



**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA
AMBIENTAL**

**“RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS Y BIOL A
PARTIR DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIÉRCOL VACUNO”.**

Tesis para optar al título de:
INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:
Bach. OLENKA PILAR GARAVITO RUAS

Asesor:
Ing. Luis Gomero Osorio

Lima - Perú

2018

DEDICATORIA

Te fuiste de una manera muy repentina, estuviste a mi lado durante el desarrollo de esta investigación, me diste fuerza, voluntad y paciencia para continuar frente a las dificultades que se presentaban.

Quiero dedicar esta tesis a mi abuelo, Rafael Ruas, que si bien físicamente no está conmigo, su esencia siempre estará presente por ser un grandioso padre.

Fuiste y serás la motivación para cumplir todas las metas que me proponga porque me diste la confianza para creer en mí. Te amo y hasta luego porque algún día nos volveremos a encontrar.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen por haberme guiado y brindado la fortaleza para cumplir un reto más de mi vida, a mis amigos y especialmente a mi abuelo que con su motivación y apoyo incondicional han contribuido en mi formación personal y profesional.

A la empresa Peruvian Andean Trout S.A.C. que colaboró enormemente en el desarrollo de la fase experimental de esta investigación, demostrando la excelente calidad humana que tiene la empresa y el compromiso que tiene para promover la investigación.

De manera especial al Ing. Luis Gomero Osorio, asesor de este proyecto por su preocupación para que se iniciará y concluyera con éxito esta investigación.

Gracias a todas esas personas que ayudaron directa e indirectamente a la realización de este proyecto.

INDICE

I. RESUMEN Y ABSTRACT	11
II. INTRODUCCIÓN	12
III. MARCO TEÓRICO	14
3.1 Producción de truchas en el Perú	14
3.2 Impacto ambiental de los residuos sólidos de la ganadería	15
3.3 Normativa para el manejo de residuos sólidos en el Perú	16
3.4 Restos de trucha	17
3.5 Estiércol vacuno	18
3.6 Biodigestor tipo batch	18
3.7 Proceso de digestión anaeróbica	19
3.8 Principales parámetros de operación y control	21
3.8.1 Relación carbono-nitrógeno	21
3.8.2 Temperatura	21
3.8.3 pH	22
3.9 Nitrógeno amoniacal como posible inhibidor del proceso	23
3.10 Productos obtenidos de la digestión anaerobia	24
3.10.1 Biogás	24
3.10.2 Uso del biogás	25
3.10.3 Bioabono	26
3.10.3.1 Biol	26
3.10.3.1.1 Nitrógeno	27
3.10.3.1.2 Fósforo	28
3.10.3.1.3 Potasio	28
3.10.3.1.4 Calcio	29
3.10.3.1.5 Magnesio	29
3.10.3.1.6 Sodio	29
3.10.3.1.7 Ácidos Húmicos, fúlvicos y huminas	29
3.10.3.1.8 Coliformes Fecales	30
3.10.4 Uso del Bioabono	30
IV. OBJETIVO E HIPÓTESIS	32
4.1 Objetivo General	32
4.2 Objetivos Específicos	32
4.3 Hipótesis General	32
V. MATERIALES Y MÉTODOS	33
5.1 Materiales	33

5.2	Métodos	33
5.2.1	Localización	33
5.2.2	Duración	34
5.2.3	Colecta y pretratamiento	34
5.2.3.1	Restos de truchas	34
5.2.3.2	Estiércol de vaca	35
5.2.4	Tratamientos	35
5.2.4.1	Ensayos Físico químicos	36
5.2.4.2	Análisis microbiológico inicial.....	36
5.2.5	Diseño de los biodigestores	37
5.2.5.1	Volumen y carga	38
5.2.6	Medición de Parámetros de operación y control	38
5.2.6.1	Temperatura y pH.....	38
5.2.6.2	Volumen del biogás.	39
5.2.7	Evaluación del biol producido.....	40
5.2.7.1	Determinación de coliformes fecales.....	40
5.2.7.2	Determinación de macronutrientes, ácidos húmicos, fúlvicos y huminas	41
5.3	Análisis Estadístico	43
VI.	RESULTADOS	45
6.1	Caracterización de los tratamientos	45
6.2	Comportamiento del pH y temperatura	45
6.3	Producción de biogás.....	50
6.4	Composición del biol obtenido	55
6.4.1	Macronutrientes primarios.....	55
6.4.2	Macronutrientes secundarios	62
6.4.3	Ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas.....	68
6.5	Reducción de coliformes fecales.....	74
6.6	Relación entre producción de biogás y composición del biol.	75
6.6.1	Macronutrientes primarios.....	75
6.6.2	Macronutrientes secundarios	77
6.6.3	Ácidos Húmicos, ácidos fúlvicos y huminas	80
VII.	DISCUSIÓN	83
7.1	Variación de pH y temperatura semanal	83
7.2	Variación de producción de biogás entre tratamientos	85
7.3	Variación de composición de biol entre tratamientos.....	86
7.4	Reducción de coliformes fecales.....	89

7.5	Relación producción de biogás y composición del biol.	90
VIII.	CONCLUSIONES	92
IX.	RECOMENDACIONES	93
X.	BIBLIOGRAFÍA	94
XI.	ANEXOS	101
11.1	Diseño del biodigestor.....	101
11.2	Diseño de gasómetro artesanal	104
11.3	Fotografías del procedimiento experimental	106
11.4	Cuadros de resultados promedios con coeficientes de varianza .	110
11.5	Análisis realizados por los laboratorios	112

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema del biodigestor
Figura 2.	Esquema de reacciones de la digestión anaeróbica.
Figura 3.	Distribución de los tratamientos con sus repeticiones.
Figura 4.	Fotografía final del modelo del biodigestor usado.
Figura 5.	Uso del potenciómetro para la medición los tratamientos.
Figura 6.	Comportamiento semanal del pH por tratamiento durante diez semanas.
Figura 7.	Comportamiento semanal de la temperatura por tratamiento durante diez semanas.
Figura 8.	Comportamiento semanal de la producción de biogás en litros por tratamiento durante diez semanas.
Figura 9.	Producción acumulada de biogás en litros por tratamientos durante diez semanas.
Figura 10.	Concentración promedio de nitrógeno (mg.l^{-1}) presente en cada tratamiento con su variación estadística.
Figura 11.	Concentración promedio de fósforo (mg.l^{-1}) presente en cada tratamiento con su variación estadística.
Figura 12.	Concentración promedio de potasio (mg.l^{-1}) presente en cada tratamiento con su variación estadística.
Figura 13.	Concentración promedio de calcio (mg.l^{-1}) presente en cada tratamiento con su variación estadística.

Figura 14. Concentración promedio de magnesio (mg.l^{-1}) presente en cada tratamiento con su variación estadística.

Figura 15. Concentración promedio de sodio (mg.l^{-1}) presente en cada tratamiento con su variación estadística.

Figura 16. Concentración de macronutrientes para cada tratamiento.

Figura 17. Concentración promedio de ácidos húmicos (%) presente en cada tratamiento con su variación estadística.

Figura 18. Concentración promedio de ácidos fúlvicos (%) presente en cada tratamiento con su variación estadística.

Figura 19. Concentración promedio de huminas (%) presente en cada tratamiento con su variación estadística.

Figura 20. Concentración de ácidos húmicos, fúlvicos y huminas por tratamiento.

Figura 21. Correlación de Pearson entre concentración de nitrógeno (mg.l^{-1}) y producción de biogás (L).

Figura 22. Correlación de Pearson entre concentración de fósforo (mg.l^{-1}) y producción de biogás (L).

Figura 23. Correlación de Pearson entre concentración de potasio (mg.l^{-1}) y producción de biogás (L).

Figura 24. Correlación de Pearson entre concentración de calcio (mg.l^{-1}) y producción de biogás (L).

Figura 25. Correlación de Pearson entre concentración de magnesio (mg.l^{-1}) y producción de biogás (L).

Figura 26. Correlación de Pearson entre concentración de sodio (mg.l^{-1}) y producción de biogás (L).

Figura 27. Correlación de Pearson entre concentración de ácidos húmicos (%) y producción de biogás (L).

Figura 28. Correlación de Pearson entre concentración de ácidos fúlvicos (%) y producción de biogás (L).

Figura 29. Correlación de Pearson entre concentración de huminas (%) y producción de biogás (L).

Figura 30. Esquema del gasómetro artesanal.

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Producción de trucha por región 2012
- Tabla 2. Rangos de temperatura y tiempos de fermentación anaeróbica.
- Tabla 3. Composición del biogás
- Tabla 4. Energía equivalente (valor energético) biogás vs. otras fuentes.
- Tabla 5. Ensayos físico-químicos realizados
- Tabla 6. Tabla tratamientos con sus respectivas cargas en litros y kilogramos
- Tabla 7. Análisis químico realizado a los bioles con las metodologías que usó el laboratorio propuesto.
- Tabla 8. Indicadores analizados estadísticamente durante la parte experimental y final del proyecto.
- Tabla 9. Caracterización de tratamientos.
- Tabla 10. Promedio de la variación semanal de pH por tratamiento.
- Tabla 11. Prueba de Tukey de los promedios semanales del pH de los tratamientos durante diez semanas.
- Tabla 12. Promedio de la variación semanal de temperatura por tratamiento.
- Tabla 13. Producción promedio semanal de biogás en litros por tratamiento.
- Tabla 14. Prueba de Tukey para biogás total producido.
- Tabla 15. Producción de biogás acumulado en litros por tratamiento durante diez semanas o 69 días.
- Tabla 16. Prueba de Tukey para concentración de nitrógeno.
- Tabla 17. Prueba de Tukey para concentración de fósforo.
- Tabla 18. Prueba de Tukey para concentración de potasio.
- Tabla 19. Promedios de la cantidad de macronutrientes primarios en mg.l^{-1} obtenidos por cada tratamiento.
- Tabla 20. Prueba de Tukey para concentración de calcio.
- Tabla 21. Prueba de Tukey para concentración de magnesio.
- Tabla 22. Prueba de Tukey para concentración de sodio.
- Tabla 23. Prueba de Tukey para concentración de ácidos húmicos.
- Tabla 24. Prueba de Tukey para concentración de ácidos fúlvicos.
- Tabla 25. Prueba de Tukey para concentración de huminas.
- Tabla 26. Promedios de la cantidad de ácidos húmicos, fúlvicos y huminas en porcentaje (%) obtenido por cada tratamiento.

Tabla 27. Concentración de coliformes fecales en $\text{NMP}\cdot\text{ml}^{-1}$ al inicio, intermedio y final del proyecto por tratamientos.

Tabla 28. Análisis de correlación de Pearson entre la producción de biogás y macronutrientes primarios.

Tabla 29. Análisis de correlación de Pearson entre la producción de biogás y macronutrientes secundarios.

Tabla 30. Análisis de correlación de Pearson entre la producción de biogás y ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas.

Tabla 31. Materiales necesarios para la construcción del biodigestor.

Tabla 32. Materiales necesarios para la construcción del gasómetro artesanal.

I. RESUMEN Y ABSTRACT

RESUMEN

En el presente estudio, se ha identificado la relación que existe entre la producción de biogás y biol a partir de las mezclas de restos de trucha y estiércol vacuno. Los tratamientos evaluados presentaron diferentes cantidades de estiércol vacuno T1 (seis kilogramos), T2 (12 kilogramos) y T3 (24 kilogramos) de los cuales la mayor producción de biogás y composición del biol se dio en el siguiente orden descendente T3>T2>T1>Control, siendo el tratamiento T3 el que obtuvo resultados más elevados y óptimos para ambas variables. Con respecto a la cantidad de biogás acumulado para este tratamiento se produjo un total de 159.3 litros; así mismo, la composición del biol estuvo conformada por la concentración de Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Sodio que fue 6600, 565.89, 1136.67, 1603.33, 563.33, 1408.33 mg.l⁻¹ respectivamente; además de la cantidad de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas 1.06, 1.39, 0.48 % respectivamente.

ABSTRACT

In the current study, it has been identified the relationship between biogas and biol, from trout waste and cow manure. The evaluated treatments had different amounts of manure, T1 (six kilograms), T2 (twelve kilograms) and T3 (twenty-four kilograms) of which the one with the most biogas and biol production were T3>T2>T1>Control, in descendant order, therefore being T3 the treatment which had the highest and best result for both of the variables. About the amount of accumulated biogas for this said treatment, there was a total production of 159.3 liters; and its composition was defined by concentrations of Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Calcium, Magnesium and Sodium which were 6600, 565.89, 1136.67, 1603.33, 563.33, 1408.33 mg.l⁻¹, respectively; furthermore the percentage of humic and fulvic acids, and humins were of 1.06, 1.39, 0.48 % respectively.

II. INTRODUCCIÓN

Las empresas acuícolas productoras de truchas han venido incrementando su producción en el transcurso de los años a nivel nacional en 10´500 toneladas métricas (Plan Nacional de Desarrollo Acuícola [PNDA], 2010) y con ello aumentando la generación de residuos sólidos; ya que se generan cerca del 11.4% de residuos provenientes de las actividades acuícolas cuya disposición final es en botaderos, al aire libre y en algunos casos en un relleno sanitario (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2013).

