable para que cesen los actos.”

### **Ley Nº 27972, Ley orgánica de Municipalidades**

“Las municipalidades, en materia de saneamiento tienen como función regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito de su respectiva provincia.”

### **Ley Nº 28611, Ley General del ambiente**

“Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida”.

### **Ley Nº 27314, Ley general de residuos sólidos, artículo 4, inciso 5**

“Desarrollar y usar tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización que favorezcan la minimización o reaprovechamiento de los RR.SS y su manejo adecuado.”

## **1.3.2 Gestión de residuos sólidos**

Estrategia que es usada por todos los interesados en disminuir los problemas de generación de residuos cuya meta es realizar un desarrollo sostenible conservando la naturaleza. (De la Fuente, 2007, pp 15 -16).

### **1.3.2.1 Piscigranja**

Lugar donde se crían peces u otros animales marinos que son alimentados, donde reciben todos los cuidados para poder desarrollarse, reproducirse y ser productivos, favoreciendo de esta manera la supervivencia de la especie en cautiverio (Guelfo, 2013, p 32).

### **1.3.2.2 Trucha (*Oncorhynchus mykiss*)**

Especie que pertenece a la familia Salmonidae, originaria de las costas del pacífico de América del Norte, esta especie se adapta muy bien al cautiverio, es por ello que si crianza se está empezando a crecer en el Perú y países Sudamericanos (FAO, 2014).

La trucha es un pez muy resistente y fácil de desovar, crece muy rápido y se adapta a gran variedad de ambiente, la trucha al crecer se alimenta de zooplancton pero aquellas que están en cautiverio pueden alimentarse de una dieta artificial (FAO, 2014).

#### **Composición de residuos orgánicos de truchas**

Los residuos orgánicos de truchas están compuestos por una humedad de 66-84%, una cantidad de proteínas de 15-24%, lípidos entre 0.1-22%, cenizas entre 0.8-2% y una cantidad de >15% en grasas. (FAO, 2014).

### **1.3.2.3 Criadero de cerdo**

Conjunto de edificios y equipos dedicados a la producción de una carne de calidad, donde se debe garantizar a los consumidores que en el criaderos se produce sanidad, homogeneidad, trazabilidad, seguridad, cantidad y garantía (Asociación argentina de productores de porcino, 2010).

### **1.3.2.4 Porcino**

Puerco joven que pesa menos de 120 libras, la domesticación de lechones o cerdos inmaduros para la producción de alimentos es desde los 7000 a.c en el medio oriente (Karen, 2010, p2)

#### **Composición de estiércol de porcino**

El estiércol de porcino no tiene una concentración fija de nutrientes, debido a su edad, su alimentación y los residuos vegetales que se utilizan, entre otros. Mientras los porcinos jóvenes consumen una gran

cantidad de nutrientes para su crecimiento y producen excrementos pobres, los animales adultos solamente substituyen las pérdidas y producen estiércoles ricos en elementos fertilizantes. Además, mientras más rica la alimentación, mejor sale la composición del abono.

Por lo general, todos contienen mucho nitrógeno (N) y potasio (K), pero muy poco fósforo (P) disponible. (Karen, 2010, p5)

#### **1.3.2.5 Alfalfa Dormante**

Es una variedad de alfalfa que se desarrolla favorablemente entre los 3000 y 3500 msnm y que en condiciones desfavorables entra en proceso de dormancia, esta alfalfa a comparación de otra tipo de alfalfa su crecimiento es lento, debido a que su raíz se demora en desarrollarse un año llegando alcanzar los 6 metros de profundidad es por ello que se recomienda que durante los 2 primeros cortes no se realice pastoreo ya que el ganado puede arrancar desde raíz la alfalfa (Manual de cultivo de alfalfa dormante hibrida w350, 2011,pp)

#### **1.3.2.6 Industria de la pesca.**

La parte que puede ser aprovechada para la alimentación es aproximadamente el 62% ya que resto son desechos de cabezas, esqueletos, aletas, escamas, vísceras siendo estos desechos no aprovechados (El paraíso de la pesca, 2008, pp 301 – 302).

La FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación tiene entre sus objetivos disminuir los desechos de la pesca mediante uso de conciencia ambiental. Sin embargo, en el caso de que no podamos evitarlo, también quiere hallar salidas comerciales a esos residuos como fuente de proteínas (Maroto, 2010, pp 5 - 6).

#### **1.3.3 Abonos orgánicos.**

El abono orgánico es un fertilizante que proviene de restos de animales, humanos, forrajes o alguna fuente orgánica natural, mientras que los abonos inorgánicos son hechos a partir de abonos nitrogenados o los

hechos a partir de minería como los fosfatos o potasio. (Michael, 2014, pp 35 - 39)

### **1.3.3.1 Clasificación de los abonos orgánicos.**

Según Restrepo (2007) los abonos orgánicos, se clasifican de la siguiente manera:

a. Sin procesar.

Excretas animales Desechos vegetales Abonos verdes.

b. Procesados

- Compost.
- Bocashi.
- Lombricompost.
- Ácidos húmicos.
- Abono líquido fermentado (biol).

### **1.3.3.2 El Biol.**

El biol es un abono orgánico obtenido del proceso de fermentación anaerobia de desechos orgánicos los cuales son ricos en fitohormonas el cual es un elemento que ayuda a la germinación de semillas, fortalece sus raíces y ayuda a la floración de las plantas. (Lozano, 2014, pp 30 - 31).

### **1.3.3.3 Ventajas y desventajas del biol**

a. Ventajas:

El biol no es un producto toxico es decir no contamina e medio ambiente debido a que se obtiene de desechos orgánicos, tiene bajo costo de producción y se necesita una gran inversión y se puede producir en alguna chacra o lugar que cuente con ingresos de desechos orgánicos. (Lozano, 2014, pp 35 - 36).

Con el uso del biol se puede lograr hasta el 30% de producción

en cultivos sin la necesidad de fertilizantes inorgánicos, ayuda al vigor de los cultivos y ayuda contrarrestar las plagas o enfermedades como también los efectos del clima. (Lozano, 2014, pp 37 - 38).

b. Desventajas:

Su elaboración tarda aproximadamente 3 a 4 meses. (Lozano, 2014, pp 38 - 39).

#### **1.3.3.4 Biol de calidad.**

Nos referimos a biol de calidad a aquel líquido proveniente de reacciones anaerobias que cuenta con gran cantidad de nutrientes y bajo cantidad de microorganismos los cuales favorecen al desarrollo de la planta en crecimiento como grosor de la raíz y tronco.

Este biol se caracteriza por tener gran porcentaje de nitrógeno, potasio, fosforo, sodio, magnesio y calcio y bajo contenido de microorganismos (Helizondo, 2005, pp 10 - 11).

#### **1.3.3.5 Biodigestor**

Son elementos que usan procesos naturales con bacterias de descomposición en lugares que no hay oxígeno, estas bacterias se encuentran adentro del biodigestor y se alimentan de los desechos orgánicos que nosotros podamos ingresar y el agua. (Cuchillo, 2015, pp 7 – 8).

### 1.3.3.6 Tipos de Biodigestores

Características	CHINO	HINDU	HORIZONTAL	OLADE-GUATEMALA
Sistema de digestión	Batch y de Mezcla	Desplazamiento vertical	Desplazamiento horizontal	Batch
Características de diseño	Circular, Pequeño, Achatado	Cilindro, Vertical, Tanque de gas	Horizontal, Diferentes secciones, Cúpula, Fila	Cilindro, Vertical, Tanque de gas flotante
Substratos	Residuos agrarios, excreta humana	Estiércol	Estiércol	Residuos agrícolas/ estiércol
Tiempo de retención (días)	45-90	30-60	30-60	120
Producción de biogas (m <sup>3</sup> biogas/m <sup>3</sup> digestor)	0,1- 0,4	0,4- 0,6	0,8- 1,0	0,5- 1,0

Fuente: Tecnología Energética y Desarrollo. Alfredo Oliveros. 1990

#### 1.3.3.6.1 Biodigestor Tipo Batch

Es un tipo de Biodigestor que se llena o carga solo una vez, posteriormente se descarga el contenido una vez que acabe el proceso anaerobio, es decir cuando se deja de producir biogás, este biodigestor cuenta con orificios para la carga y descarga, el proceso de fermentación dura entre 2 a 4 meses aproximadamente, esto depende de las condiciones climáticas en las que se encuentra expuesto ya que si las condiciones son favorables, el proceso de fermentación será en menor tiempo. (Martínez, 2012).

#### 1.3.3.7 Ventajas sobre el uso de los biodigestores

Según Cuchillo (2015), las ventajas se dividen en dos y son:

- ✓ Ayudan a mantener los bosques, estos son nuestros purificadores de aire y agua, y estos a su vez sirven de habitat y hogar para animales y plantas.
- ✓ Producen abonos orgánicos y de alta calidad.

#### 1.3.3.8 Digestión anaerobia

Proceso microbiológico que ocurre naturalmente en el ambiente como

en los estómagos de las vacas. En condiciones anaerobias los desechos orgánicos son degradados por este proceso microbiológico, este proceso en biodigestores es una gran alternativa para el tratamiento de residuos sólidos. Los productos obtenidos de este proceso en biodigestores son usados como fertilizantes en zonas de cultivos. (Sagarpa, 2017, pp 31 – 32).

El proceso es muy complejo debido a sus reacciones químicas y gran número de microorganismos, por ello todas estas reacciones se dividen en fases. (Sagarpa, 2017, pp 33 – 34).

**a. Etapa Hidrolítica**

Los compuestos orgánicos complejos como es el caso de los lípidos, proteínas o hidratos de carbono son despolimerizados gracias a las enzimas hidrolíticas en moléculas solubles que son fácilmente degradables como azúcares, ácidos grasos que sean de cadena larga, aminoácidos, etc. (Sagarpa, 2017, pp 34 – 35).

Esta fase depende de la temperatura del proceso, tiempo de retención, composición del sustrato, tamaño de partículas, pH y concentraciones de  $\text{NH}_4$ . (Sagarpa, 2017, pp 34 – 35).

**b. Etapa Acidogénica**

En esta etapa consta de un proceso anaerobio microbiano donde se produce ácido sin un donador o aceptor externo de electrones. Las moléculas provenientes de la fase anterior son degradadas y convertidas en compuestos acéticos liberando hidrógeno y  $\text{CO}_2$ , estos productos son usados por bacterias metanogénicas. (Sagarpa, 2017, pp 35 – 36).

Es una reacción endoenergética ya que necesita energía para ser realizada y esto se da gracias a la relación entre bacterias acetogénicas y metanogénicas que substraen los productos finales del medio para que puedan disminuir su concentración, esto provoca que se active la reacción y actividad de los compuestos orgánicos más reducidos que luego serán oxidados por las bacterias acetogénicas. El pH se encuentra entre 5.1 a 6.8. (Sagarpa, 2017, pp 35 – 36).

**c. Etapa Metanogénica**

En esta fase los microorganismos metanogénicos mediante la formación de metano a partir de los sustratos monocarbonados como el acetato,  $H_2CO_2$ , metanol y algunas metilaminas terminan el proceso de la digestión anaerobia.

Aquí se establece dos grupos de microorganismos:

- . Hidrogeno tróficos: consumen  $H_2CO_2$  y fórmico.
- . Acetoclásticos: consumen acetato, metanol y algunas aminas.

Aquí el pH se encuentra en el rango de 6.9 a 7.4. (Sagarpa, 2017, pp 36 – 37).

**1.3.3.9 Partes fundamentales de un Biodigestor**

**- Entrada de los residuos / agua:**

Es el lugar ya sea cuadrada o cilíndrica donde el recibe los desechos y el agua con la finalidad de obtener un sustrato óptimo para la fase de fermentación. (Corona, 2007, pp 21 – 25).

**- Cámara de Fermentación:**

Aquí ocurre la degradación de los desechos con la ausencia de oxígeno en un periodo de 3 a 4 meses generando biol y biogás. (Corona, 2007, pp 21 – 25).

**- Depósito de Salida:**

Aquí se recoge el fertilizante producido a partir de los desechos. (Corona, 2007, pp 21 – 25).

### **1.3.3.10 Condiciones para que un biodigestor opere de manera correcta**

Según Trujillo (2001), estas son:

- Cerrar las entradas de aire de manera hermética.
- No debe ocurrir cambios bruscos de temperatura por ello debemos de aislarlo herméticamente.
- Deberá contar con medios para efectuar la carga y descarga del sistema.
- Contar con un lugar de acceso para limpiar la cámara de digestión, realizándole sus mantenimientos.

### **1.3.4 Coliformes Fecales**

Son un conjunto de bacterias con características bioquímicas, mayormente se encuentra en las aguas contaminadas y alimentos contaminados (Trujillo, 2001, pp. 6).

#### **1.3.4.1 Grupo de coliformes**

- a) **E. coli.**- Es un bacteria de origen fecal, mayormente encontrado en aguas con gran carga fecal (Trujillo, 2001, pp. 9).
- b) **Coliformes Termotolerantes.**- Bacterias con características de los bacilos gram – negativos (Trujillo, 2001, pp. 8).

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problema general**

¿ Cómo obtener biol a partir de los residuos de trucha y estiércol de porcino?

### **1.4.2 Problema específico**

- a. ¿ Cuánto es la cantidad de biol obtenido a partir diferentes proporciones de residuos de truchas y estiércol de porcino?
- b. ¿ Cuáles son las propiedades químicas-bacteriológicas del biol obtenido a partir de residuos de truchas y estiércol de porcino?

- c. ¿Cuál es la eficiencia del crecimiento de la alfalfa *Medicago Sativa* L. dormante mediante el uso de los bioles obtenidos?

## **1.5 Justificación**

Explicada la problemática el presente trabajo se justifica con el sustento de que se busca obtener un biol de calidad a partir de los residuos orgánicos de truchas y estiércol de porcino, estos residuos son generados en la piscigranja Don Osorio los cuales mediante procesos anaerobios en Biodigestores podemos obtener biol de calidad que favorezca al crecimiento de la alfalfa dormante w350. Este crecimiento de la alfalfa debido al biol producido generaría un mayor ingreso económico al dueño de a piscigranja abarcando de esta manera un mayor mercado en venta de alfalfa y pastos asociados, a su vez este biol se usaría en cultivos de papas, mashua, maca y otros cultivos que se identificó en las parcelas de la piscigranja Don Osorio, de esta manera se evitaría la compra de fertilizantes sintéticos.

A nivel académico esta investigación se justifica por que tiene como finalidad el uso de biodigestores para la transformación de materia orgánica en bioabonos, reduciendo de esta manera la materia orgánica generada en la piscigranja transformándola en un abono líquido de calidad.

A nivel económico esta investigación de justifica porque tiene como finalidad el ahorro económico para el dueño de la piscigranja, ya que de esta manera no se comprara abonos sintéticos que durante su uso dañan y quitan fertilidad al suelo. La obtención del biol minimizaría los gastos de compra de abono sintéticos y a su vez se estaría usando un biol con altos contenidos de nutrientes los cuales mencionaremos como biol de calidad.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

El biol se obtiene de los residuos de trucha y estiércol de porcino.

### **1.6.2 Hipótesis específicas**

- a. A partir de las proporciones optima de residuos de truchas y estiércol de porcino se obtiene 38-41 litros de biol.
- b. Las propiedades químicas y bacteriológicas son necesarias para obtener un biol a partir de residuos de truchas y estiercol de porcino.
- c. Mediante el crecimiento de la alfalfa *Medicago Sativa L.* se puede evaluar la eficiencia del biol obtenido en parcelas demostrativas..

### **1.7 Objetivos:**

#### **1.7.1 Objetivo general**

Obtener biol a partir de residuos de trucha y estiércol de porcino.

#### **1.7.2 Objetivos específicos**

- a. Determinar la cantidad de biol obtenido a partir de diferentes proporciones de residuos de truchas y estiércol de porcino.
- b. Determinar las propiedades químicas-bacteriológicas del biol a partir de residuos de truchas y estiércol de porcino.
- c. Determinar la eficiencia del crecimiento de la alfalfa *Medicago Sativa L.dormante* mediante el uso de los bioles obtenidos..

## **II. MÉTODO**

## 2.1 Tipo y diseño de la investigación

### 2.1.1 Tipo de estudio

El proyecto será de tipo aplicado ya que tiene una base teórica ya que los investigadores fundan su teoría en resultados concretos.

### 2.1.2 Diseño de investigación

El proyecto tiene un diseño cuasi experimental debido a que no se usó fórmula para hallar la población.

G1: Residuos de truchas -> Biodigestor -> Biol

Residuos de estiércol de porcino -> Biodigestor -> Biol

No es aplicable el grupo de control debido a que todo proceso anaerobio debe tener una cantidad de elementos que ayuden a la fermentación, en este caso todos los tratamientos cuentan con insumos que ayuden al proceso de obtención de biol de calidad.

## 2.2 Variables, Operacionalización

Véase en anexo 1

### 2.2.1 Definición conceptual de variables

**Variable Independiente: Restos Orgánicos de truchas arco iris y estiércol de porcino**

Residuos de truchas (vísceras, aletas, cabezas) generados por la piscigranja Don Osorio y estiércol de porcino generado por la crianza y comercialización de cerdos en el lugar.

**Variable Dependiente: Abono orgánico líquido fermentado (biol)**

Se realizara mediante un laboratorio el análisis del biol producido en el cual se determinara la proporción de nitrógeno, fosforo, potasio,

ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, coliformes fecales, los cuales son esenciales para el desarrollo óptimo de las plantas.

## **2.2.2 Definición conceptual de Dimensiones**

### **Proporción de residuos de truchas y estiércol de porcino**

Definimos como proporción de residuos de truchas y estiércol de porcino a la cantidad de residuos de truchas y estiércol de porcino que servirá de alimento al biodigestor para poder obtener un biol de mayor concentración de nutrientes.

### **Cantidad de biol**

Nos referimos a la cantidad de biol que se produce terminado el proceso anaerobio, se obtendrá 4 tipos de bioles los cuales se medirán de cada biodigestor.

### **Propiedades químicas y bacteriológicas**

Nos referimos con propiedades bacteriológicas a la cantidad de coliformes totales, fecales y escherichia coli que serán detectados mediante el análisis microbiológico de cada biol obtenido, los cuales deben estar por debajo de la cantidad establecida por la OMS, mientras que en las propiedades químicas nos referimos a la cantidad de nitrógeno, fosforo, sodio, potasio, magnesio y calcio que serán medidas en el laboratorio de la universidad nacional agraria la molina.

### **Cantidad de biol**

### **Crecimiento de la alfalfa w350**

Se evaluará el crecimiento de la alfalfa w350 mediante la aplicación de los bioles obtenidos en un periodo de 15 días.

## **2.3 Población y muestra**

### **2.3.1 Población**

Se tomara como población la cantidad de residuos de truchas y estiércol de

porcino producidos en 5 días en la piscigranja Don Osorio como se aprecia en la siguiente tabla.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Total	Promedio	Unidad
Residuos de truchas	11	18	13	15	16	73	14.6	Kilogramos
Estiércol de porcino	14	14	15	17	14	74	14.8	Kilogramos

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.2 Muestra

Se tomará como muestra 37.5 kilogramos de residuos de estiércol de porcino y 62.5 kilogramos de residuos de truchas ya que estas serán distribuidas en proporciones en cada biodigestor (25%, 50%, 75% y 100%) , esto es basado a investigaciones como (Restrepo ,2011) en el cual se tuvo un volumen total de los biodigestores de 80 L el volumen al 80% será de 64 L ya que cada tanque debe tener un espacio libre aproximado de 10 a 20 cm en el borde superior al recipiente de las cuales se retirarán lo equivalente a 1 L para el análisis de muestras inicial, teniendo como resultado las distribuciones finales de los tratamientos con un total de 64 Litros para cada uno, por ello se indicara las cantidades en la tabla 4.

### 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Etapa	Fuente	Técnicas	Instrumentos	Resultados
E1 :Reconocimiento y diagnostico actual del problema de investigación	Investigador	Revisión de bibliográfica sobre tema a tratar	Fichas de registro de toma de datos	Conocimiento de la realidad problemática

E2: Recolección de muestra inicial residuos de truchas y porcinos y envió a laboratorio.	Investigador	Observación y análisis de la muestra en laboratorio	Apuntes en Excel en computadora portátil donde codificaremos la cantidad de residuos recaudado y llevado a laboratorio	Emisión de resultados por el laboratorio (parámetros fisicoquímicos de los residuos)
E3: Diseño y construcción de 4 biodigestores pilotos	Investigador	Experimentación y observación	Manual de elaboración de biodigestores	Construcción de los biodigestores
E4 :Toma de muestra de los bioles	Investigador y comparación con investigaciones y análisis de laboratorio	Revisión de bibliográfica sobre el tema	Metodología empleada por el laboratorio.	Cantidad de porcentajes de su composición.
E5: Prueba en Parcela de alfalfa w350	Investigador	Experimentación y observación	Ficha de Excel con altura de alfalfa	Medición de altura en cm de la alfalfa.