A su vez, la producción orgánica en las agroindustrias de exportación se ha incrementado a nivel nacional en un 25% con respecto al año 2014, manejándose bajo los principios de agricultura orgánica un aproximado de 607´872 hectáreas por año, que ahora requieren insumos alternativos a los fertilizantes químicos (Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA], 2015).

Debido a la alta carga orgánica que los residuos acuícolas y las excretas vacunas poseen, es posible generar subproductos que puedan ser usados y comercializados para la producción de energía y abonos, en especial para los cultivos orgánicos para su posterior exportación; uno de estos subproductos es el biogás, que representa al 0.07% de la producción de energía eléctrica a nivel nacional (Comité de Operaciones del Sistema Interconectado Nacional [COES], 2015).

Otro de los subproductos es la producción de biol, usado para aumentar la productividad de los cultivos, que actualmente es utilizado en diferentes proyectos y empresas exitosas a nivel nacional como bioagricultura casa blanca, Care- Perú y Fundo Los Tayas, que producen más de 2000 litros diarios de biol (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2011).

La presente investigación analizó la relación que existe entre la producción de biogás y biol a partir de las mezclas de restos de trucha y estiércol vacuno. Este análisis se basó en la cantidad de litros de biogás producido

por cada tratamiento y en la concentración de macronutrientes como Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Sodio así como la concentración de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, huminas y reducción de coliformes fecales que presentaron cada uno de los tratamientos analizados junto a sus repeticiones al usar un modelo de biodigestor tipo batch de régimen discontinuo.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Producción de truchas en el Perú

La producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) ha venido creciendo en los últimos 10 años, a nivel nacional, se han identificado dos sistemas de cultivo: en ambientes convencionales (mediante estanques de concreto, piedra, etc.) y en ambientes no convencionales (jaulas flotantes). Tres regiones encabezan la producción de esta especie a nivel nacional como se indica en la Tabla 1, las regiones de Puno, Junín y Huancavelica concentran el 92.99% de la producción total de truchas para el año 2012, obteniendo un total de 23, 027.46 toneladas métricas (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero [FONDEPES], 2014).

Tabla 1. Producción de trucha por región 2012

Región	Producción (TM)	Participación (%)
Puno	18,471.02	74.59%
Junín	3,412.53	13.78%
Huancavelica	1,143.91	4.62%
Cusco	438.00	1.77%
Cajamarca	328.86	1.33%
Ayacucho	240.36	0.97%
Huánuco	148.00	0.60%
Ancash	135.77	0.55%
Lima	128.32	0.52%
Pasco	90.28	0.36%
Arequipa	62.33	0.25%
Amazonas	60.59	0.24%
Tacna	47.50	0.19%
Apurímac	38.31	0.15%
La Libertad	9.36	0.04%
Moquegua	6.23	0.03%
San Martín	0.65	0.00%
Total	24,762.02	100.00%

Fuente: FONDEPES, 2014.

Las ventas de truchas pueden ser en estado fresco, congelado, ahumado o en conservas; para el caso de las truchas frescas, se pueden vender evisceradas, con o sin cabeza y cola o deshuesadas, este peso a nivel nacional para el mercado local oscila entre los 200 a 260 gramos y para el mercado internacional es el doble entre 400-450 gramos. Luego de la evisceración y eliminación de agallas el rendimiento promedio de las truchas será de 81% (Ministerio de la Producción [PRODUCE], 2011).

Además, durante la crianza de truchas también se generan pérdidas en la producción debido a la muerte de truchas por falta de oxigenación, enfermedad o que las truchas no llegaron al peso estimado durante su etapa como alevines generando una acumulación de truchas muertas durante el proceso de producción (Centro de Estudios para el Desarrollo y la Participación [CEDEP], 2009) siendo este un material potencialmente aprovechable como alternativa para la obtención de energía y la producción de abonos.

3.2 Impacto ambiental de los residuos sólidos de la ganadería

Uno de los principales problemas que viene afrontando la ganadería es la mala disposición de los desechos provenientes de la actividad pecuaria que son potencialmente contaminantes, pero si son tratados adecuadamente tienen un alto valor al ser transformados en energía y abonos, el cual va a contribuir a reducir el uso de energía eléctrica convencional y también va a permitir la obtención de un fertilizante orgánico de alta calidad (Beteta y González, 2005).

Existen varias emisiones de gases por causa de las actividades ganaderas, sin embargo, la mala disposición de estiércol de los animales afecta directamente en la salud de la población (colitis, dermatitis, enfermedades parasitarias transmitidas por vectores) y en el ambiente que se reflejaran como pérdidas económicas a largo plazo (Martinez, 2009).

Las actividades agropecuarias contribuyen en la emisión de gases de efecto invernadero por medio de una serie de procesos, destacando que la ganadería es la actividad que más contribuye a la emisión de metano por causa de la fermentación entérica y las excreciones de los animales que son fuente de óxido nitroso. (Berra y Finster, 2002).

3.3 Normativa para el manejo de residuos sólidos en el Perú

Para la gestión y manejo de residuos sólidos en el Perú, se considera como base a la Ley General del ambiente (Ley N°28611, 2005) que establece:

“Todo titular de operaciones es responsable por las emisiones, efluentes, descargas y demás impactos negativos que se generen sobre el ambiente, la salud y los recursos naturales, como consecuencia de sus actividades. Esta responsabilidad incluye los riesgos y daños ambientales que se generen por acción u omisión” (Art.74).

Así mismo, a nivel nacional se cuenta con la ley de residuos sólidos (Ley N°27314, 2000) donde menciona como objeto de ley:

“Establecer derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana” (Art.1).

En la actualidad, el Ministerio de la Producción cuenta con un Decreto Supremo N°017-2011-PRODUCE que modifica el Reglamento del procesamiento de descartes y residuos de recursos hidrobiológicos (DS N°017-2011-PRODUCE, 2011) define:

“Los Residuos de Recursos Hidrobiológicos están constituidos por las mermas o pérdidas generadas durante los procesos pesqueros de las actividades de procesamiento para consumo humano directo, así como

los generados durante las tareas previas realizadas en los desembarcaderos pesqueros artesanales, así mismo, los Descartes de Recursos Hidrobiológicos como aquellos recursos que por su condición de alteración, descomposición o contaminación, sean enteros o por piezas, son declarados no aptos para el consumo humano por el control de calidad o por el órgano competente en materia de sanidad pesquera” (Art. 2).

Además, el Ministerio de Agricultura y Riego tiene un reglamento para el manejo de Residuos Sólidos Agrarios (DS N°016-2012-AG, 2012) donde se establece:

“Los residuos orgánicos, que se generen en las actividades del Sector Agrario, deben recibir tratamiento con la finalidad de reducir o neutralizar las sustancias peligrosas que contienen, recuperar materia o sustancias valorizables, facilitar su uso como fuente de energía, favorecer la disposición del rechazo y en general, mejorar la gestión del proceso de valorización” (Art. 24).

Cabe resaltar, que ciertas empresas acuícolas como PATSAC, dentro de sus políticas como empresa buscan disminuir la contaminación ambiental causada por sus procesos productivos, contando con evaluaciones de impacto ambiental y sistemas integrados de gestión para su correcto funcionamiento.

3.4 Restos de trucha

Se considera a los restos de trucha las que no son destinadas para el consumo humano como cabeza, aletas, piel y vísceras que representan alrededor de un 47% del peso de los peces (Contreras, 1994). Estos residuos contienen un alto potencial de aprovechamiento debido a la elevada fuente de nutrientes que tienen, pueden ser aprovechados de diferentes maneras para disminuir costos y la contaminación del ambiente (Macedo-Viegas y Souza, 2004).

La empresa PATSAC actualmente realiza un pretratamiento a los restos de trucha que produce para su posterior entrega en rellenos sanitarios, este pretratamiento consiste en una molienda húmeda de los restos para su almacenamiento en un tanque de diez metros cúbicos de capacidad.

3.5 Estiércol vacuno

Una de las principales funciones de usar al estiércol como sustrato en la digestión anaerobia es la de aportar microorganismos para que pueda ocurrir la fermentación, estos microorganismos serán los responsables de metabolizar los nutrientes que se encuentren en el tanque de fermentación (Restrepo, 2001).

Las heces contienen nutrientes que pueden ser usados como fertilizantes, pero necesitan de un tratamiento previo para eliminar patógenos, larvas o huevos que pueden causar daños a la salud; este tratamiento se puede realizar mediante la digestión que convierte a las excretas con microorganismos patógenos en residuos útiles y sin riesgo de transmisión de enfermedades (Soria et. al., 2001).

3.6 Biodigestor tipo batch

Se conoce como biodigestor a un tanque cerrado herméticamente en forma cilíndrica, rectangular o semiesférica donde se almacenan desechos orgánicos con agua que al momento de descomponerse en ausencia de oxígeno generaran un proceso de digestión anaeróbica (Corona, 2007) En la Figura 1 se muestra el esquema del biodigestor tipo batch.

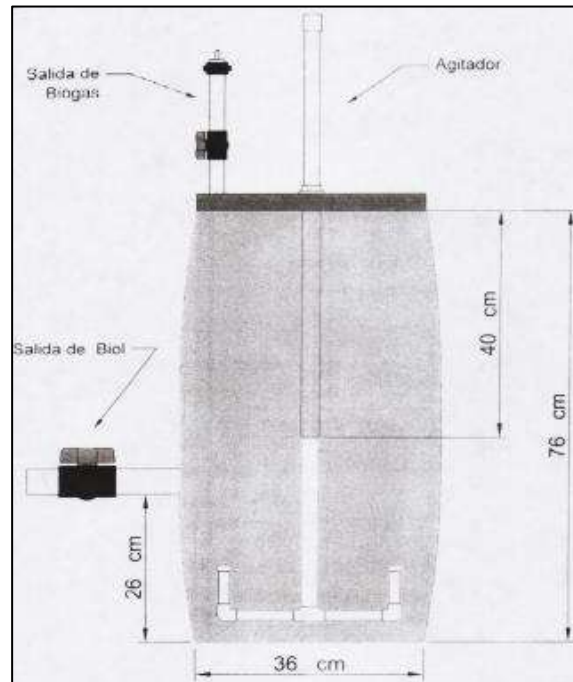


Figura 1. Esquema del biodigestor tipo batch

Fuente: Castillo (2012).

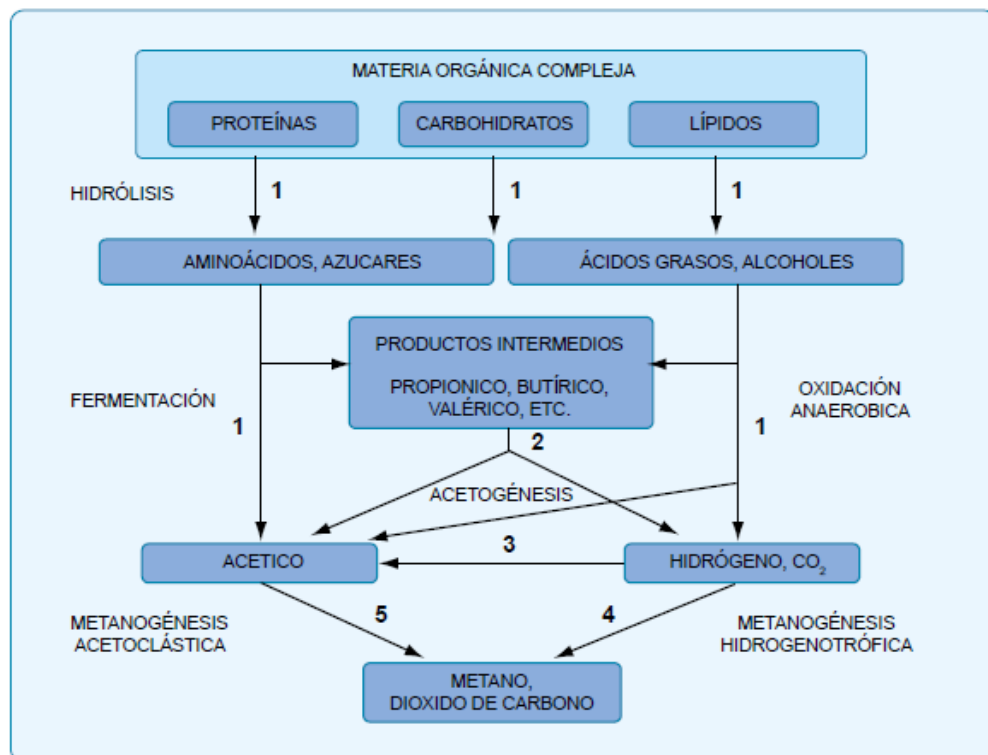
3.7 Proceso de digestión anaeróbica

La digestión anaerobia es una fermentación microbiana en condiciones anaeróbicas que consiste en alimentar un biodigestor con materiales de carácter orgánico y agua, dejando a este por un periodo de semanas o meses en condiciones ambientales para que el proceso bioquímico y microbiológico se desarrollen favorablemente y se produzca la descomposición de este material orgánico generando como resultado dos diferentes subproductos como el biogás y el biofertilizante (Soria et al., 2001).

El proceso de digestión anaerobia comienza con la fase de hidrólisis donde las partículas más complejas son hidrolizadas por enzimas producidas por microorganismos fermentativos que producirán compuestos solubles menos complejos que serán posteriormente fermentados por bacterias acidogénicas formando ácidos grasos de cadena corta, hidrógeno, CO₂ y otros productos intermedios; estos

ácidos grasos de cadena corta serán transformados en ácido acético, H₂ y CO₂, donde finalmente durante la última etapa las bacterias metanogénicas generarán metano (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2011).

Como se observa en la Figura 2 una esquematización de las etapas del proceso de digestión anaerobia con los microorganismos que intervienen y los productos intermedios generados. En esta figura se puede observar las cuatro principales etapas para la degradación anaeróbica de la materia orgánica donde los sustratos primarios pueden ser transformados en mezclas complejas de ácidos grasos y los productos intermediarios pueden reagruparse en compuestos gaseosos y solubles para al final obtener productos como metano y dióxido de carbono (FAO, 2011).



(Pavlostathis y Giraldo-Gómez, 1991).

Los números indican la población bacteriana responsable del proceso: 1: bacterias fermentativas; 2: bacterias acetogénicas que producen hidrógeno; 3: bacterias homoacetogénicas; 4: bacterias metanogénicas hidrogenotróficas; 5: bacterias metanogénicas acetoclásticas.

Figura 2. Esquema de reacciones de la digestión anaeróbica.

Fuente: Pavlostathis y Giraldo-Gómez (1991) citado por FAO (2011).

3.8 Principales parámetros de operación y control

Para el correcto funcionamiento del biodigestor, los microorganismos anaeróbicos son de suma importancia porque se encargan de degradar y fermentar la materia orgánica durante el proceso de digestión, estos deben de encontrarse en forma óptima. Es por eso, que se tiene que tomar en cuenta ciertos factores como la necesidad de un medio anaerobio para el proceso de digestión, la agitación para que se establezca un mejor contacto de las bacterias con el sustrato y así mejorar la eficiencia de la fermentación, temperatura, Relación carbono-nitrógeno, entre otros (Cañote, 2012).

3.8.1 Relación carbono-nitrógeno

El carbono y nitrógeno son las principales fuentes de alimentación de las bacterias metanogénicas, ya que el carbono constituye la fuente energética y el nitrógeno se usa para la formación de células nuevas (FAO, 2011).

La relación óptima es de 30:1, relaciones mayores a la sugerida (40:1) pueden causar inhibición del crecimiento por la falta de nitrógeno; si la relación es mucho menor (10:1) generará pérdidas de nitrógeno que reducirá la calidad del material digerido (Guevara, 1996). Otros autores mencionan que relaciones menores a (8:1) inhiben la actividad de los microorganismos por la cantidad excesiva de amonio (Werner, 1989).

3.8.2 Temperatura

La velocidad de la digestión anaerobia depende del factor temperatura, influyendo directamente en la velocidad de crecimiento de los microorganismos involucrados. Es por eso que a medida que la temperatura aumenta la velocidad de crecimiento de los microorganismos también se acelera, considerando que estas

variaciones de temperatura no sean bruscas, ya que pueden provocar una desestabilización del proceso (Ortega, 2006).

El régimen de operación más usado es el mesofílico por sus condiciones más estables, ya que el régimen termofílico suele ser más inestable por cualquier cambio en las condiciones de operación presentando inhibición del proceso por causa de aumento de toxicidad de ciertos compuestos al encontrarse en elevadas temperaturas como es el caso del nitrógeno amoniacal o los ácidos grasos de cadena larga (FAO, 2011).

Tabla 2. Rangos de temperatura y tiempos de fermentación anaeróbica.

Fermentación	Mínimo	Óptimo	Máximo	Tiempo de Fermentación
Psicrofílica	4-10°C	15-18°C	20-25°C	Sobre 100 días
Mesofílica	15-20°C	25-35°C	35-45°C	30-60 días
Termofílica	25-45°C	50-60°C	75-80°C	10-15 días

Fuente: Adaptación de Lagrange, 1979.

En la Tabla 2, se puede observar a mayor detalle los rangos mínimos, óptimos y máximos de temperaturas con sus respectivos tiempos aproximados para la fermentación.

3.8.3 pH

El proceso de digestión anaeróbica se puede ver afectado por cambios en el nivel de pH que se encuentren fuera del rango óptimo, ya que valores altos de pH favorece a la formación de amoníaco que en elevadas concentraciones causa la inhibición del proceso anaeróbico y valores bajos de pH disminuyen la actividad de microorganismos metanogénicos provocando la acumulación de ácido acético y H₂ que inhibiría el desarrollo de otros microorganismos causando la

acumulación de ácidos grasos volátiles de alto peso molecular (FAO, 2011).

Por otro lado, los microorganismos metanogénicos al ser más susceptibles a las variaciones de pH tienen un rango óptimo entre 7.8 a 8.2; sin embargo, otros microorganismos como los acidogénicos prefieren un rango de pH de 5.5 a 6.5 (Kumar, 2008). Debido a que, en el proceso de digestión anaerobia coexisten ambos tipos de microorganismos, es necesario mantenerlo en condiciones neutrales en un rango de 6.6 a 7.6 para el adecuado tratamiento anaerobio (Rittmann y McCarty, 2001).

3.9 Nitrógeno amoniacal como posible inhibidor del proceso

Durante el proceso de digestión anaerobia puede generarse una inhibición por la presencia de sustancias tóxicas contenidas en el sistema. Uno de los más importantes es el nitrógeno amoniacal que se genera a elevadas temperaturas de los biodigestores (FAO, 2011).

El amoníaco se puede encontrar en la composición de los sustratos o puede ser mediante la degradación anaeróbica de compuestos orgánicos nitrogenados como las proteínas, las cuales generalmente contienen 16% de nitrógeno. Durante el proceso anaeróbico en la etapa de la hidrólisis el nitrógeno orgánico da lugar a formas amoniacales que son nutrientes importantes para el crecimiento bacteriano siempre y cuando la producción de nitrógeno orgánico no se encuentre en exceso (FAO, 2011).

El nitrógeno amoniacal es producido en medio alcalino debido a que, los microorganismos descomponen los aminoácidos por desaminación, por otro lado, en condiciones ácidas no hay formación de amoníaco porque la degradación de los aminoácidos se realiza mediante la descarboxilación (Cañote, 2012).

3.10 Productos obtenidos de la digestión anaerobia

De acuerdo al proceso de digestión anaerobia mencionado anteriormente, se obtendrán productos de importante valor ambiental y económico como es el caso del biogás y el abono orgánico.

3.10.1 Biogás

El biogás es un gas combustible conformado en su mayoría por metano, dióxido de carbono y otros compuestos como se observa en la Tabla 3, esta composición depende de las características del material orgánico y del funcionamiento del proceso de digestión anaeróbica (Bigeriego, Delgado y Carbonell, 1997).

Tabla 3. Composición del biogás

Gas	Símbolo	Porcentaje
Metano	CH ₄	55-80%
Dióxido de Carbono	CO ₂	45-20%
Hidrógeno	H ₂	0-10%
Oxígeno	O ₂	0.1-1%
Nitrógeno	N ₂	0.5-10%
Monóxido de Carbono	CO	0-0.1%
Gases diversos	SH ₂ -NH ₃ -C _n -H _{2n}	1-5%
Vapor de agua	H ₂ O	Variable

Fuente: Bigeriego, Delgado y Carbonell, 1997.

La producción de biogás se expresa comúnmente como el volumen del biogás en función al sustrato y al tipo de carga del biodigestor a usar, siendo para este caso una carga de régimen discontinuo, el volumen de producción de biogás se podrá determinar en función al volumen útil o líquido del biodigestor (Marti, 2008).

Como ya se mencionó la producción del biogás varía en función al sustrato y al sistema a usar para la digestión anaeróbica; donde en sistemas discontinuos se obtendrán las mayores cantidades en la producción de biogás casi a la mitad del tratamiento y esta producción disminuirá conforme el sustrato disponible durante la fermentación anaeróbica disminuya para los microorganismos presentes en el proceso de digestión (Paucar, 2015).

3.10.2 Uso del biogás

El uso más simple que se le puede dar al biogás es el de brindar el calor necesario para actividades básicas y rutinarias como cocinar y calentar agua, además de poder generar iluminación (FAO, 2011).

Como se muestra en la Tabla 4, el poder calorífico del biogás es mucho menor que el del gas propano o natural, lo que implica que se tarde una mayor cantidad de tiempo en cocer los alimentos a diferencia del gas natural (Martínez, 2009).

Tabla 4. Energía equivalente (valor energético) biogás vs. otras fuentes.

Valores	Biogás	Gas Natural	Gas Propano
Valor Calorífico (Kwh/ m ³)	7.0	10	28
Densidad (t/m ³)	1.08	0.7	2.01
Límite de explosión (% de gas en el aire)	6-12	5-15	2-10
Temperatura de encendido (°C)	687	650	470

Fuente: Adaptación de (FAO, 2011)

Cuando hay una mayor producción de biogás, este puede usarse para la calefacción de pollos y cerdos, incluso pueden ser

conectados a un motor para su posterior funcionamiento (Cañote, 2012).

Hay que tener precauciones con el uso de biogás debido a que presenta componentes como el sulfuro de hidrógeno (H_2S) que reacciona fácilmente con los glóbulos rojos impidiendo el paso del oxígeno al pulmón. Es por eso que si una persona inhala mucho biogás puede asfixiarse debido a que después de unos pocos minutos de estar en contacto disminuye el olor característico del biogás, por tal motivo, se recomienda la ventilación de los ambientes donde se ha acumulado y donde se trabajará con biogás (Castillo, 2012).

3.10.3 Bioabono

Además de la producción de biogás, durante el proceso de digestión anaeróbica se genera un residuo semiacuoso compuesto por el material no atacado por los microorganismos y el material digerido por estos, a este residuo se le conoce como efluente y se considera un fertilizante orgánico de elevada calidad (Marti, 2008).

En función a la carga usada y al proceso, la materia orgánica degradada puede presentarse mediante forma líquida y sólida a las que se denominan biol y biosol respectivamente (Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social [FONCODES], 2014).

3.10.3.1 Biol

Se define al biol como un abono orgánico líquido originado a partir de la descomposición de materiales orgánicos en ausencia de oxígeno rentable económicamente y que contiene los nutrientes necesarios para un desarrollo foliar adecuado de las plantas (Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA], 2008).

Otros autores definen al biol como un “Abono foliar orgánico líquido, preparado con ingredientes orgánicos, los cuales son fermentados en recipientes herméticos cerrados, donde no debe ingresar aire y que se aplica al follaje de las plantas” (FONCODES, 2014).

El biol no contamina el suelo, aire, agua, ni cultivos, además de ser de fácil preparación y que es ideal para revitalizar las plantas luego de heladas y granizadas ayudando a mantener el vigor de las plantas y soportar eventos extremos del clima (FONDEPES, 2014).

La planta necesita de nutrientes para su crecimiento, estos nutrientes los capta del suelo o del agua por medio de irrigación o inundación. Se considera al nitrógeno, fósforo y potasio como los nutrientes primarios ya que son consumidos en cantidades relativamente elevadas por las plantas. Así mismo, se tiene como nutrientes secundarios al calcio y magnesio que son considerados como esenciales para el crecimiento y finalmente al sodio como un nutriente favorable para algunas especies vegetales (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 1999).

3.10.3.1.1 Nitrógeno

El nitrógeno (N) favorece el desarrollo del tallo, el crecimiento del follaje y la formación de frutos y granos. Un exceso de este elemento origina hojas grandes, aumenta la susceptibilidad al ataque de enfermedades y un retardo en la formación de flores y frutos (Guerrero, 1998).

Por otro lado, la deficiencia de nitrógeno causa clorosis en las hojas inferiores que en condiciones agudas se generaliza en toda la planta por causa de la disminución en la concentración de la clorofila, hojas de menor tamaño y tallos con flores de diámetro más pequeño (Rodríguez y Flórez, 2004).

3.10.3.1.2 Fósforo

El fósforo (P) es el constituyente de numerosos compuestos que son esenciales en la vida de las plantas ya que es importante en el metabolismo energético de las plantas, forma parte de los ácidos nucleicos, participa en la fotosíntesis, respiración, síntesis de almidón, germinación de semillas y desarrollo de la raíz (Rodríguez y Flórez, 2004).

La carencia de fósforo en los estados iniciales del desarrollo de las plantas retarda el crecimiento apical, las plantas son más pequeñas, rígidas y se retrasa la maduración de los frutos (Guerrero, 1998).

3.10.3.1.3 Potasio

El potasio (K) junto con el nitrógeno (N) son absorbidos por las plantas en grandes cantidades, la mayor parte de la absorción de este elemento depende de su difusión y de los altos contenidos de calcio y magnesio que disminuyen la absorción del potasio (Guerrero, 1998).

Este elemento se diferencia de los demás por su alta movilidad y solubilidad dentro de los tejidos, trasladándose de los órganos maduros a los más jóvenes, observando que la deficiencia de este elemento se observa en primera instancia con la clorosis en hojas viejas (Paucar, 2015).