Fuente: Elaboración propia

#### **2.4.1 Etapa 1, Reconocimiento y diagnóstico actual del problema de investigación**

La piscigranja Don Osorio es un lugar que se dedican a la cosecha de truchas arco iris, criadero de cerdos, cultivos de alfalfa y pastos asociados, está ubicado en Oyón cerca al rio Michimachay (ver mapa en anexo 1). Este lugar tiene gran demanda de venta de truchas como de cerdos, se pudo identificar que los residuos de las truchas son arrojados al rio y el estiércol de porcino era esparcido como abono en las parcelas de cultivo de alfalfa w350, sin embargo estos residuos orgánicos pueden ser usados para la elaboración de biol de calidad que ayude al crecimiento de la alfalfa mejorando de esta manera su rendimiento en el momento de corte.

#### **2.4.2 Etapa 2, Recolección de muestra inicial residuos de truchas y porcinos.**

Se realizara la toma de muestra en la piscigranja Don Osorio, se recolectara medio kilogramo de residuos de trucha arco iris y medio kilogramo de estiércol de porcino el cual se llevara al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina donde se realizara la evaluación de los parámetros de nitrógeno, potasio, fosforo, ácidos húmicos, materia orgánica, como también análisis microbiológico de coliformes totales, fecales y scherichia coli, de esta manera se conocerá la cantidad de los parámetros mencionados para obtener un biol de calidad y ser usado en los cultivos de alfalfa w350.

Ver instrumento de parámetros de residuos de truchas y estiércol de porcino en anexo 2.

#### **2.4.3 Etapa 3, Diseño y construcción de 4 biodigestores pilotos**

Se realizara la construcción de 4 biodigestores de tipo batch los cuales serán alimentados con los residuos de truchas y estiércol de porcino en proporciones de 25%, 50%, 75% y 100%, el biodigestor T1 tendrá 100% residuos de truchas, el biodigestor T2 tendrá 25% residuos de truchas y 75% de estiércol de porcino, el biodigestor T3 tendrá 50% residuos de trucha y 50% estiércol de porcino y finalmente el biodigestor T4 tendrá 75% de residuos de truchas y 25% de estiércol de porcino ,de esta manera se conocerá cual es la mejor proporción para poder obtener un biol de calidad que favorezca al crecimiento de la alfalfa w350.

Ver manual de construcción del biodigestor en anexo 3.

#### **2.4.4 Etapa 4, Toma de muestra de los bioles**

Se realizara la toma de muestra de 1L de los bioles obtenidos y serán analizados en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, se medirán los parámetros de nitrógeno, fosforo, potasio, sodio, magnesio y calcio, que son los nutrientes esenciales para que la alfalfa pueda crecer de manera considerable. De la misma manera el

análisis microbiológico permitirá identificar la cantidad de coliformes fecales, totales y Escherichia coli de los bioles. Ver instrumento de recolección de datos de bioles en anexo 4.

#### **2.4.5 Etapa 5, Prueba en Parcela de alfalfa w350**

Una vez obtenido los bioles serán usados en el cultivo de alfalfa w350, la alfalfa se encontrara en 40 cm de altura, se realizara el riego con los bioles y se medirá a los 15 días la altura de alfalfa y así poder identificar cuál de los bioles tiene mayor efectividad en el crecimiento de la alfalfa w350. Ver ficha de crecimiento de alfalfa en anexo 5.

#### **2.4.6 Validez y confiabilidad.-**

##### **Validez.**

Esta investigación tendrá una validez certificada ya que los análisis de toma de residuos inicial serán enviados al laboratorio de la Universidad nacional Agraria La Molina, los resultados serán entregados en 7 días hábiles para el procesamiento de datos, de igual manera el envío de los Bioles para la evaluación de la calidad serán enviados al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina en conjunto del análisis microbiológico hecho en el Laboratorio Marino Tabuso, para la medición de pH y T serán con instrumentos calibrados por el Proyecto PRA Buenaventura ya que ellos cuentan con una serie de profesionales expertos en calibración de equipos para monitoreo.

##### **Confiabilidad.-**

Hernández et al (2003), Mencionan que la veracidad de un instrumento de obtención de datos; se siempre y cuando nos van a plantear su aplicación de la reiteración del mismo sujeto que general casi iguales resultados. Se va a utilizar el recojo de información que va a ser proporcionado por la empresa (Fuentes Secundarias) la cual, va a proporcionar datos exactos y verídicos de la situación actual de la organización, los cuales van a ser proporcionados en Libros de Excel para el análisis respectivo

## 2.5 Métodos Y Análisis De Datos

### 2.5.1 Métodos

#### 2.5.1 Construcción de biodigestores

Se construirán 4 biodigestores en tanques cilíndricos de plástico de 80 litros de capacidad con dimensiones de 36 cm de diámetro y 76 cm de altura, tomando como referencia a Castillo (2012).

Los materiales a utilizar se detallan a continuación en la tabla:

**Tabla N° 1,** Materiales necesarios para la construcción del biodigestor

	Material	Cantidad	Precio
General	Cilindro de plástico de 80 Litros	4	120
	Teflón pack de 5	3	21
	Aplicador de Silicona	1	15
	Silicona negra de alta resistencia	5	35
	Taladro y accesorios	1	240
	Cámara de llanta de bicicleta	4	8
	Lija	4	8
	Hoja de sierra	1	4
	Huinchas métricas de 5 m	1	15
	Tarraja Múltiple	1	9
	Desarmador plano	1	4
Biol	Niple de PVC 1" x 2"	4	20
	Contratuercas de 1"	4	32
	Empaquetadura de 1"	4	8
	Válvula esférica de 1"	4	24
	Adaptador de 1"	4	5
Homogenizador	Niple de PVC 1" x 16"	8	32
	Contratuercas de 1"	8	40
	Empaquetadura de 1"	8	16
	Tubo de PVC 1/2" x 80 cm	4	36
	Tee de PVC de 1/2"	4	12
	Codos de PVC de 1/2"	8	24
	Tapón hembra de 1/2"	12	36
	anillo reductor de 1" a 3/4"	4	20
Viaje	Botellas de plásticos	4	5
	Comida por 10 días	10	200
	Hotel por 10 días	10	600
	Movilidad por 10 días	10	100
	Pasaje de Oyón - Lima por 6 vueltas	6	150
	Pasaje de Lima – Oyón	6	150
Total			1989

Fuente: Elaboración Propia



**Imagen 1.** Compra de materiales para construcción de biodigestores

Un taladro se procederá a realizar un agujero de 1" de espesor a 26 cm desde la base de cada biodigestor para acoplar piezas con el fin de que sea la salida del biol; por otro lado, en la parte superior de cada tanque también se realizará dos agujeros: uno de  $\frac{1}{2}$ " de espesor que servirá para la salida del biogás y otro de 1" para el homogenizador.

Para el agujero correspondiente a la salida del biogás se usará un niple de PVC de  $\frac{1}{2}$ " que se pegará a la parte de la tapa de cada biodigestor con silicona y teflón para evitar fugas del biogás, además de que se colocará una tuerca y contratuerca para cada niple a colocar en los tanques. En el exterior de la tapa, se colocará una válvula esférica de  $\frac{1}{2}$ " a la que también se le acoplará un niple de PVC donde se le colocará un adaptador de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{1}{4}$ " para la manguera de gas por ambos lados, esta manguera será una negra para alta presión y se asegurará con abrazaderas de  $\frac{1}{4}$ ". En la parte superior de esta manguera se colocará el adaptador de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  seguida de una válvula esférica de  $\frac{1}{2}$ " uniendo una punta manguera de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{8}$  para la incorporación de los flotadores.

Por otro lado, para la salida del biol se colocará un niple de 1" x 1" de longitud que será ajustado con tuercas (parte interior) y contratueras (parte exterior) para así poder colocar la válvula esférica de 1" que se unirá a un adaptador de 1".

Finalmente, para la instalación del homogenizador, se colocará un niple de 1" por 40 cm de largo en la tapa de cada biodigestor con el uso de tuercas y contratueras; en el interior de este niple se colocará un tubo de ½" que se conectará a una Tee y dos niples de PVC con 10 cm de largo para cada uno que tendrán un codo en cada lado y otro niple de PVC de 5 cm para cada extremo para formar una T invertida, en cada extremo se colocarán tapones hembra para evitar almacenamiento de sustrato dentro de los orificios de los niples. Para la parte superior se colocará un anillo reductor de 1" a ¾" el que permitirá el movimiento del agitador cada vez que se necesite homogenizar la muestra, considerando que cada vez que no se homogenice la muestra la unión entre el tubo agitador con el anillo reductor se sellará con cinta teflón.



**Imagen 2.** Construcción de los Biodigestores

Para las uniones de todos los accesorios mencionados se colocará cinta teflón y posteriormente se sellará con silicona para evitar cualquier tipo de fuga. Antes del llenado de los biodigestores se realizará un llenado con agua para identificar cualquier fuga.

Posteriormente una vez armado los biodigestores serán alimentados con las siguientes proporciones como se indica en la tabla N° 2.

**Tabla 2.** Porcentaje de Restos de Trucha y Estiércol de porcino por tratamiento.

Tratamiento	Restos de Trucha	Estiércol porcino
T1	100%	0%
T2	25%	75%
T3	50%	50%
T4	75%	25%

Fuente: Elaboración Propia.

Cada uno de estos biodigestores serán medidos cuando el proceso de fermentación termine.



**Imagen 3.** Carga de Biodigestores

Para cada uno de los tratamientos se realizarán los ensayos fisicoquímicos mencionados en la siguiente tabla N° 3.