La deficiencia de potasio ocasiona una disminución en los niveles de almidón y aumento en los compuestos nitrogenados de solubles de las plantas, produciendo un estancamiento en su desarrollo con tallos cortos y débiles, afectando consigo la producción de granos y frutos disminuyendo el contenido de azúcares, ácidos y aroma (Rodríguez y Flórez, 2004).

3.10.3.1.4 Calcio

El calcio (Ca) interviene en la estabilidad de la membrana plasmática y es uno de los componentes básicos de la pared celular que le dan resistencia y rigidez, además de preservar la estructura de las membranas celulares. Así mismo, la deficiencia de este elemento provoca mayor absorción de magnesio lo que trae como consecuencia síntomas de fitotoxicidad y deformaciones en las hojas y raíces (Rodríguez y Flórez, 2004).

3.10.3.1.5 Magnesio

El magnesio (Mg) es el constituyente de la clorofila y necesario para la activación del metabolismo de los carbohidratos y respiración celular (Guerrero, 1998).

La deficiencia de este elemento se aprecia con una clorosis en las hojas de la parte baja de la planta, generalizándose si esta deficiencia continua (Rodríguez y Flórez, 2004).

3.10.3.1.6 Sodio

El Sodio (Na) tiene como una de sus funciones aumentar la masa seca, aunque se tengan deficiencias de potasio debido a que pueden reemplazar ciertas funciones que brinda este elemento, además de dar un efecto positivo en el desarrollo vegetal (Rodríguez y Flórez, 2004).

3.10.3.1.7 Ácidos Húmicos, fúlvicos y huminas

Son moléculas complejas orgánicas que se forman por medio de la descomposición de la materia orgánica e influyen en la fertilidad del suelo por que causan un aumento de la capacidad

del suelo de retener agua, contribuyendo significativamente con la estabilidad del suelo para un crecimiento óptimo de las plantas e incremento de los nutrientes (Canales y Hurtado, 2013).

Además, permiten eliminar los residuos de pesticidas, dar un color oscuro al suelo y promover el desarrollo radicular en el tratamiento de semillas, así como también estimular el desarrollo de las raíces y tallos (Fernández, 2003).

Los ácidos húmicos se caracterizan por presentar un color pardo oscuro, alto peso molecular, menor penetración foliar y radicular pero una alta movilidad de los nutrientes a la planta, por otro lado, para el caso de los ácidos fúlvicos presentan un menor peso molecular, brindan una mayor movilidad de los nutrientes y dan una menor estructura al suelo que los ácidos húmicos, así mismo, se tiene como estándar comercial de los ácidos húmicos un promedio de 40% su peso sobre el volumen (Alvarado, 2015).

3.10.3.1.8 Coliformes Fecales

Los coliformes fecales se encuentran en los intestinos de los seres humanos y de animales de sangre caliente; pertenecen al subgrupo de coliformes totales y son capaces de fermentar la lactosa a 44.5°C. Aproximadamente el 95% de este grupo se encuentra en las heces fecales y están formados por *Escherichia coli* y ciertas especies de *Klebsiella* (Rojas, 2012).

3.10.4 Uso del Bioabono

Los abonos orgánicos son importantes porque mejoran la producción de los cultivos en cantidad y calidad, incrementan la materia orgánica del suelo fomentando la actividad microbiológica y reponiendo los elementos químicos que alimentan a las plantas

como son el nitrógeno, fósforo, magnesio, calcio, etc (FONDEPES, 2014).

Otra de las ventajas del uso de bioabonos es que mejoran la estructura del suelo favoreciendo la presencia del aire para la infiltración del agua y la adsorción de nutrientes a través de las raíces de las plantas mejorando consigo la retención del agua, aumenta la capacidad de resistencia a plagas, enfermedades y cambios climáticos extremos en las plantas y a comparación de los fertilizantes de origen sintético, los abonos orgánicos se mantienen durante más tiempo debido a que la materia orgánica se descompone con más lentitud (FONDEPES, 2014).

IV. OBJETIVO E HIPÓTESIS

4.1 Objetivo General

Identificar la relación entre la producción de biogás y biol a partir de los restos de trucha y estiércol vacuno.

4.2 Objetivos Específicos

- Conocer la relación carbono-nitrógeno de las mezclas de restos de trucha y estiércol de vaca.
- Determinar la producción de biogás de las mezclas de restos de trucha y estiércol de vaca.
- Determinar la cantidad de macronutrientes, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y coliformes fecales de los bioles obtenidos.
- Determinar la reducción de coliformes fecales de las mezclas de restos de trucha y estiércol de vaca.
- Evaluar los cambios de pH y temperatura durante al proceso de digestión anaerobia de las mezclas de restos de trucha y estiércol de vaca.

4.3 Hipótesis General

H_a: Las mezclas de restos de trucha y estiércol de vaca generan mayor producción de biogás y un mejor biol frente al control.

H₀: Las mezclas de restos de trucha y estiércol de vaca no generan mayor producción de biogás y un mejor biol frente al control.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

A parte de los materiales propuestos en los Anexos 11.1 y 11.2 para la construcción de los biodigestores se necesitaron también de:

- Potenciómetro
- Frascos de vidrio para monitoreo
- Libreta y lapicero
- Papel toalla
- Balanza colgante
- Mascarilla y guantes quirúrgicos
- Huincha métrica
- Letreros para identificar los tratamientos
- Botas de jebe
- Calculadora
- Flotadores
- Vasos descartables
- Cooler y gel refrigerante
- Jarra graduada

5.2 Métodos

5.2.1 Localización

El estudio se realizó en el distrito de Carabayllo de la región de Lima Metropolitana en el terreno del Ing. Luis Gomero, este terreno se encuentra ubicado en la intersección de la Av. Universitaria con la calle Señor de Caudivilla que dispone del espacio necesario y de las condiciones adecuadas para la realización del proyecto. El distrito de Carabayllo presenta a Febrero como mes más caluroso del año con una temperatura media de 27.7 °C y su mes más frío es julio con una temperatura media de 19.6 °C (Worldmeteo, 2015).

5.2.2 Duración

El proyecto tuvo una duración de 70 días debido a que se desarrolló en condiciones mesofílicas durante los meses de febrero a abril del 2017 correspondientes a la temporada de verano del lugar donde se realizó el ensayo.

5.2.3 Colecta y pretratamiento

5.2.3.1 Restos de truchas

Los restos de trucha a utilizar procedieron del criadero de truchas de la empresa PATSAC ubicado en la laguna Choclococha en la región de Huancavelica.

Estos restos de trucha se caracterizaron mediante análisis físico-químicos como se muestra en la Tabla 5 realizados en el laboratorio del departamento de química de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Tabla 5. Ensayos físico químicos realizados

Ensayos físico químicos
Humedad (%)
pH
Relación C/N
Carbono orgánico volátil
Nitrógeno

Fuente: Elaboración propia.

No se realizó un tratamiento previo debido a que los restos de trucha se encuentran en forma semilíquida porque actualmente la empresa PATSAC cuenta con un sistema de trituración húmeda y almacenamiento en tanques para su posterior disposición mediante una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS).

5.2.3.2 Estiércol de vaca

Se colectó estiércol de vaca de una granja ganadera ubicada en el distrito de Carabaylo en el departamento de Lima para utilizarlo en la mezcla de tratamientos.

5.2.4 Tratamientos

Se realizaron tres tratamientos y un control, los cuales contaron con tres repeticiones, es decir se tuvo un total de 12 biodigestores (unidades experimentales) que se distribuyeron como se observa en la Figura 3. Es importante recalcar que para el inicio del proyecto los tratamientos se cargaron con las materias primas de manera ordenada para que posteriormente una vez cargados todos los tanques con las cantidades necesarias se realizaran los cambios de posición de manera aleatoria a los biodigestores.

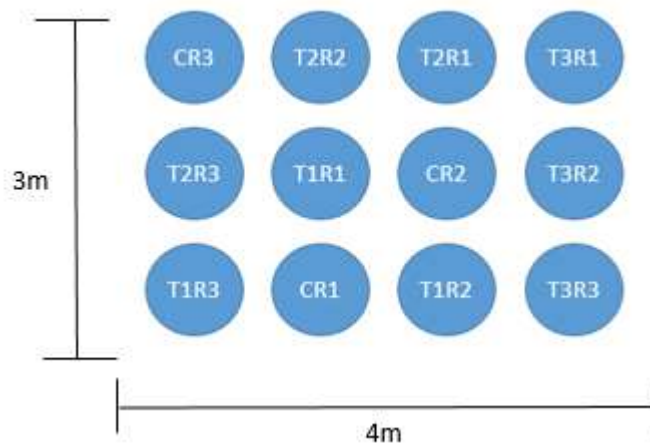


Figura 3. Distribución de los tratamientos con sus repeticiones.

Fuente: Elaboración propia

Para cada uno de los tratamientos y el control sin sus respectivas repeticiones se realizaron los ensayos físico químicos iniciales mencionados en la Tabla 5. Así mismo, en la Tabla 6 se indica la

cantidad de litros de restos de trucha y kilogramos de estiércol adicionado por cada tratamiento.

Tabla 6. Tabla tratamientos con sus respectivas cargas en litros y kilogramos

Tratamientos	Restos de trucha (L)	Estiércol de vaca (kg)
C	75	-
T1	66	6
T2	57	12
T3	39	24

Fuente: Elaboración propia

Es importante recalcar que la recolección de las muestras se hizo una vez ocurrida la mezcla de los tratamientos para poder recolectar un litro de la solución de manera homogénea.

5.2.4.1 Ensayos Físico químicos

Para la realización de las tomas de muestra iniciales se retiró la cantidad de medio litro de la muestra homogenizada mediante el uso de una jarra graduada y se colocó en un frasco de vidrio por cada tratamiento para su posterior entrega al laboratorio del departamento de química de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Debido a que se trata de muestras iniciales se hizo un análisis de los tres tratamientos y el control sin sus repeticiones para la determinación de la relación carbono/nitrógeno que presenta cada tratamiento (Cañote, 2012).

5.2.4.2 Análisis microbiológico inicial

Al inicio del proyecto se realizó el análisis de coliformes fecales en el laboratorio Marino Tabusso de la Universidad Nacional Agraria La

Molina a los 12 tratamientos, mediante la recolección de estas en frascos de vidrio de medio litro.

La finalidad del análisis de coliformes fecales fue para poder conocer desde un inicio la cantidad existente en los tratamientos evaluados.

5.2.5 Diseño de los biodigestores

El proyecto se realizó mediante la implementación de reactores tipo batch de régimen discontinuo, es decir una sola carga a escala piloto. Para la construcción de cada biodigestor se tomó en consideración lo propuesto en el Anexo 11.1 donde se considera los materiales necesarios y el montaje para el funcionamiento de los biodigestores.

Como se observa en la Figura 4, el esquema del biodigestor se realizó 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 obtuvieron resultados satisfactorios.



Figura 4. Fotografía final del modelo del biodigestor usado.

Fuente: Elaboración propia

5.2.5.1 Volumen y carga

De acuerdo a Restrepo (2001), cada tanque debe tener un espacio libre aproximado de diez a 20 centímetros al borde superior del recipiente. Por tal motivo, se consideró las distribuciones propuestas en la Tabla 6.

Una vez realizada la carga de los biodigestores se procedió a distribuir aleatoriamente los tratamientos y 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 procedió a cerrar las tapas de cada biodigestor con abrazaderas para asegurar un cerrado hermético y evitar fugas de gas y se conectó una llave de paso a la salida del biogás para su almacenamiento en los flotadores.

5.2.6 Medición de Parámetros de operación y control

5.2.6.1 Temperatura y pH

De acuerdo al estudio de Castillo (2012) la temperatura interna del biodigestor y el pH se midieron dos veces por semana y la medición de estos dos parámetros se realizó mediante el uso de un potenciómetro de marca ATC provisto por la empresa PATSAC, considerando que previo a la recolección, el biodigestor fue homogenizado por medio del agitador instalado en cada tratamiento y que la recolección se realizó al momento de abrir las llaves de paso para la salida del biol en envases descartables según lo propuesto por Paucar (2015). En el Anexo 11.3 se encuentra la galería fotográfica del proyecto donde se muestra la metodología descrita y en la Figura 5, el uso del potenciómetro.

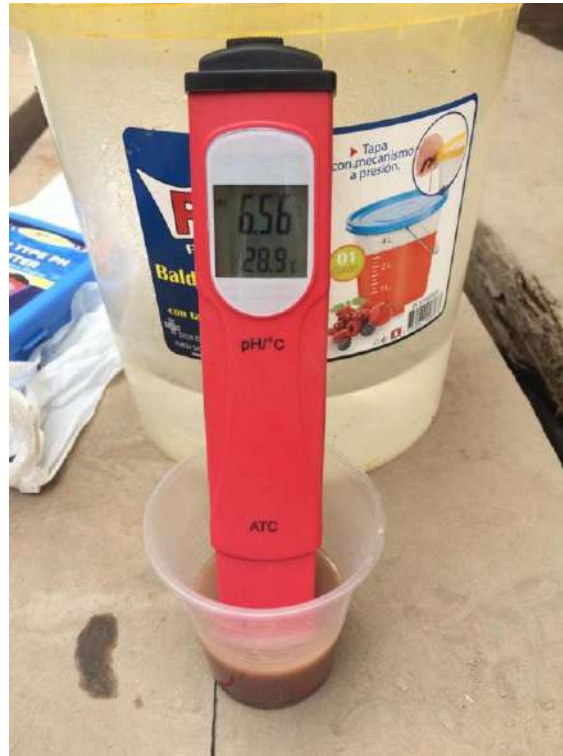


Figura 5. Uso del potenciómetro para la medición los tratamientos

Fuente: Elaboración propia

5.2.6.2 Volumen del biogás.

Se usaron flotadores para el almacenamiento del biogás por cada tratamiento, tomando en cuenta que cada vez que se encuentren llenos se desplazó el biogás acumulado a un tanque lleno de agua siguiendo el principio de Arquímedes para que el volumen de agua que se desplace de este recipiente a otro graduado se encuentre directamente relacionado al volumen del biogás producido (Castillo, 2012).

Durante el cambio de flotadores para el almacenamiento de biogás se usaron las válvulas para cerrar la salida del biogás y así evitar pérdidas del mismo que pudieran afectar los resultados a obtener.

El tanque de medición de biogás producido tuvo instaladas dos mangueras como se detalla en el Anexo 11.2, una fue para el ingreso del biogás proveniente del flotador y la otra para la disposición del agua desplazada; esta última manguera se colocó sumergida hasta el fondo de la base del tanque de manera que la presión del gas desplace el agua a otro envase graduado (Palomino, 2007).

Es importante resaltar que el llenado de estos flotadores se dio en función a cada tratamiento de acuerdo al tipo de mezcla que se tiene.

5.2.7 Evaluación del biol producido

5.2.7.1 Determinación de coliformes fecales

Se analizó la cantidad de coliformes fecales presentes al inicio, a la mitad y al final del proyecto, con el objetivo de determinar la reducción de estos organismos al culminar el proceso y compararlos con la normativa nacional para el agua de riego que permite una cantidad máxima de 1000 NMP/100ml de coliformes fecales (DS N°015-2015-MINAM).

Estos análisis se llevaron a cabo en el laboratorio Marino Tabusso de la Universidad Nacional Agraria La Molina donde las muestras se colocaron en recipientes de medio litro, filtrándose mediante el uso de telas para la separación de la parte líquida de la sólida como lo propuso en el 2012 el estudio de Jiménez.

5.2.7.2 Determinación de macronutrientes, ácidos húmicos, fúlvicos y huminas

Una vez terminado el tiempo de fermentación al haberse acabado casi en su totalidad la producción de biogás, de acuerdo a Jiménez (2012) se tomó una muestra de un litro que tuvo un filtrado previo usando telas para la separación del biol y biosol; este biol se colocó en envases de vidrio por cada tratamiento y se envió a analizar las 12 muestras al laboratorio de análisis de suelos, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (LASPAF-UNALM) para determinar el contenido de los análisis propuestos en la Tabla 7.

Tabla 7. Análisis químico realizado a los bioles con las metodologías que usó el laboratorio propuesto.

Análisis químico del biol	Metodología usada por el LASPAF-UNALM
pH	Método Potenciométrico por inmersión y lectura directa
Nitrógeno total (mg/L)	Método de micro-Kjeldahl modificado
Fósforo total (mg/L)	Digestión vía húmeda (en solución nitroperclórica) y posterior colorimetría empleando reactivo sulfomolibdico
Potasio total (mg/L)	Espectrofotometría de absorción atómica
Calcio (mg/L)	Espectrofotometría de absorción atómica
Magnesio (mg/L)	Espectrofotometría de absorción atómica
Sodio (mg/L)	Espectrofotometría de absorción atómica
Ácidos Húmicos	Extracción alcalina, posterior acidificación y gravimetría
Ácidos Fúlvicos	
Huminas	

Fuente: Elaboración propia.

La composición de un biol varía en función de la naturaleza y origen de los residuos empleados, de acuerdo a esto se elige al mejor biol en función al contenido más elevado de macronutrientes, micronutrientes y bajo contenido de coliformes fecales para que el aporte mineral sea el adecuado en el desarrollo de cualquier cultivo (Paucar, 2015).

5.3 Análisis Estadístico

El trabajo fue de carácter experimental y se realizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones cada uno. Para el caso de la investigación se consideró 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 realizó mediante el programa SPSS 21, brindado por la Universidad Científica del Sur y se realizaron análisis de varianza (ANOVA) para cada una de las variables obtenidas de los bioles (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, huminas y coliformes fecales), del mismo modo se realizó un análisis de varianza para los valores de pH y temperatura que se midieron dos veces a la semana durante la fase experimental del proyecto, considerando que si se tuvieron valores significativos se procedió a realizar pruebas de Tukey para determinar los valores altos, medios y bajos para cada variable.

El coeficiente de variabilidad (CV) demuestra la variabilidad dentro de los grupos en términos de porcentaje mediante la división de la desviación con el valor promedio. Cuando el CV es igual a 0 no existirán diferencias entre los grupos lo que se consideraría como una división homogénea. Se tomó como referencia lo propuesto por Paucar (2015) ya que en su investigación se evaluó la calidad del biogás y biol en un biodigestor usando estiércol de codorn considerando a sus resultados obtenidos por todas sus pruebas un rango aceptable de 0 a 25% de CV y desde muy bueno con un CV de 0-

15% hasta aceptable con un CV de 15-30%; si en caso se exceda del 30% se dio una interpretación de no homogéneo. Este mismo análisis se aplicó para la presente investigación.

Para determinar la relación entre la producción de biogás y las concentraciones de nutrientes de los bioles por cada tratamiento; se realizó el análisis de correlación de Pearson con un intervalo de confianza del 95%. Considerando a los valores donde $p < 0.05$ como significativos y por consiguiente existe una relación entre biogás y concentración de nutrientes.

Tabla 8. Indicadores analizados estadísticamente durante la parte experimental y final del proyecto.

Indicadores	Itinerancia	Tratamientos y sus repeticiones
Nitrógeno*		
Fósforo*		
Potasio*		
Calcio*		Control
Magnesio*	Tiempo final	T1
Sodio*		T2
Ácidos húmicos*		T3
Ácidos fúlvicos*		
Huminas*		
		Control
Coliformes fecales	Tiempo inicial, tiempo medio y tiempo final	T1
		T2
		T3

Nota: *Se realizó una comparación entre tratamientos para determinar cuáles obtuvieron mayores cantidades al finalizar el proceso de digestión anaerobia.

Fuente: Elaboración propia

VI. RESULTADOS

6.1 Caracterización de los tratamientos

La caracterización de los tratamientos mencionados se realizó en el Laboratorio de Química de la UNALM. En la Tabla 9 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 9. Caracterización de tratamientos

Tratamientos	Humedad (%)	Materia seca (%)	Carbono (%)	Nitrógeno (%)	C/N
Control	95.81	4.19	51.6	8.26	6.2
T1	93.45	6.55	80.5	9.58	7
T2	92.56	7.44	69.5	3.64	11.1
T3	85.11	14.89	66.5	1.77	21.7

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar los valores de la relación carbono/nitrógeno son inferiores a 30, valor que es considerado como óptimo para la fermentación anaeróbica.

6.2 Comportamiento del pH y temperatura

La variación del valor de pH y temperatura se observa en las Tabla 10 y 12, donde se colocaron los valores promedio semanales de los tratamientos con sus repeticiones.

Tabla 10. Promedio de la variación semanal de pH por tratamiento

Tratamientos/Semanas	Control	T1	T2	T3
Semana 1	6.38	6.89	7.18	7.47
Semana 2	6.78	6.96	7.11	7.28
Semana 3	6.88	6.95	7.13	7.33
Semana 4	6.90	6.95	7.01	7.20
Semana 5	6.85	7.07	7.10	7.28
Semana 6	6.97	7.03	7.07	7.25
Semana 7	6.99	7.03	7.09	7.21
Semana 8	7.08	7.06	7.13	7.25
Semana 9	7.22	7.15	7.20	7.26
Semana 10	7.35	7.25	7.40	7.39

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6 se muestra el comportamiento del pH, por cada uno de los tratamientos durante las diez semanas de duración de la investigación, donde se observa que el Control inició con un pH de 6.38 aumentando hasta 7.35, un caso muy similar ocurrió con el T1 y T2, donde comenzaron con un rango de pH de 6.8 a 7.2 aumentando hasta 7.25 y 7.4 respectivamente. Sin embargo, para el caso de T3 el pH inició con 7.47 y tendió a reducirse hasta 7.3.

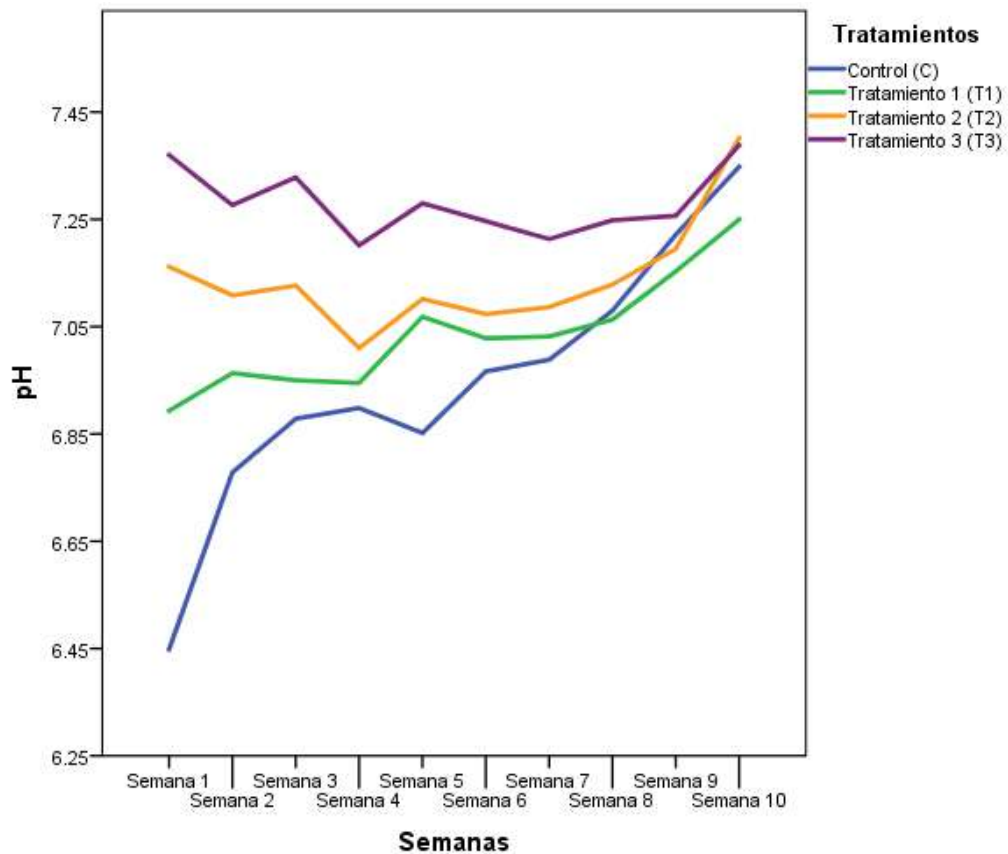


Figura 6. Comportamiento semanal del pH por tratamiento durante diez semanas.

Fuente: Elaboración propia

Los análisis estadísticos realizados se muestran en la Tabla 11 que presenta diferencias significativas para el comportamiento semanal del pH en función al ANOVA de un factor ($F(3, 236) = 50.449, p = 0.00$). La prueba de Tukey demuestra que el control (6.946 ± 0.03) resultó significativo al compararlo con el tratamiento 1 ($7.0347 \pm 0.02, p = 0.012$), tratamiento 2 ($7.1393 \pm 0.002, p = 0.000$) y tratamiento 3 ($7.2810 \pm 0.001, p = 0.000$). De la misma forma sucedió para el tratamiento 1 (7.0347 ± 0.02), tratamiento 2 (7.1393 ± 0.002) y tratamiento 3 (7.2810 ± 0.001) al compararlo entre tratamientos.

Tabla 11. Prueba de Tukey de los promedios semanales del pH de los tratamientos durante diez semanas

Tratamientos ^a	Variación semanal de pH		
	Media	SE	Tukey
Control (C)	6.9460	0.03	a
Tratamiento 1 (T1)	7.0347	0.02	b
Tratamiento 2 (T2)	7.1393	0.02	c
Tratamiento 3 (T3)	7.2810	0.01	d

^aN=60

Nota: Variación de pH en cuatro tratamientos de biol a partir de restos de trucha y estiércol vacuno [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Medias y error estándar (SE) son mostrados. Datos Analizados con ANOVA Tukey entre tratamientos (letras en minúscula). Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de las variaciones de temperatura no se obtuvo una variación significativa al realizarse las pruebas estadísticas. Durante la fase experimental del proyecto. En la Tabla 12, se muestran los rangos de temperatura registrados, estos tuvieron un rango de 23.6 a 29.8°C; las temperaturas se encuentran en grados Celsius (°C) y se midió puntualmente entre las ocho a.m. a 11 a.m.