**Tabla 2.** Parámetros medidos en la investigación

	T1	T2	T3	T4	
N, P, K, Ca, Na, Mg	2	2	2	2	
Coliformes Totales, Coliformes Fecales	1	1	1	1	
Crecimiento de Alfalfa	2	2	2	2	
<b>Total</b>	5	5	5	5	20

### **Toma de muestras inicial**

Previo a colocar los tratamientos se considerará dentro del cálculo de preparación un exceso de 1 L más en cada tratamiento para poder recolectar las muestras que se analizarán en el laboratorio el día del inicio del proyecto, es por eso que se prepararán las muestras en función a lo equivalente en la tabla. Tabla tratamientos considerando 1 litro de exceso para toma de muestras iniciales con sus respectivas cargas en Litros y kilogramos.

**Tabla 4** Cantidades para cada biodigestor

Tratamientos	Restos de Trucha (Kg)	de Estiércol porcino (kg)	de Agua (L)
T1	25	-	40
T2	6.25	18.75	40
T3	12.5	12.5	40
T4	18.75	6.25	40

Fuente: Elaboración propia

Es importante recalcar que la recolección de las muestras se hará una vez ocurrida la mezcla de los tratamientos para poder recolectar 1 Litro de la mezcla de manera homogénea.

## **Ensayos Físico-químicos**

Para la realización de las tomas de muestra para los análisis iniciales a realizar presentes en la tabla, comenzarán con el retiro de la cantidad de 1L de la muestra homogenizada mediante el uso de una jarra graduada y se colocará lo equivalente a 500mL en un frasco de vidrio por cada tratamiento para su posterior distribución al laboratorio del departamento de agronomía de la Universidad Agraria La Molina, esta se realizará colocando los frascos en un cooler con bolsas de gel refrigerante para mantener una temperatura menor a los 6° C y conservar la muestra (EPA, 2014).

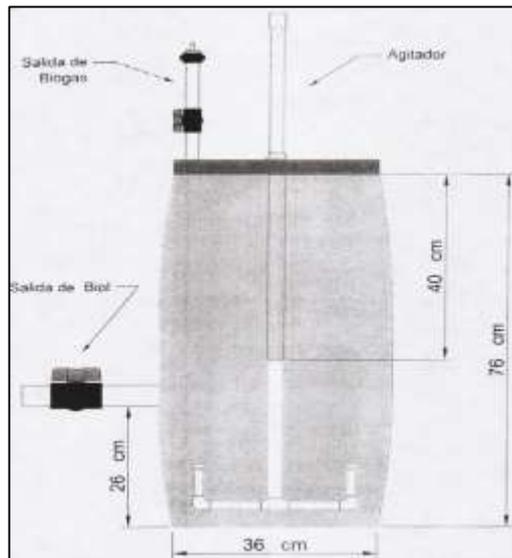
Debido a que se trata de una muestra inicial al tratamiento se hará un análisis de los 4 tratamientos (Cañote, 2012).

Se considerará dentro del litro extraído para la toma de muestra una cantidad de 500 ml por tratamiento para cualquier percance que ocurra durante el almacenamiento de las muestras en los coolers.

## **Diseño de los biodigestores**

El proyecto se realizará mediante la implementación de reactores tipo Batch de régimen discontinuo, es decir una sola carga a escala piloto.

Como se observa en la figura, el esquema del biodigestor se realizará con las medidas propuestas por Castillo (2012), que usó ese diseño para la elaboración de biogás y biol de una sola carga usando codornaza y gallinaza de granjas avícolas, de los cuales obtuvo resultados satisfactorios.



*Figura 1:* Esquema del Biodigestor  
Fuente: Castillo (2012)

### **Volumen y carga**

Si se tiene un volumen total de biodigestores de 80 L el volumen al 80% será de 64 L ya que cada tanque debe tener un espacio libre aproximado de 10 a 20 cm en el borde superior al recipiente (Restrepo, 2001), de las cuales se retirarán lo equivalente a 1 L para el análisis de muestras inicial, teniendo como resultado las distribuciones finales de los tratamientos con un total de 64 Litros para cada uno.

Una vez realizada la carga de los biodigestores se procederá a homogenizar cada 15 minutos los biodigestores durante una hora para asegurar un buen contacto del sustrato con la actividad microbiana (Castillo, 2012).

Finalmente, se procederá a cerrar las tapas de cada biodigestor con llantas de bicicletas para asegurar un cerrado hermético.

### **Medición de Parámetros de operación y control**

#### **Temperatura y pH**

La temperatura interna del biodigestor y el pH se medirán dos veces por semana, itinerancia por Castillo (2012). La medición de estos dos parámetros se realizará mediante el uso de un potenciómetro de marca Hanna provisto por la empresa Buenaventura, considerando que previo a la recolección, el biodigestor será homogenizado por medio del agitador instalado en cada tratamiento y que la

recolección se realizará al momento de abrir las llaves de paso para la salida del biol en envases descartables según lo propuesto por Paucar (2015).



Imagen 4: Medidor de pH Marca Hanna

### **Análisis de los parámetros del biol**

Una vez terminado el tiempo de fermentación se tomará una muestra de 1 Litro que tendrá un filtrado previo usando telas para la separación del biol y biosol (Jiménez, 2013); este biol se procederá a colocar en envases de vidrio por cada tratamiento y se enviarán a analizar las 4 muestras al laboratorio de agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina para determinar el contenido de los análisis propuestos en la tabla.

**Tabla 2.** *Análisis a realizar al biol*

Análisis del biol
Calcio
Nitrógeno
Fósforo
Potasio
Sodio
Magnesio

## Coliformes Fecales, Totales y escherichia coli

Fuente: Elaboración Propia

### Riego con los bioles en parcelas de alfalfa w350

Se realizó el riego con los bioles de obtenidos de calidad, regando alfalfa de 40 cm de altura en parcelas de 200 metros cuadrados, se usó 200 ml de biol obtenido con 4 litros agua ya que para una hectárea se usa 1 litro de biol por mochila fumigadora (20 litros), posteriormente serán medidas las alfalfa para ver cuando cm de altura llegaron a aumentar en 15 días.



**Imagen 5.** Verificación de Alfalfa w350 en parcela



**Imagen 6.** Verificación de alfalfa w350 en parcela 2

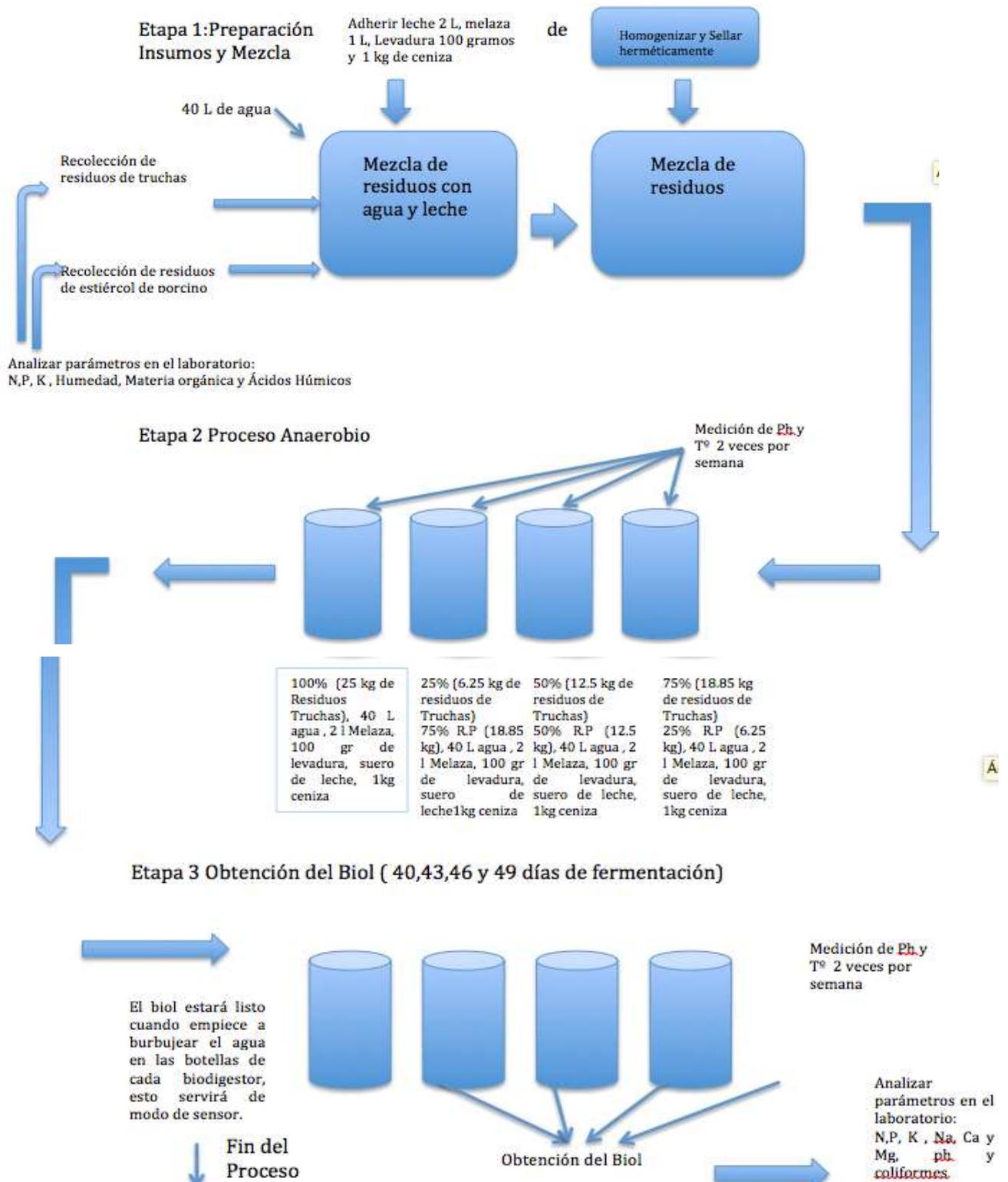


**Imagen 7.** Verificación de crecimiento de alfalfa w350



**Imagen 8.** Productor satisfecho con el crecimiento de alfalfa w350

## Diagrama de bloques de las etapas del cargado de los biodigestores



### **2.5.2 Análisis de Datos**

El trabajo contara con 4 tratamientos de los cuales se realizaran mediciones de los parámetros mencionados antes en la tabla anterior. Para el caso de la investigación se considerará como unidad experimental a los biodigestores, ya que la unidad experimental es aquella a la que se le aplica el tratamiento.