Tabla 12. Promedio de la variación semanal de temperatura por tratamiento

Tratamientos/Semanas	Control	T1	T2	T3
Semana 1	27.0	27.5	27.8	28.4
Semana 2	29.1	29.4	29.8	29.5
Semana 3	29.4	28.9	29.0	29.1
Semana 4	28.5	28.3	28.4	28.8
Semana 5	29.1	28.9	28.9	29.5
Semana 6	28.4	27.4	27.4	28.3
Semana 7	27.9	27.4	26.6	27.0
Semana 8	25.7	25.0	24.7	24.6
Semana 9	25.0	24.9	25.0	25.4
Semana 10	23.6	23.6	24.2	24.4

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7 se muestra el comportamiento semanal de los tratamientos durante las diez semanas de la fase experimental, viéndose que durante las dos semanas iniciales se tuvo un incremento de las temperaturas para todos los tratamientos, seguido de una estabilización de estas hasta la quinta semana donde ocurre una ligera elevación de temperaturas para que finalmente se presente una disminución hasta el término de la fase experimental.

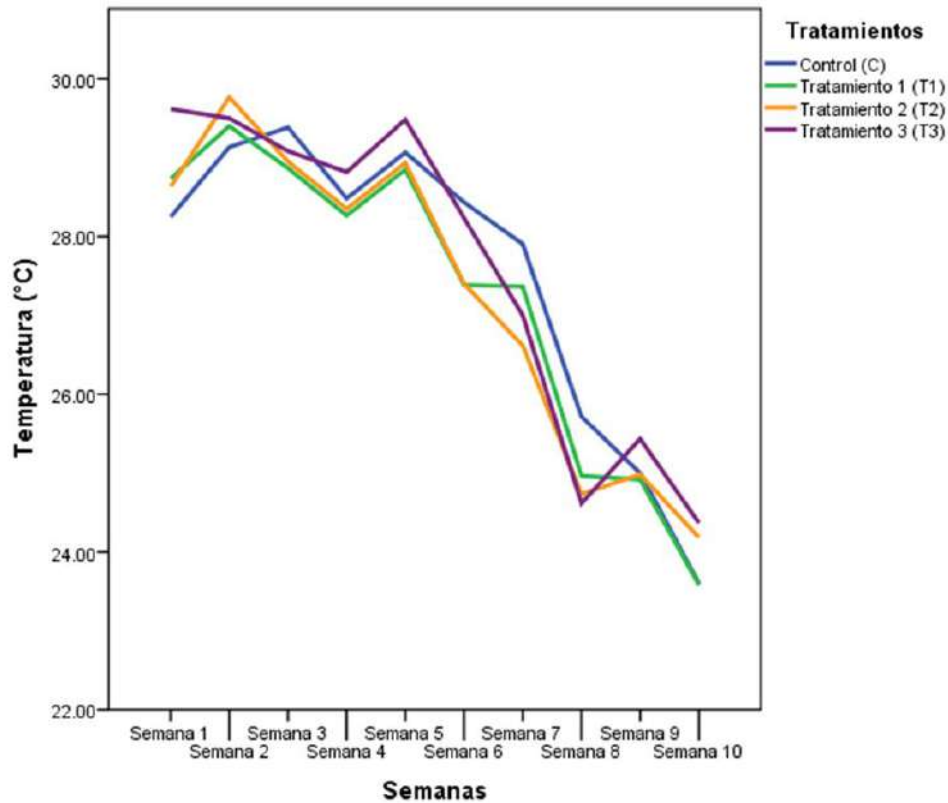


Figura 7. Comportamiento semanal de la temperatura por tratamiento durante diez semanas.

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis de varianza de un factor (ANOVA), no se encontró significancia entre los tratamientos con el comportamiento semanal de la temperatura ($F(3, 236) = 0.470$, $p = 0.704$), por lo que no se vio la necesidad de realizar una prueba de comparación múltiple de medias con el criterio de Tukey.

6.3 Producción de biogás

La producción de biogás se presenta en la Tabla 13 y se observa que los resultados disminuyen a partir de la sexta semana, teniendo como mayor producción a la semana cinco con resultados promedio de 11.4, 14.7, 17.3 y 24.3 litros para los tratamientos control, T1, T2 y T3 respectivamente.

Tabla 13. Producción promedio semanal de biogás en litros por tratamiento

Biogás (L) /Semanas	Control	T1	T2	T3
Semana 1	6.3	9.3	10.4	7.2
Semana 2	8.1	10.3	13.0	12.7
Semana 3	9.3	11.9	13.1	15.5
Semana 4	11.5	13.8	14.2	18.6
Semana 5	11.4	14.7	17.3	24.3
Semana 6	8.2	13.0	16.4	22.5
Semana 7	6.8	8.5	13.6	20.4
Semana 8	4.6	6.2	9.4	16.7
Semana 9	4.2	4.8	8.0	12.8
Semana 10	2.2	3.1	6.2	8.7

Fuente: Elaboración propia

Además, se puede mencionar que en función a la Figura 8, el comportamiento de los tratamientos tiene una tendencia exponencial durante las primeras cinco semanas, seguido de una caída de su producción hasta el término del proyecto. Cabe resaltar que los valores finales de producción de biogás durante la semana diez varían en función de cada tratamiento, siendo el T3 el que mayor cantidad de biogás contenía.

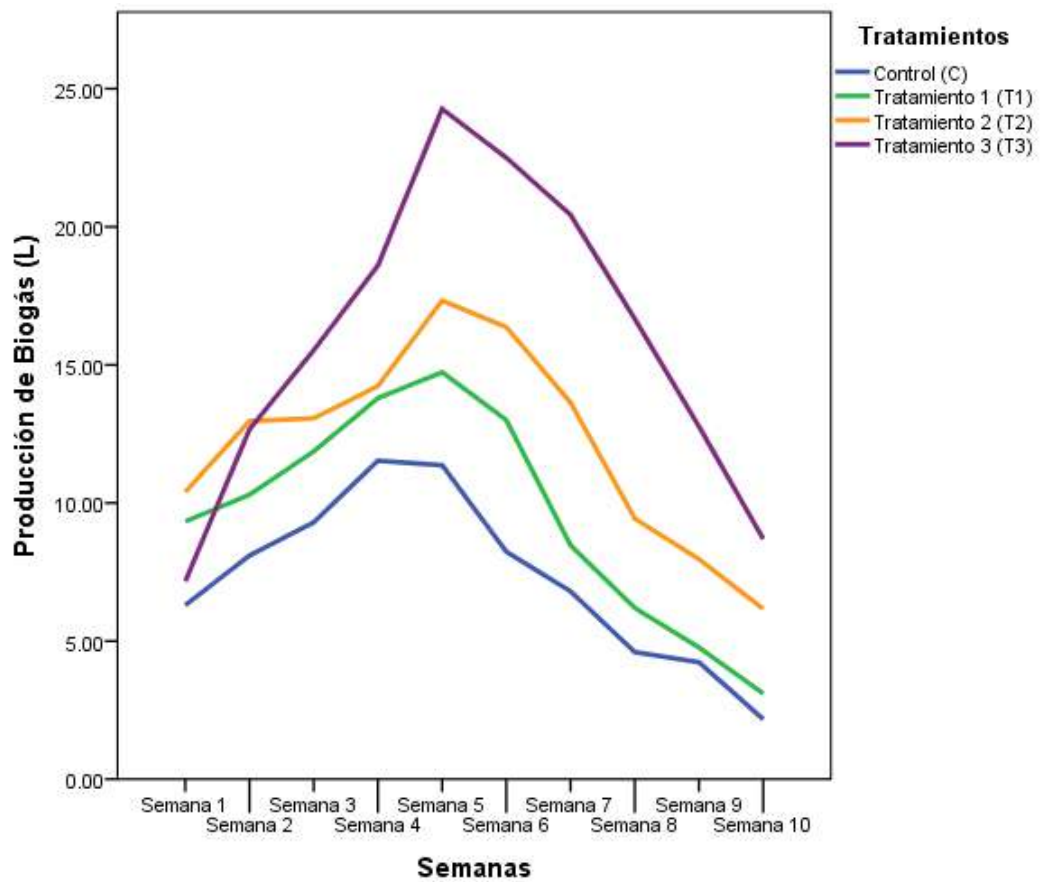


Figura 8. Comportamiento semanal de la producción de biogás en litros por tratamiento durante diez semanas.

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un análisis estadístico a los resultados totales de la producción de biogás en los que se obtuvo diferencias estadísticas entre tratamientos como se observa en la Tabla 14.

Tabla 14. Prueba de Tukey para biogás total producido.

Tratamientos ^a	Variación de biogás total (L)		
	Media	SE	Tukey
Control (C)	72.6333	1.57	a
Tratamiento 1 (T1)	95.5667	1.63	b
Tratamiento 2 (T2)	121.5667	2.03	c
Tratamiento 3 (T3)	159.3000	2.52	d

^aN=3

Nota: Variación de biogás total (L) en cuatro tratamientos de biol a partir de restos de trucha y estiércol vacuno [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Medias y error estándar (SE) son mostrados. Datos Analizados con ANOVA Tukey entre tratamientos (letras en minúscula). Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de biogás acumulado promedio se observan en la Tabla 15, siendo el tratamiento con mayor producción de biogás el T3 (15.3 L) y con menor producción el Control (72.63 L).

Tabla 15. Producción de biogás acumulado en litros por tratamiento durante diez semanas o 69 días.

Biogás (L)	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28	Día 35	Día 42	Día 49	Día 56	Día 62	Día 69
Control	6.30	14.40	23.70	35.23	46.60	54.83	61.63	66.23	70.47	72.63
T1	9.33	19.63	31.50	45.30	60.03	73.03	81.50	87.70	92.47	95.57
T2	10.40	23.37	36.43	50.67	68.00	84.37	98.00	107.43	115.40	121.57
T3	7.17	19.83	35.37	53.97	78.23	100.73	121.17	137.83	150.60	159.30

Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de biogás acumulado se puede apreciar con mejor detalle en la Figura 9 donde se tiene que la producción de biogás total por cada tratamiento en orden decreciente es T3 > T2 > T1 > Control con valores de 72.6, 95.6, 121.6 y 159.3 litros.

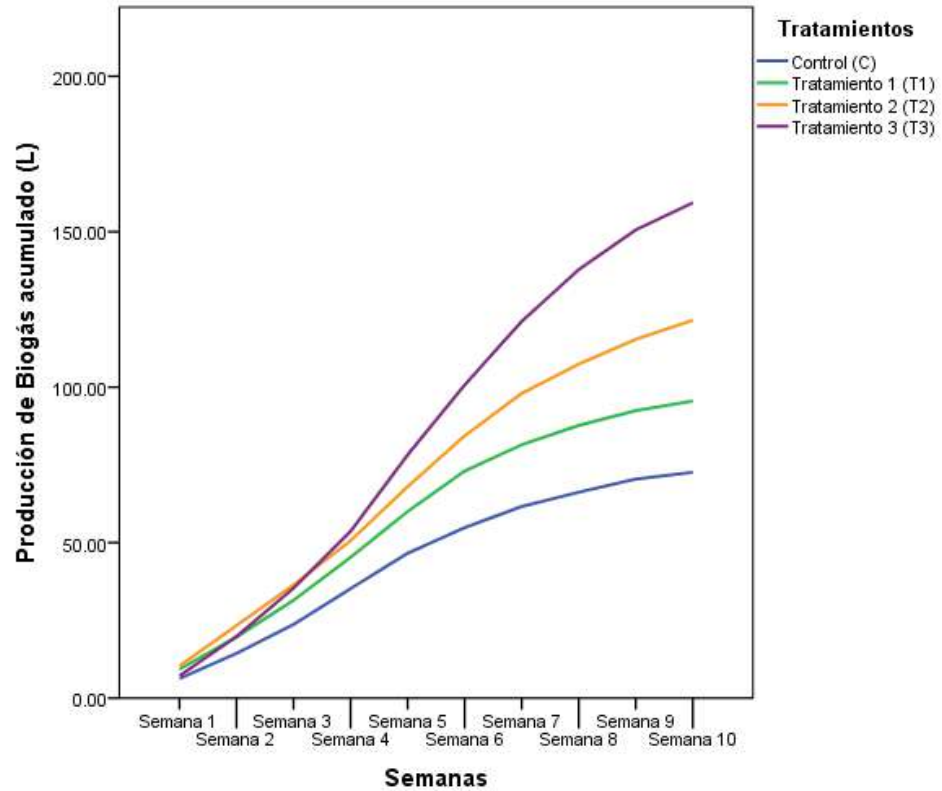


Figura 9. Producción acumulada de biogás en litros por tratamientos durante diez semanas.

Fuente: Elaboración propia

6.4 Composición del biol obtenido

6.4.1 Macronutrientes primarios

Al realizar el análisis de varianza entre los tratamientos, arrojó diferencias significativas ($p < 0.05$) por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey.

Los macronutrientes primarios están conformados por nitrógeno, fósforo y potasio; en la presente investigación se determinó la

cantidad de estos elementos por cada uno de los tratamientos y sus repeticiones evaluadas, estos resultados fueron procesados estadísticamente obteniéndose los promedios y su significancia como se observa en las Tablas 16, 17 y 18 como sus Figuras 10, 11 y 12 donde se muestran los gráficos de barra en función a los resultados obtenidos en las pruebas estadísticas.