La validación estadística se realizará mediante el programa SPSS, brindado por la compañía de minas Buenaventura y se realizarán análisis ANOVA para la comprobación de las hipótesis planteadas.

### **2.6 Aspectos éticos**

La presente investigación mostrara resultados propios de la investigación, que estos pueden ser verificados, utilizando la metodología planteada, además la metodología e instrumentos fueron validados por un juicio de expertos en el tema y los datos obtenidos de las pruebas de laboratorios fueron elaborados por laboratorios certificados.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1 Control de Temperatura

**Tabla 3.** Control de Temperatura en el Biodigestor

	100%	25/75	50/50	75/25
Día	Control 1	Control 2	Control 3	Control 4
15/09/17	19	18	19	19
19/09/17	21	21.8	22	21.4
22/09/17	22.4	23	24	24.8
26/09/17	25	24.4	26.3	25.4
29/09/17	25.7	25	27.5	27.9
3/10/17	26	25.4	28.3	29
6/10/17	26.8	26.6	28.9	29.3
10/10/17	28.2	28.5	29.7	30.3
13/10/17	29	28.9	30.4	30.8
17/10/17	32	30	31.4	31
21/10/17	33	31.8	32.4	31.8
25/10/17	33.4	32.5	33.1	32.6

Fuente: Elaboracion Propia

**Interpretación:** En la siguiente tabla 3 de control de temperatura en el biodigestor se aprecia la variación de temperatura del sustrato del biodigestor que fueron tomados después de los 8 días que se realizó la carga hasta el término de la experimentación. Las mediciones se realizaron dos veces por semana siendo los días martes y viernes respectivamente. La temperatura aumenta según el avance de la experimentación, se identificó una temperatura mínima de 18° C siendo este el tratamiento 2, y una temperatura máxima de 33.4 °C siendo el tratamiento 1. Ver gráfica de la variación de temperatura en anexo de gráfica 1.

### 3.2 Control de pH

**Tabla 4:** Control de pH en los biodigestores

	100%	25/75	50/50	75/25
Día	Control 1	Control 2	Control 3	Control 4
8/09/17	6.49	6.54	6.32	6.68
12/09/17	6.5	6.58	6.38	6.71
15/09/17	6.55	6.65	6.46	6.73
19/09/17	6.57	6.69	6.47	6.74
22/09/17	6.74	6.73	6.78	6.67
26/09/17	6.83	6.91	6.74	6.85
29/09/17	6.97	7.02	7.03	7.12
3/10/17	7.09	7.08	6.96	7.05
6/10/17	6.95	6.94	6.84	6.95
10/10/17	6.85	6.86	6.78	6.84
13/10/17	6.73	6.62	6.52	6.73

17/10/17	6.68	6.57	6.45	6.64
21/10/17	6.66	6.5	6.33	6.57
25/10/17	6.52	6.44	6.28	6.32

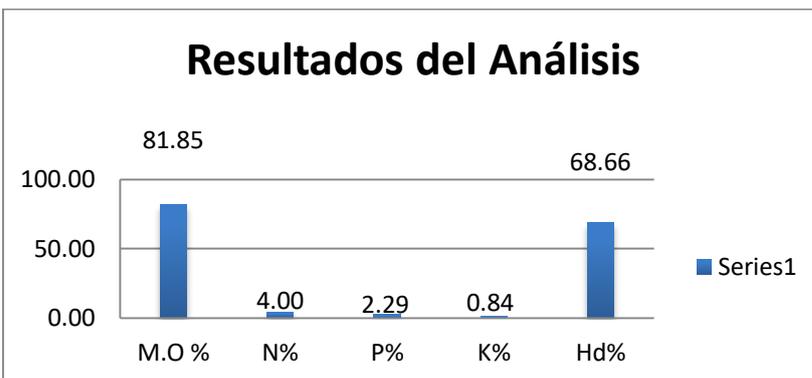
Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** En la siguiente tabla 4 de control de ph ,se observa la variación del Ph de los diferentes tratamientos, estos se tomaron desde la carga del biodigestor hasta el final del proceso de fermentación, podemos observar que los valores que fueron tomados son muy cercanos a ph 7 y que disminuyen al transcurrir los días

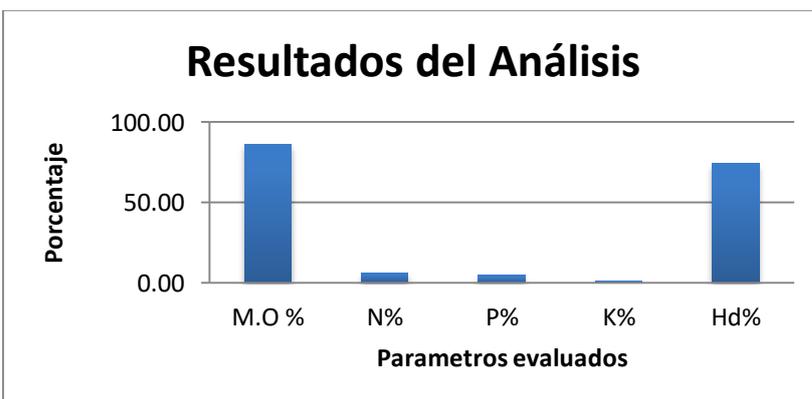
Ver gráfico 2 variación de ph en anexo de gráfico 2.

### 3.3 Análisis de Residuos de Truchas y Estiercol de Porcino

**Gráfico 3: Resultado de análisis de estiércol de porcino.**



**Gráfico 4: Resultado de análisis de residuos de trucha**



### 3.4 CANTIDAD Y ANÁLISIS DE BIOL

**Tabla 5.** Cantidades de bioles obtenidos

Proporción	Cantidades de Biol Obtenido		Unidad
100% truchas	Biol T1	48	Litros
25% truchas-75% estiércol	Biol T2	44	
50% truchas-50% estiércol	Biol T3	43	
75% truchas-25% estiércol	Biol T4	47	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6.** Resultados de análisis de biol

BIOL	N (mg/l)	P (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Na (mg/l)	Mg (mg/l)
BIOL T1	3801	784.2	524.18	3048.85	536.25	123.16
	3813	756.2	538.5	2894.2	548.12	133.24
BIOL T4	3493.2	730.45	521.56	2532.17	510.34	131.8
	3551.3	728.53	523.67	2496.56	508.41	127.84
BIOL T3	3203.64	708.64	518.83	2263.83	509.43	125.69
	3197.56	712.83	521.98	2198.43	511.49	128.62
BIOL T2	3192.83	709.34	516.12	2248.63	507.64	125.98
	3185.93	710.59	519.35	2196.64	508.43	126.31

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 7.** Promedio de los resultados de análisis de biol

BIOL	N (mg/l)	P (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Na (mg/l)	Mg (mg/l)
BIOL T1	3807	770.2	531.34	2971.525	542.185	128.2
BIOL T4	3522.25	729.49	522.615	2514.365	509.375	129.82
BIOL T3	3200.6	710.735	520.405	2231.13	510.46	127.155
BIOL T2	3189.38	709.965	517.735	2222.635	508.035	126.145

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** La tabla nos muestra los resultados del laboratorio, donde el Biol T1 (100% truchas) es superior a los otros bioles donde la proporción de trucha son menores al Biol T1, el Biol T4 cuenta con mejores resultados a comparación de los Bioles T2 y T3 pero inferior que el Biol T1, mientras que los Bioles T2 y T3 tienen similar cantidad de nutrientes.

### 3.5 Análisis Bacteriológico

**Tabla 8.** Resultados bacteriológicos antes del proceso y finalizado proceso

Análisis Bacteriológicos antes del proceso		
Parámetros	Estiercol de Porcino	Viscera de truchas
Enumeración de coliformes totales	20x10 <sup>5</sup>	50x10 <sup>3</sup>
Enumeración de coliformes fecales	20x10 <sup>5</sup>	90
Enumeración de Escherichia coli	<4	<3

Resultados bacteriológicos				
BIOL	Enumeración de coliformes totales	Enumeración de coliformes fecales	Enumeración de Escherichia coli	Cantidad de Días
BIOL T1	<3	<3	<3	40 DIAS
BIOL T4	<3	<3	<3	43 DIAS
BIOL T3	<3	<3	<3	46 DIAS
BIOL T2	4	<3	<3	49 DIAS

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Para el siguiente análisis, se tomo las muestras de los diferentes bioles obtenidos y se llevaron al laboratorio microbiológico Marino Tabuso ubicado en la Universidad Nacional Agraria La Molina, el análisis que se realizó indica que los 4 tratamientos minimizaron la cantidad de microorganismos, esto se debe que durante el proceso de fermentación, las bacterias de ácido láctico impiden el crecimiento de bacterias que ocasionan la putrefacción, de esta manera reduce los coliformes totales, fecales y escherichia coli .

### 3.6 Crecimiento de la alfalfa w350 (40 cm de altura)

**Tabla 8.** Crecimiento de la alfalfa w350

BIOL	MEDIDA	Alfalfa de 40 cm	Promedio Cm
BIOL 1	MEDIDA 1	8	7.5
	MEDIDA 2	7	
BIOL 2	MEDIDA 1	2	1.7
	MEDIDA 2	2.1	

	MEDIDA 3	1	
BIOL 3	MEDIDA 1	3	2.93333333
	MEDIDA 2	3.4	
	MEDIDA 3	2.4	
BIOL 4	MEDIDA 1	6	5.6
	MEDIDA 2	5.3	
	MEDIDA 3	5.5	
SIN BIOL	MEDIDA 1	0.5	0.53333333
	MEDIDA 2	0.7	
	MEDIDA 3	0.4	

Fuente: Elaboracion Propia

**Interpretación:** Esta prueba se realizo en parcelas demostrativas de 200 metros cuadrados propiedad de uno de los beneficiarios del grupo PRA Buenaventura en el plan preparatorio de cultivo de alfalfa w350 y pastos asociados Hilario Maguiño, se aplico el biol en la alfalfa w350 con una altura de 40 cm la concentracon de 200 ml del biol procedente de cada tratamiento con 4 litros de agua en las 4 parcelas demostrativas. Despues de 15 dias se observo el crecimiento de la alfalfa w350, se observo que la parcela regada con en el biol de pura trucha tubo un crecimiento mayor en comparacion a los otros bioles obtenidos.

### 3.7 Comprobación de Hipótesis

#### HIPÓTESIS GENERAL:

Ho: El biol no se obtiene de los residuos de trucha y estiércol de porcino

Ha: El biol se obtiene de los residuos de trucha y estiércol de porcino

Al demostrar las hipótesis independientes queda demostrado automáticamente la hipótesis general.

#### ANOVA de un factor

Biol	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	7124240,667	1	7124240,667	99,121	0,001
Intra-grupos	287495,333	4	71873,833		

Total	7411736,000	5
-------	-------------	---

**ANOVA de un factor**

**Macronutrientes,micronutrientes-Coliformes totales**

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	704015008,167	1	704015008,167	8,893	0,041
Intra-grupos	316666669,333	4	79166667,333		
Total	1020681677,500	5			

**ANOVA de un factor**

**Crecimiento de alfalfa W350**

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	22,815	1	22,815	11,360	0,028
Intra-grupos	8,033	4	2,008		
Total	30,848	5			

**Podemos concluir que:**

Efectivamente el biol de mejor calidad se obtiene de los residuos de trucha y estiércol de porcino

**HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1:**

Ho: A partir de las proporciones optima de restos de truchas y estiércol de porcino no se obtiene 38 - 41 litros de biol.

Ha: A partir de las proporciones optima de restos de truchas y estiércol de porcino se obtiene 38 - 41 litros de biol.

**Hipótesis Estadísticas**

Ho:  $u_1 = u_2$

Ha:  $u_1 > u_2$

**Dónde:**

$u_1$ : Promedio de cantidades de biol obtenido con proporción óptima de residuos de truchas y estiércol de porcino es menor a 38 litros.

$u_2$ : Promedio de cantidades de biol obtenido con proporción óptima de residuos de truchas y estiércol de porcino es mayor a 38 litros.

**Nivel de Confiabilidad:**

El nivel de confiabilidad de la investigación es del 95%.

Siendo el nivel de significancia del 5%.

( $\alpha = 0.05$ )

**Estadígrafo de Contraste**

El estadígrafo de contraste es ANOVA, por que se requieren comparar el promedio de las cantidades de biol menor y mayor a 38 – 40 litros.

**Cálculos estadísticos:**

El cálculo del estadístico ANOVA se utilizará el software estadístico SPSS versión 23 para las variables teniendo como resultado:

Cantidad de Biol	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	7124240,667	1	7124240,667	99,121	0,001
Intra-grupos	287495,333	4	71873,833		
Total	7411736,000	5			

**Conclusión**

De los cálculos obtenidos en el SPSS Ver 23 se obtiene un valor  $p=0.001$  al comprar los promedios de las cantidades de biol menor y mayor a 38 – 40 litros; pudiendo

rechazar la hipótesis nula y aceptamos la alterna, demostrando que la proporción óptima de residuos de truchas y estiércol de porcino permite obtener 38 – 40 litros de un biol de calidad.

### **HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2:**

Ho: Las propiedades químicas y bacteriológicas no son necesarios para obtener un biol.

Ha: Las propiedades químicas y bacteriológicas son necesarios para obtener un biol.

### **Hipótesis Estadísticas**

Ho:  $u_1 = u_2$

Ha:  $u_1 \neq u_2$

### **Dónde:**

$u_1$ : Promedio de N, K, Mg, Na, Ca, Escherichia coli, coliformes fecales y coliformes totales en los residuos orgánicos de trucha y estiércol de porcino antes del tratamiento.

$u_2$ : Promedio de , K, Mg, Na, Ca, Escherichia coli, coliformes fecales y coliformes totales en los residuos orgánicos de trucha y estiércol de porcino después del tratamiento

### **Nivel de Confiabilidad:**

El nivel de confiabilidad de la investigación es del 95%.

Siendo el nivel de significancia del 5%.

( $\alpha = 0.05$ )

## Estadígrafo de Contraste

El estadígrafo de contraste es ANOVA, por que se requieren comparar el promedio de coliformes totales en los residuos orgánicos de trucha y estiércol de porcino antes del tratamiento antes y después del tratamiento.

## Cálculos estadísticos

El cálculo del estadístico ANOVA se utilizará el software estadístico SPSS versión 23 para las variables teniendo como resultado:

Coliformes totales					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	704015008,167	1	704015008,167	8,893	0,041
Intra-grupos	316666669,333	4	79166667,333		
Total	1020681677,50	5			
	0				

## Conclusión

De los cálculos obtenidos en el SPSS Ver 23 se obtiene un valor  $p=0.041$  al comprar los promedios de N, K, Mg, Na, Ca, Escherichia coli, coliformes fecales y coliformes totales en los residuos orgánicos de trucha y estiércol de porcino antes y después del tratamiento; pudiendo rechazar la hipótesis nula y aceptamos la alterna, demostrando como N, K, Mg, Na, Ca, Escherichia coli, coliformes fecales y coliformes totales son necesarias para obtener un biol de calidad.

## HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3:

Ho: Mediante el crecimiento de la alfalfa Medicago Sativa L. no se puede evaluar la calidad agronómica del biol obtenido en parcelas demostrativas.

Ha: Mediante el crecimiento de la alfalfa Medicago Sativa L. se puede evaluar la eficacia del biol obtenido en parcelas demostrativas.

## Hipótesis Estadísticas

Ho:  $u_1 = u_2$

Ha:  $u_1 \neq u_2$

## Dónde:

$u_1$ : Promedio de crecimiento de la alfalfa W350 sin uso de biol

$u_2$ : Promedio de crecimiento de la alfalfa W350 con uso de biol

## Nivel de Confiabilidad:

El nivel de confiabilidad de la investigación es del 95%.

Siendo el nivel de significancia del 5%.

( $\alpha = 0.05$ )

## Estadígrafo de Contraste

El estadígrafo de contraste es ANOVA, por que se requieren comparar el crecimiento de la alfalfa W350 sin y con uso de biol.

## Cálculos estadísticos

El cálculo del estadístico ANOVA se utilizará el software estadístico SPSS versión 23 para las variables teniendo como resultado:

Crecimiento de alfalfa W350					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	22,815	1	22,815	11,360	0,028
Intra-grupos	8,033	4	2,008		
Total	30,848	5			

## **Conclusión**

De los cálculos obtenidos en el SPSS Ver 23 se obtiene un valor  $p=0.028$  al comparar el crecimiento de la alfalfa W350 sin y con uso de biol, determinando que mediante el crecimiento de la alfalfa W350 si se puede evaluar la eficacia del biol obtenido en parcelas demostrativas.

#### **IV. DISCUSIÓN**

- De los resultados obtenidos en esta investigación, se identificó que los residuos de las vísceras de truchas tienen mejor composición que los residuos de estiércol de porcino, esto corrobora la investigación dada por Cañote (2012), que señala que el biol a partir de excretas de vaca es superior al biol en calidad producido de porcino por su baja composición de nutrientes.
- Soethe (2008) especifica que la mejor proporción entre vísceras y estiércol de porcino es 50-50 para un biol con alto contenido de nutrientes, a diferencia de esta investigación donde mediante análisis de laboratorio se comprobó la mayor cantidad de nutriente en el biodigestor que solo contenía vísceras de truchas.
- En la presente investigación se observó que uno de los factores que favorecen a la producción de biol de calidad son las condiciones climatológicas debido a que este proceso requiere de radiación solar para su fermentación, con esto se afirma la teoría dada por Cepero (2012), donde afirma que las condiciones climatológicas son un factor clave para la producción de bioabonos fermentados.
- Salam (2009) indica que la temperatura en un biodigestor de tipo lo Batch oscila entre los 18 a 38 grados, en esta investigación se encontró una temperatura mínima de 19 y una máxima hasta la fecha de 30 grados confirmando esta teoría con esta investigación.
- En la presente investigación podemos apreciar que los niveles de pH aumentan pero con el transcurrir de los días estos bajan y tienden a seguir bajando con el pasar de los días, esto corrobora lo expuesto por Cárdenas (2009) en el cual nos afirma que al inicio del proceso de fermentación se genera gran cantidad de ácido orgánico en los biodigestores gracias a las bacterias acidogénicas y puede bajar los niveles de pH pero a medida que el proceso de fermentación avanza, la cantidad de amoníaco aumenta gracias a las bacterias catabolizadoras de proteínas.

- Carrasco (2008) afirma que las bacterias que producen ácido láctico impiden el crecimiento los microorganismos que ocasionan putrefacción, por lo tanto reducen la presencia de coliformes fecales, coliformes fecales y escherichia coli <3 NMP/ml, en esta investigación la cantidad de microorganismos fue disminuida debido al proceso de biodigestion corroborando de esta forma la teoría del autor.

## **V. CONCLUSIONES**

- Se logró obtener un biol de calidad a partir los restos de trucha arco iris y estiércol de porcino, usando insumos como melaza, suero de leche, levadura en un biodigestor de tipo batch implementado en la piscigranja Don Osorio.
- El biodigestor con la proporción de 100% de restos de trucha obtuvo una mayor cantidad de nutrientes lo que le permitió obtener mejores resultados en producción de un biol de calidad.
- No se determinó la cantidad de biogás debido a que esta investigación se enfocó en la calidad del biol.
- Se evaluó la calidad del biol producido a partir de restos de trucha arco iris y restos de estiércol de porcino. Los bioles obtenidos fueron caracterizados de la siguiente manera, tratamiento T1 (restos de trucha), T2 (25% restos de truchas y 75% estiércol de porcino), T3 (50 % residuos de truchas y 50% residuos de porcino) y T4 (75% residuos de truchas y 25% residuos de estiércol de porcino), siendo demostrado a travez de los análisis realizado que el Biol T1 tiene mayor cantidad de nutrientes como también menor cantidad de agentes bacteriológicos.
- La fermentación anaeróbica se dio a temperaturas en un rango entre 29°C y 38°C.
- El biol obtenido en los 4 biodigestores obtuvieron una buena composición de macronutrientes y micronutrientes que podrían ser aprovechadas como fertilizante líquido, considerando el biol de 100% de truchas el de mejor calidad debido a su cantidad de nutrientes frente a los otros bioles obtenidos.
- El biodigestor T1 que contenia 100% truchas produjo la mayor cantidad de biol siendo 48 litros , mientras el biodigestor T3 produjo la menor cantidad de biol siendo esta 43 litros ; los biodigestores T2 y T4 produjeron 44 y 47 litros respectivamente.
- Los bioles obtenidos registraron disminución en cantidad de coliformes totales, fecales y *schierichia coli*, se identificó que el biol procedente de

truchas tiene a minimizar mayor cantidad de coliformes totales, fecales y *schierichia coli* frente al biol con mayor cantidad de estiércol de porcino.