Tabla 16. Prueba de Tukey para concentración de Nitrógeno

Tratamientos ^a	Concentración de Nitrógeno (mg.l-1)		
	Media	SE	Tukey
Control (C)	5206.4467	200.18	a
Tratamiento 1 (T1)	5414.8867	208.17	a
Tratamiento 2 (T2)	5769.4433	49.01	ab
Tratamiento 3 (T3)	6600.0000	340.45	b

^aN=3

Nota: Concentración de nitrógeno (mg.l-1) en cuatro tratamientos de biol a partir de restos de trucha y estiércol vacuno [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Medias y error estándar (SE) son mostrados. Datos Analizados con ANOVA Tukey entre tratamientos (letras en minúscula). Fuente: Elaboración propia,

Para el caso del nitrógeno, se obtuvo que el tratamiento T3 fue el de mayor cantidad de nitrógeno (6600 mg.l⁻¹), obteniéndose diferencias significativas determinada por ANOVA de un factor (F(3,8)= 7.47, p=0.010). La prueba de Tukey demostró que hay una diferencia significativa de la concentración de nitrógeno en el tratamiento 3 (6600 ± 340.45, p=0.024) al compararlo con el control (5414.88 ± 200.18). Así mismo, el tratamiento 3 (6600 ± 340.45, p=0.01) también tuvo una diferencia significativa al compararla con el tratamiento 1 (5206.44± 208.16). Sin embargo, el tratamiento 2 (5769.44 ± 49.01) resultó no significativo entre el tratamiento 1

(5206.44± 208.16, p= 0.351), tratamiento 3 (6600 ± 340.45, p=0.114) y control (5414.88 ± 200.18, p=0.690).

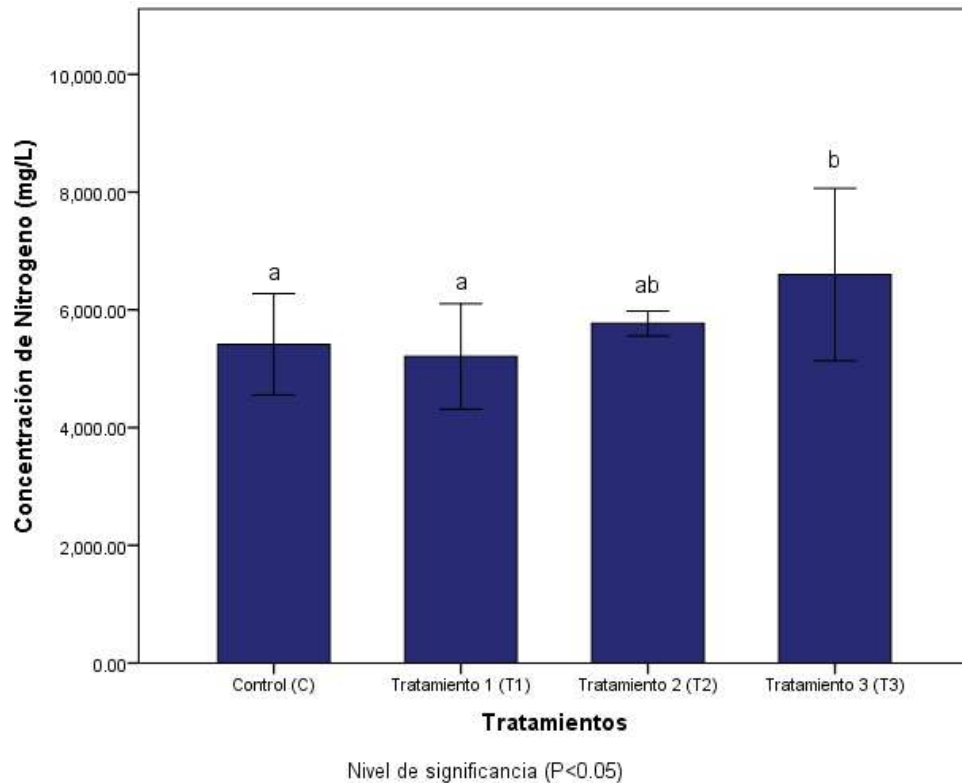


Figura 10. Concentración de Nitrógeno (mg.l-1) por cada tratamiento [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Los datos representan las medias de las tres repeticiones y los errores estándar (SE) se muestran a lo largo de los símbolos. Los datos fueron analizados con análisis de ANOVA Tukey donde diferentes letras indican diferencia significativa (p<0.05) entre tratamientos. Fuente: Elaboración propia.

El control presenta los resultados más elevados de fósforo (724.8 mg.l⁻¹) a comparación de los demás tratamientos, siendo el T1 el que presenta los menores resultados (368.22 mg.l⁻¹) e incrementando la concentración hasta el T3 (565.89 mg.l⁻¹).

Hay una diferencia significativa entre tratamientos para la concentración de fósforo determinada por ANOVA de un factor (F (3,8)= 23.78, p=0.000) La prueba de Tukey demostró que hay una

diferencia significativa de la concentración de fósforo en el tratamiento 3 (565.89 ± 51.03 , $p=0.026$), tratamiento 2 (492.25 ± 7.25 , $p=0.003$), y tratamiento 1 (368.22 ± 21.32 , $p=0.000$) al compararlo con el control (724.81 ± 24.93). Así mismo, el tratamiento 3 (565.89 ± 51.03 , $p=0.008$) también tuvo una diferencia significativa al compararla con el tratamiento 1 (368.22 ± 21.32). Sin embargo, el tratamiento 2 (492.25 ± 7.25) resultó no significativo entre el tratamiento 1 (368.22 ± 21.32 , $p= 0.08$) y tratamiento 3 (565.89 ± 51.03 , $p=0.381$), la Tabla 18, muestra un cuadro resumen de la estadística realizada.

Tabla 17. Prueba de Tukey para concentración de Fósforo

Tratamientos ^a	Concentración de Fósforo (mg.l-1)		
	Media	SE	Tukey
Control (C)	724.81	24.93	c
Tratamiento 1 (T1)	368.22	21.32	a
Tratamiento 2 (T2)	492.25	7.25	ab
Tratamiento 3 (T3)	565.89	51.03	b

^aN=3

Nota: Concentración de fósforo (mg.l-1) en cuatro tratamientos de biol a partir de restos de trucha y estiércol vacuno [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Medias y error estándar (SE) son mostradas. Datos Analizados con ANOVA Tukey entre tratamientos (letras en minúscula). Fuente: Elaboración propia.

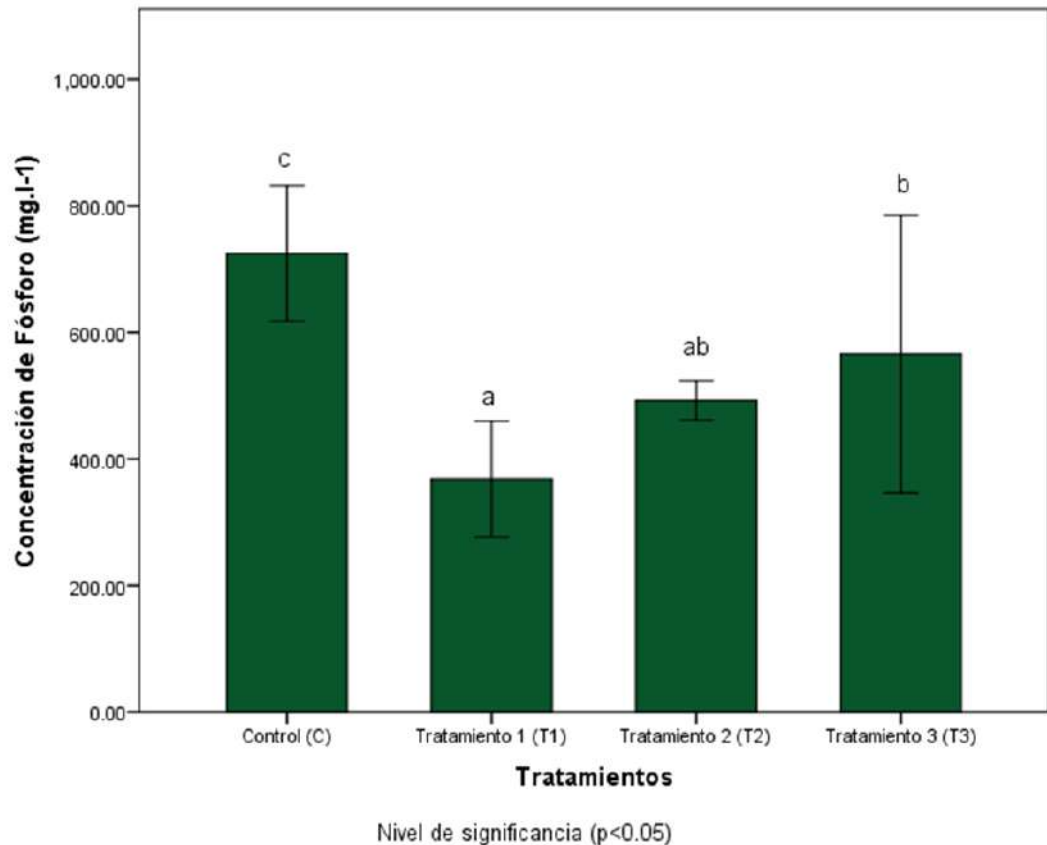


Figura 11. Concentración de Fósforo (mg.l-1) por cada tratamiento [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Los datos representan las medias de las tres repeticiones y los errores estándar (SE) se muestran a lo largo de los símbolos. Los datos fueron analizados con análisis de ANOVA Tukey donde diferentes letras indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el potasio presentó diferencias significativas entre tratamientos determinada por ANOVA de un factor ($F(3,8) = 6.085$, $p = 0.018$). La prueba de Tukey demostró que la concentración de potasio fue significativa en el tratamiento 2 (1563.33 ± 89.18 , $p = 0.024$) al compararlo con el control (961.67 ± 56.74). Sin embargo, el tratamiento 1 (1463.33 ± 84.13) y tratamiento 3 (1136.67 ± 182.79) resultaron no significativos entre el tratamiento 2 (1563.33 ± 89.18) y control (961.67 ± 56.74).

Así mismo, el coeficiente de varianza para el T3 fue el más elevado (27.85%), por lo que las concentraciones obtenidas de potasio para este último tratamiento se encuentran en el límite del rango de aceptación.

Tabla 18. Prueba de Tukey para concentración de Potasio

Tratamientos ^a	Concentración de Potasio (mg.l-1)		
	Media	SE	Tukey
Control (C)	961.67	56.74	a
Tratamiento 1 (T1)	1463.33	84.13	ab
Tratamiento 2 (T2)	1563.33	89.18	b
Tratamiento 3 (T3)	1136.67	182.79	ab

^aN=3

Nota: Concentración de potasio (mg.l-1) en cuatro tratamientos de biol a partir de restos de trucha y estiércol vacuno [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Medias y error estándar (SE) son mostrados. Datos Analizados con ANOVA Tukey entre tratamientos (letras en minúscula). Fuente: Elaboración propia.

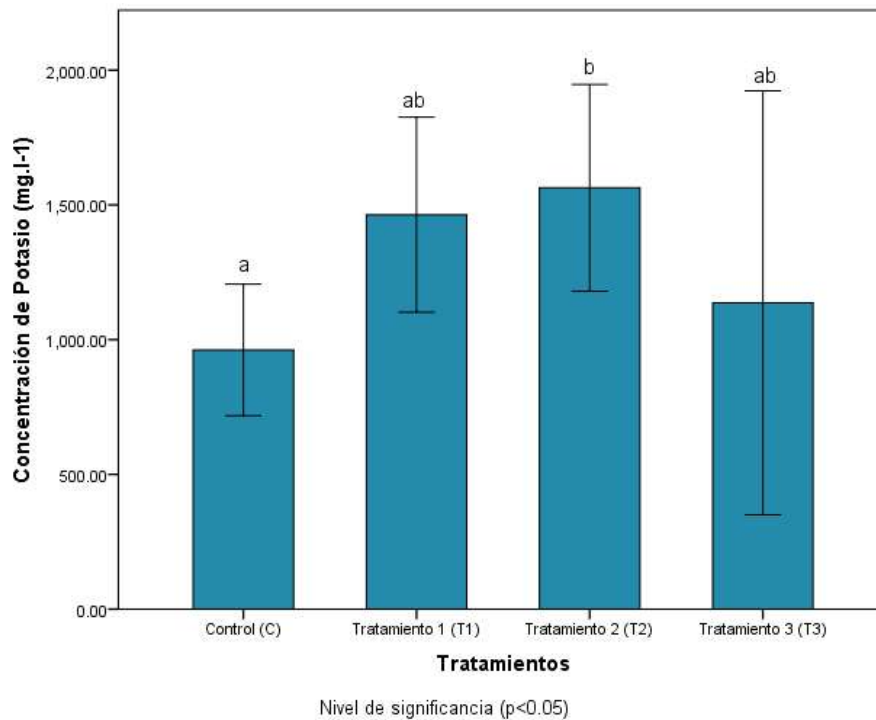


Figura 12. Concentración de Potasio (mg.l-1) por cada tratamiento [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Los datos representan las medias de las tres repeticiones y los errores estándar (SE) se muestran a lo largo de los símbolos. Los datos fueron analizados con análisis de ANOVA Tukey donde diferentes letras indican diferencia significativa (p<0.05) entre tratamientos. Fuente: Elaboración propia.

En resultados generales con respecto a los obtenidos en macronutrientes primarios, se elaboró la Tabla 19 que presenta los promedios de las concentraciones de nitrógeno, fosforo y potasio de cada tratamiento.

Tabla 19. Promedios de la cantidad de macronutrientes primarios en mg.l⁻¹ obtenidos por cada tratamiento.

Tratamientos	N (mg.l ⁻¹)	P (mg.l ⁻¹)	K (mg.l ⁻¹)
Control	5414.89	724.81	961.67
T1	5206.45	368.22	1463.33
T2	5769.44	492.25	1563.33
T3	6600.00	565.89	1136.67

Notas: N= Nitrógeno; P= Fósforo; K= Potasio

Fuente: Elaboración propia

6.4.2 Macronutrientes secundarios

Se considera como macronutrientes secundarios al calcio, magnesio y el sodio que se encuentra como un elemento benéfico para la planta. Los resultados de esta investigación fueron procesados estadísticamente obteniéndose los promedios y su significancia como se observa en las Tablas 20, 21 y 22; así como sus Figuras 13, 14 y 15 donde se muestran los gráficos de barra en función a los resultados obtenidos en las pruebas estadísticas.

El calcio presentó diferencias significativas determinada por ANOVA de un factor ($F(3,8) = 443.173, p=0.000$). La prueba de Tukey demostró que el tratamiento 3 ($1603.33 \pm 27.28, p=0.000$), tratamiento 2 ($1016.33 \pm 18.41, p=0.000$), y tratamiento 1 ($314.17 \pm 54.92, p=0.000$) fue significativa al compararlos con los demás tratamientos y control (124.67 ± 7.07).

Tabla 20. Prueba de Tukey para concentración de Calcio

Tratamientos ^a	Concentración de Calcio (mg.l-1)		
	Media	SE	Tukey
Control (C)	124.67	7.07	a
Tratamiento 1 (T1)	314.17	54.92	b
Tratamiento 2 (T2)	1016.33	18.41	c
Tratamiento 3 (T3)	1603.33	27.28	d

^aN=3

Nota: Concentración de calcio (mg.l-1) en cuatro tratamientos de biol a partir de restos de trucha y estiércol vacuno [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Medias y error estándar (SE) son mostrados. Datos Analizados con ANOVA Tukey entre tratamientos (letras en minúscula). Fuente: Elaboración propia.

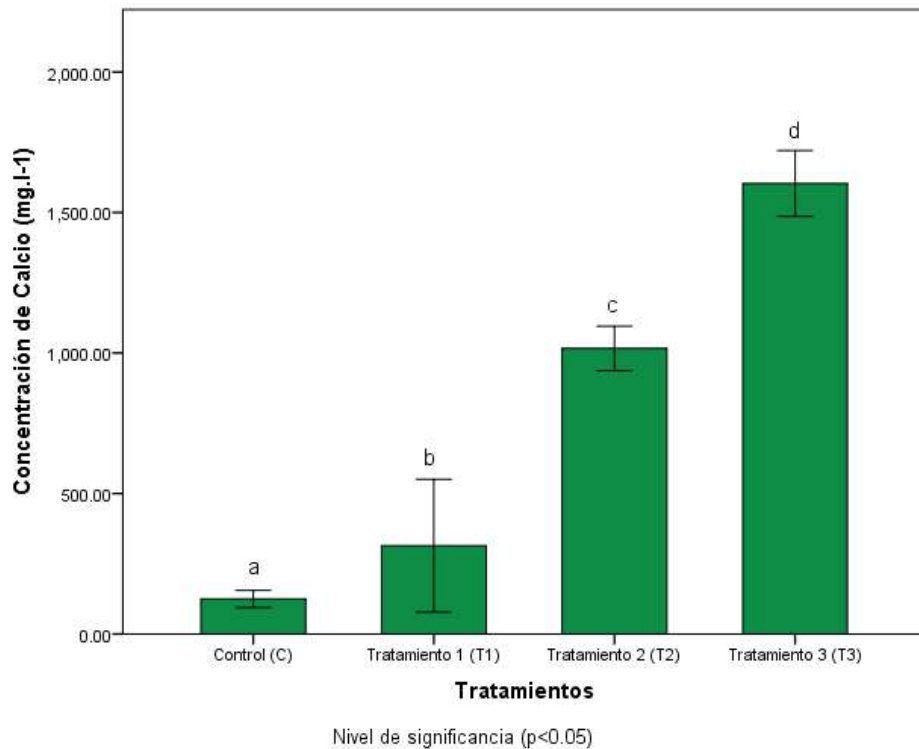


Figura 13. Concentración de Calcio (mg.l^{-1}) por cada tratamiento [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Los datos representan las medias de las tres repeticiones y los errores estándar (SE) se muestran a lo largo de los símbolos. Los datos fueron analizados con análisis de ANOVA Tukey donde diferentes letras indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos. Fuente: Elaboración propia.

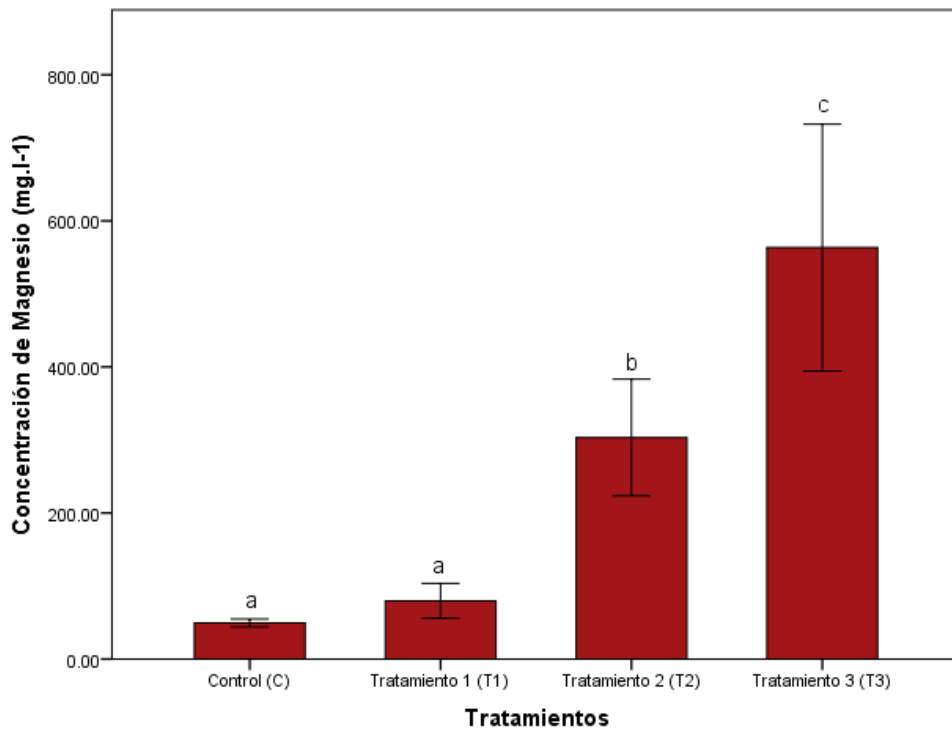
Hay una diferencia significativa entre tratamientos para la concentración de magnesio determinada por ANOVA de un factor ($F(3, 8) = 23.78$, $p = 0.000$) La prueba de Tukey demostró que hay una diferencia significativa de la concentración de magnesio en el tratamiento 3 (563.33 ± 39.30 , $p = 0.000$) y tratamiento 2 (303.33 ± 18.56 , $p = 0.000$) al compararlo con todos los tratamientos y el control (49.50 ± 1.26). Sin embargo, el tratamiento 1 (79.67 ± 5.55 , $p = 0.768$) resultó no significativo entre el control (49.50 ± 1.26).

Tabla 21. Prueba de Tukey para concentración de Magnesio

Tratamientos ^a	Concentración de Magnesio (mg.l-1)		
	Media	SE	Tukey
Control (C)	49.50	1.26	a
Tratamiento 1 (T1)	79.67	5.55	a
Tratamiento 2 (T2)	303.33	18.56	b
Tratamiento 3 (T3)	563.33	39.30	c

^aN=3

Nota: Concentración de magnesio (mg.l-1) en cuatro tratamientos de biol a partir de restos de trucha y estiércol vacuno [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Medias y error estándar (SE) son mostrados. Datos Analizados con ANOVA Tukey entre tratamientos (letras en minúscula). Fuente: Elaboración propia.



Nivel de significancia (p<0.05)

Figura 14. Concentración de Magnesio (mg.l-1) por cada tratamiento [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Los datos representan las medias de las tres repeticiones y los errores estándar (SE) se muestran a lo largo de los símbolos. Los datos fueron analizados con análisis de ANOVA Tukey donde diferentes letras indican diferencia significativa (p<0.05) entre tratamientos. Fuente: Elaboración propia.

Lo mismo sucede para la concentración del sodio, que muestra una diferencia significativa entre tratamientos determinada por ANOVA de un factor ($F(3,8)= 177.008$, $p=0.000$) La prueba de Tukey demostró que la concentración de sodio entre el tratamiento 3 (1408.33 ± 60.85 , $p=0.000$), tratamiento 2 (775.00 ± 12.58 , $p=0.013$), y tratamiento 1 (573.33 ± 8.82 , $p=0.009$) fue significativa al compararlos con los demás tratamientos y control (358.83 ± 26.33).

Tabla 22. Prueba de Tukey para concentración de Sodio

Tratamientos ^a	Concentración de Sodio (mg.l-1)		
	Media	SE	Tukey
Control (C)	358.83	26.33	a
Tratamiento 1 (T1)	573.33	8.82	b
Tratamiento 2 (T2)	775.00	12.58	c
Tratamiento 3 (T3)	1408.33	60.85	d

^aN=3

Nota: Concentración de Sodio (mg.l-1) en cuatro tratamientos de biol a partir de restos de trucha y estiércol vacuno [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Medias y error estándar (SE) son mostradas. Datos Analizados con ANOVA Tukey entre tratamientos (letras en minúscula). Fuente: Elaboración propia.

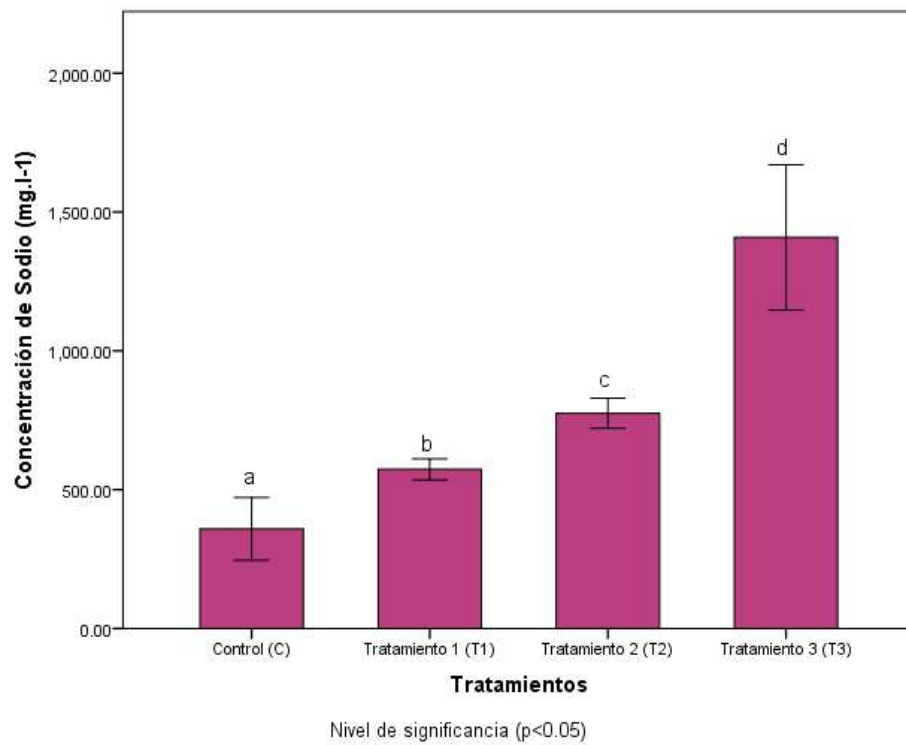


Figura 15. Concentración de Sodio (mg.l-1) por cada tratamiento [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Los datos representan las medias de las tres repeticiones y los errores estándar (SE) se muestran a lo largo de los símbolos. Los datos fueron analizados con análisis de ANOVA Tukey donde diferentes letras indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos. Fuente: Elaboración propia.

Para los tres elementos mencionados se obtuvo una tendencia ascendente por cada tratamiento, esto se puede observar en las Figuras 13, 14 y 15.

Además, se puede observar en la Figura 16 el comportamiento de los tratamientos con sus concentraciones de macronutrientes primarios y secundarios, pudiéndose tener que el T3 fue el que obtuvo mayor concentración de estos elementos.