- El crecimiento de la alfalfa w350 aumento notoriamente gracias al biol, se identificó un aumento de 8 cm de altura con el biol de 100% truchas en 15 días, en cambio el crecimiento de la alfalfa sin biol fue de 0.53 cm en 15 días, cabe resaltar que estos datos fueron tomados en la parcela demostrativa y en temporada de lluvia.
- Los resultados de esta investigación serán de mucha utilidad para la formulación de proyectos de mayor envergadura que implique el reaprovechamiento y/o valorización de los residuos pesqueros proveniente del proceso de acuicultura como también de la crianza de cerdos en zonas alto andinas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Tener una buena fuente en la construcción de los biodigestores, para poder evitar las fugas de gas producido en el proceso, y también la inserción de oxígeno.
- Tener los equipos de medición como el oxímetro calibrados adecuadamente ya que si no tendríamos datos erróneos.
- Realizar los análisis de nitrógeno, materia orgánica, humedad, potasio, fosforo en el estiércol de porcino y residuos de truchas, para determinar su influencia en el proceso de fermentación.
- Se recomienda un estudio y análisis de la utilización de agua de ríos o lagunas, previamente tratadas, para la reducción de la carga de patógenos.
- Evaluar la factibilidad técnico/económica de producir abono orgánico líquido a partir de restos de trucha y estiércol de porcino a mayor escala.

## REFERENCIAS

1. ARCADIO, Jesús, AGUSTIN, Miguel, USUNA, Esteban, MACIAS, Hilario. *El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero*. RCHSZ [en línea]. Agosto 2013 [fecha de consulta: 12 de abril del 2017]  
Disponible en: <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/r.rchsza.2012.06.022.pdf>
2. Carlos Soethe, Geovan, *Aprovechamiento de masa de tilapia para producción de biogás*. Tesis (Maestría). Parana, Brasil: Universidad estatal de Oeste de Parana [fecha de consulta: 12 de abril del 2017]
3. CEPERO, L [et al]. *Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores*. Pastos y Forrajes [en línea]. 2012, vol.35, n.2, pp. 219-226. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942012000200009&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000200009&lng=es&nrm=iso).  
ISSN 0864-0394
4. Esprella Mamani, José. *Producción Biofertilizantes* [en línea]. Venezuela: Instituto universitario de Tecnología, 2012 [fecha de consulta: 11 de abril]
5. FERNANDEZ, Vadick, RODRIGUES, Liset, AQUINO, Nohemi, *Generación de energía renovable a partir del desarrollo de actividades pecuarias en el departamento de Madre de Dios*. Universidad científica del Perú [en línea]. Mayo 2014, no. 1. [Fecha de consulta: 11 de abril del 2017].  
Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5072955>  
ISSN 2222-7431
6. Hernández López, Fernando, *Obtención de biogás a partir de las algas de tipo sargassum de la playa Miramar de CD. Madero Tamaulipas*. Tesis (Maestría en energías renovables. Altamira,

Tamaulipas: Centro de Investigación en materiales avanzados, Sc-UUT

7. Jiménez Mideros, Johana, *Elaboración de abono orgánico líquido fermentado (biol), a partir de vísceras de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss), de los criaderos piscícolas de la parroquia de Tufiño*. Tesis. Tulcán, Ecuador: Universidad Politécnica estatal del Carchi. [Fecha de consulta: 12 de abril del 2017]
8. Quipuzco- Lawrence, u.; Baldeón- Wilfredo, q. 2011. *Desempeño de un biodigestor cargado con lodo séptico y excreto de cuy para la producción de biogás y biol* 2012 [fecha de consulta: 11 de abril].
9. Salam, B [et al]. 2009. Biogás de la digestión anaeróbica de residuos de pescado. Revista electrónica de educación superior. [Fecha de consulta: 12 de abril del 2017] Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/279195875>
10. FAO. 2016. *Comparación del efecto de 2 biofertilizantes líquidos a base de estiércol caprino y vacuno sobre parámetros de crecimiento de algarrobo (Prosopis juliflora (Sw.) DC.) en fase de vivero.* (en línea). Consultado el 8- abril-2011. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/509/1/998.pdf>
11. Minam 2013. Evaluación de nuevas variedades e híbridos de alfalfa. Ambato.105p.
12. Cedep.2009. Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso de fermentación anaeróbica para producción de biogás. (en línea). Consultado 30 abril- 2010. Disponible en <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/18545.html>

13. Fondepes. 2014, *Beneficios de la alfalfa y truchas*. (en línea). . Consultado 30-abril-2010. Disponible en <http://www.botanical-online.com/medicinalsalfalfa.htm>
14. Black .1982. *Abono líquido*. (en línea). Consultado 19-mayo- 2010. Disponible en [www.cepac.org.bo/moduloscafe/.../Conf%20Biofermentadores.pdf](http://www.cepac.org.bo/moduloscafe/.../Conf%20Biofermentadores.pdf)
15. Lewis. 1991. *Alfalfa*. (en línea). Consultado 29-septiembre-2011. Disponible en [www.biblioteca.org.or/libros/210137.pdf](http://www.biblioteca.org.or/libros/210137.pdf).
16. Bermudez, A. 1989. *Pastos y forrajes*. Universitaria. Universidad Central del Ecuador. 356P.
17. Berra, Fink. 1997. *Biol.* (en +línea). Consultado 10-junio- 2012. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/forrajes/alfalfa/alfalfa2.htm>
18. Maroto. 2010. *El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador*. Quito. Banco Central del Ecuador 210 p
19. De la Fuente. 2007. *Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro*. Quito. 654p.
20. Guelto. 2015. *El biol.* (en línea). Consultado el 20-marzo- 2010. Disponible en <http://www.tqc.com.pe/uploads/fichas/agricola/biol.pdf>.
21. El Pegario de la pesca. 2008. Consultado el 18- diciembre- 2011. Disponible en <https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:SWMjLH0oe1UJ:www.cofenac.org/documentos/Efecto-del-Biol.pdf+aplicacion+bioles>.

22. Karen. 2010. *El biol fuente de fitoestimulantes en el desarrollo agrícola*. Cochabamba, Bol, UMSS-GTZ. 23 p.
23. Asociación de argentinos de producción. *Caracterización del suelo y clima del Cantón Salcedo*
24. Maron. 2010, *Comparación de diferentes métodos de bioles en uso de una pastura de alfalfa con vacas lecheras*. (en línea). Consultado 17-abril-2010. Disponible en <http://agrarias.tripod.com/forrajeras.htm>
25. Michael. 2014. *Proyecto Fontagro* (en línea). Consultado 10-junio-2010. disponible en <http://biol.obolog.com/terreno-ideal-cultivo-biol-295876>
26. Restrepo. 2007. *El biol* (en línea). Consultado 17-abril-2010. Disponible en [www.promer.cl/agronegocios/biblioteca](http://www.promer.cl/agronegocios/biblioteca)
27. Lozana. 2014. *Biol, tecnología limpia*. Argentina. 211p.
28. Paucar 2015. *Aprovechamiento, biol y biogas*. Tercera edición. Castello.Madrid. Ediciones Mundi-prensa. 380 p.
29. Cuchillo. 2015. *Aplicación foliar del fitoestimulante biol al cultivo de crisantemo*. Ambato. 103 p.
30. Sagarpa. 2017. *Biol, estimulante foliar* (en línea). Consultado 20 de mayo del 2010. Disponible en <http://www.produccion%20de%20Alfalfa.com>.

31. Trujillo. 2011. *Producción y manejo de Biól y biogas*. (en línea). Consultado 10- abril- 2011. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/produccionymanejodebiolbiogas.pdf>
32. Castillo. 2012. *Breve introducción al biogas*. (en línea). Consultado 10- diciembre- 2011. Disponible [http:// bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen)
33. Corona. 2007. *Los biodigestores campesinos una innovación para el aprovechamiento de los recursos orgánicos*. (en línea). Consultado 30-marzo -2010. Disponible en [http://www.leisa.info/index.php?url=getblob.hp&o\\_id=75455 &a\\_id=211&a\\_seq=0](http://www.leisa.info/index.php?url=getblob.hp&o_id=75455&a_id=211&a_seq=0)
34. Martínez. 2012. *Producción y utilización de pastizales con biól en la región interandina del Ecuador*. Quito, Ecuador. 540 p.

## **ANEXOS**

## MATRIZ DE OPERACIONALIDAD

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Niveles o rangos
<b>Variable Independiente:</b>	Residuos de truchas(vísceras, aletas, cabezas), y estiércol de porcino generado por la crianza y comercialización de cerdos y truchas en el lugar	Se determinara la cantidad o porcentaje optimo analizando los parámetros fisicoquímicos de los residuos a fermentarse	Porcentaje de residuos de truchas y estiércol de porcino	Porcentaje (Trucha)	%	Razón
<b>Residuos de trucha arco iris y estiércol de porcinos</b>				Porcentaje (Porcino)	%	
<b>Variable Dependiente:</b>	Abono líquido fermentado que se produce a partir de la fermentación de residuos orgánicos mediante proceso anaerobio con buen cantidad de propiedades químicas y bacteriologicas	Obtención de biol con altos niveles de nutrientes y con bajo nivel de Coliformes y ensayo en parcela usando alfalfa w350 dormante.	Cantidad de biol	Litros	L	Razón
<b>Abono orgánico liquido fermentado Biol</b>			Propiedades químicas	N, P, K, Ca, Na, Mg	mg/L	
			Propiedades bacteriológicas	Escherichia coli, Coliformes fecales y coliformes totales	NMP/g	
			Eficiencia de crecimiento en alfalfa w350	Centímetros	Cm	

Fuente: Elaboración Propia

**ANEXO 2 Instrumentos:**

Ficha de recojo de toma de datos de problemática				
Lugar				
Actividad	Residuos que generan	Problemas encontrados en la piscigranja	Posibles medios de Solución	
1-	1-	1-	1-	1-
2-	2-	2-	2-	2-
3-	3-	3-	3-	3-
4-	4-	4-	4-	4-
5-	5-	5-	5-	5-



SAC Gamarra  
DNI: 07652151



Miguel Casaliwo  
DNI: 06631925



Jue Naktun  
DN: 01066653

## Ubicación de la Piscigranja



Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 3 Instrumentos:**

**Ficha de cantidad de residuos recaudado y llevado a laboratorio**

Lugar:

Residuos Generados	
Residuos de truchas	
Estiercol de porcino	
Rastrojos de alfalfa	

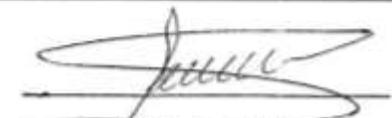
Residuos	Cantidad
residuos de truchas	
estiercol de porcino	

Nota:

De los cuales, 1 kg de residuos de truchas y 1 kg de estiércol de porcino serán enviados al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina y se identificara la cantidad de nutrientes de las muestras.

  
Isaac Gamorra  
DNI: 07552151

  
Miguel Casabianca  
DNI: 06631725

  
Simeon Wacayo  
DNI: 01066653

## FICHA DE REGISTRO DE ANALISIS DE LABORATORIO DE MATERIA ORGANICA (ESTIERCOL DE PORCINO)

SOLICITANTE :

PROCEDENCIA :

MUESTRA DE :

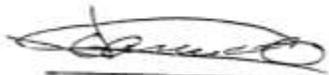
REFERENCIA :

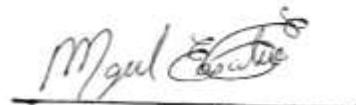
BOLETA :

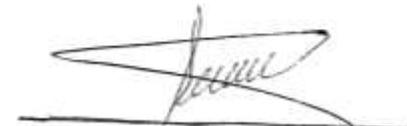
FECHA :

Nº LAB	CLAVES	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	Hd %

Nº LAB	CLAVES	Acido Húmico %	Ácidos Fúlvicos %	Humina %

  
Isaac Gamero  
DNI: 07552151

  
Miguel Casalino  
DNI: 06031725

  
Iñigo Moya  
DNI: 01066653

## FICHA DE REGISTRO DE ANALISIS DE LABORATRIO DE MATERIA ORGANICA (RESTOS DE TRUCHA)

SOLICITANTE :

PROCEDENCIA :

MUESTRA DE :

REFERENCIA :

BOLETA :

FECHA :

Nº LAB	CLAVES	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	Hd %

Nº LAB	CLAVES	Acido Húmico %	Ácidos Fúlvicos %	Humina %



Isaac Gamara  
DNF: 07552151



Miguel Corolina  
DNF: 06631125



Jave Nickayo  
DNI: 01066653

ANEXO 3 Instrumentos:



Isaac Gamaliel  
DNE - 07052151

Miguel Cosentino  
DNE : 06631725

Jose Nolasco  
DNE - 01066677

ANEXO 4 Instrumentos:

INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE  
MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE :  
PROCEDENCIA :  
MUESTRA DE :  
REFERENCIA :  
BOLETA :  
FECHA :

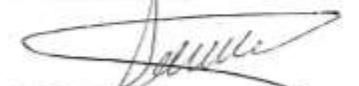
Nº LAB	CLAVES	N mg/L	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/L	K <sub>2</sub> O mg/L
678				

Nº LAB	CLAVES	Ca mg/L	Na mg/L	Mg mg/L
678				

  
Iker Garcia  
DNI: 0752151

  
Miguel Casabro  
DNI: 06031921

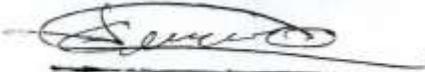
Dr. Sady Garcia Bendezú  
Jefe de Laboratorio

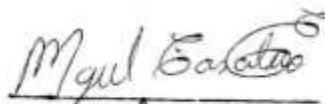
  
Sady Garcia Bendezú

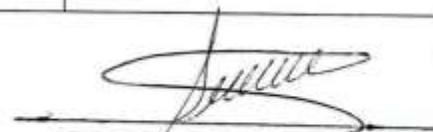
ANEXO 5 Instrumentos:

Ficha para medición de altura de alfalfa w350

BIOL	MEDIDA	Alfalfa de 40 cm	Promedio Cm
BIOL 1	MEDIDA 1		
	MEDIDA 2		
	MEDIDA 3		
BIOL 2	MEDIDA 1		
	MEDIDA 2		
	MEDIDA 3		
BIOL 3	MEDIDA 1		
	MEDIDA 2		
	MEDIDA 3		
BIOL 4	MEDIDA 1		
	MEDIDA 2		
	MEDIDA 3		
SIN BIOL	MEDIDA 1		
	MEDIDA 2		
	MEDIDA 3		

  
 Isaac Gamboa  
 DNI: 07552451

  
 Miguel Corralino  
 DNI: 0663 6925

  
 Jorge Nakayko  
 DNI: 01066623

## ANEXO 6: Panel Fotográfico



Foto1: Compra de Materiales



Foto2: Compra de Materiales



Foto 3: Compra de Materiales



Foto 4: bidón cargado con estiércol de Porcino



Foto 5: Bidón 100% trucha y suero de leche



Foto 6: Armado de Biodigestor



Foto 7: Medidor de pH Marca Hanna



Foto 8: Oxímetro Marca Hanna



Foto 9: Adición de Agua y suero de leche



Foto 10: Llenado de Biodigestor con estiércol de porcino



Foto 11: Recojo de Estiércol de Porcino



Foto 12: Levadura



Foto 13: Implementación de Sensor artesanal



Foto 14: Cerrado de Biodigestores



**Foto 15.** Verificación de Alfalfa w350 en parcela



**Foto 16.** Verificación de alfalfa w350 en parcela 2



**Foto 17** Verificación de crecimiento de alfalfa w350



**Foto 18.** Productor satisfecho con el crecimiento de alfalfa w350

## ANEXO 7: Resultados De Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MARCO DAVID DELGADO GONZALES  
PROCEDENCIA : LIMA/ OYON/ MICHIMACHAY  
MUESTRA DE : RESTOS DE TRUCHA  
REFERENCIA : H.R. 60691  
BOLETA : 823  
FECHA : 06/10/17

Nº LAB	CLAVES	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	Hd %
679		86.59	5.96	4.51	0.83	74.04

Nº LAB	CLAVES	Acido Húmico %	Acidos Fúlvicos %	Humina %
679		N.D.*	N.D.*	N.D.*

\* No detectable carbono orgánico no húmico, no fúlvico, no huminico.

  
Sady García Bendezu  
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: lab\_suelo@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE  
MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MARCO DAVID DELGADO GONZALES  
 PROCEDENCIA : LIMA  
 MUESTRA DE : BIOL T2  
 REFERENCIA : H.R. 60748  
 BOLLETA : 1061  
 FECHA : 11/10/17

N° LAB	CLAVES	M.D. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	Hd %
678		65.7	7.38	5.43	5.41	85.3

N° LAB	CLAVES	Acido Húmico %	Acidos Fúlvicos %	Humina %
678		N.D.*	N.D.*	N.D.*

\* No detectable carbono orgánico no húmico, no fúlvico, no humínico.

  
 Dr. David García Bendezi  
 Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MARCO DAVID DELGADO GONZALES  
PROCEDENCIA : LIMA  
MUESTRA DE : BIOL T4  
REFERENCIA : H.R. 80752  
BOLETA : 1061  
FECHA : 03/11/17

Nº LAB	CLAVES	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
678		3493.2	733.45	521.56

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
678		2532.17	131.8	510.34

  
Dra. Gladys Garcia Banderu  
Jefa de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MARCO DAVID DELGADO GONZALES  
PROCEDENCIA : LJMA  
MUESTRA DE : BIOL 73.1  
REFERENCIA : H.R. 60751  
BOLETA : 1061  
FECHA : 03/11/17

NP LAB	CLAVES	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
675		3197.56	712.83	521.98

NP LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
675		2196.43	126.62	511.49

  
Dr. Rudy García Bendeño  
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7600 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: lab.suelo@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MARCO DAVID DELGADO GONZALES  
PROCEDENCIA : UMA  
MUESTRA DE : BIOL T4.1  
REFERENCIA : H.R. 60753  
BOLETA : 1061  
FECHA : 03/11/17

Nº LAB	CLAVES	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
678		3561.3	728.53	523.87

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
678		2496.58	127.84	508.41

  
Dra. Lidia Garcia Bendezi  
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MARCO DAVID DELGADO GONZALES  
PROCEDENCIA : LIMA  
MUESTRA DE : BIOL T1  
REFERENCIA : H.R. 80747  
BOLETA : 1081  
FECHA : 03/11/17

N° LAB	CLAVES	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
678		3601	784.2	524.18

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
678		3048.85	123.16	536.26

  
Oscar Garcia Banderu  
Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES  
INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE  
MATERIA ORGANICA



SOLICITANTE : MARCO DAVID DELGADO GONZALES  
PROCEDENCIA : LIMA  
MUESTRA DE : BIOL T1,1  
REFERENCIA : H.R. 60747  
BOLETA : 1061  
FECHA : 03/11/17

Nº LAB	CLAVES	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
678		3813	756.2	536.5

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
678		2994.2	133.24	548.12

  
M. Sc. D. García Bendezi  
Jefe de Laboratorio



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú  
Teléfono: 6147800 anexo 274



## INFORME DE ENSAYO N°2193766- LMT

SOLICITANTE : Marco David Delgado Gonzales

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : Biol T1-T2-T3-T4

PROCEDENCIA : Oyón - Lima  
 TIPO DE ENVASE : Botella de plástico  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestra x 04 und. x 1000 ml aprox.  
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado  
 FECHA DE MUESTREO : 2017 - 10 - 26  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 10 - 27  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 10 - 27  
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 10 - 07

### RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Resultado Biol T1	Resultado Biol T2	Resultado Biol T3	Resultado Biol T4
Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	< 3	4	< 3	< 3
Enumeración de coliformes fecales (NMP/mL)	< 3	< 3	< 3	< 3
Enumeración de Escherichia coli (NMP/mL)	< 3	< 3	< 3	< 3

NOTA: El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensayo

#### Método:

International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part I, (Trad. 1988) Reimp. 2000

Editorial Acrbia

#### Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.



La Molina, 07 de Noviembre del 2017

DRA. DORIS ZÚRIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana  
y Biotecnología "Marino Tabusso"  
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

+ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe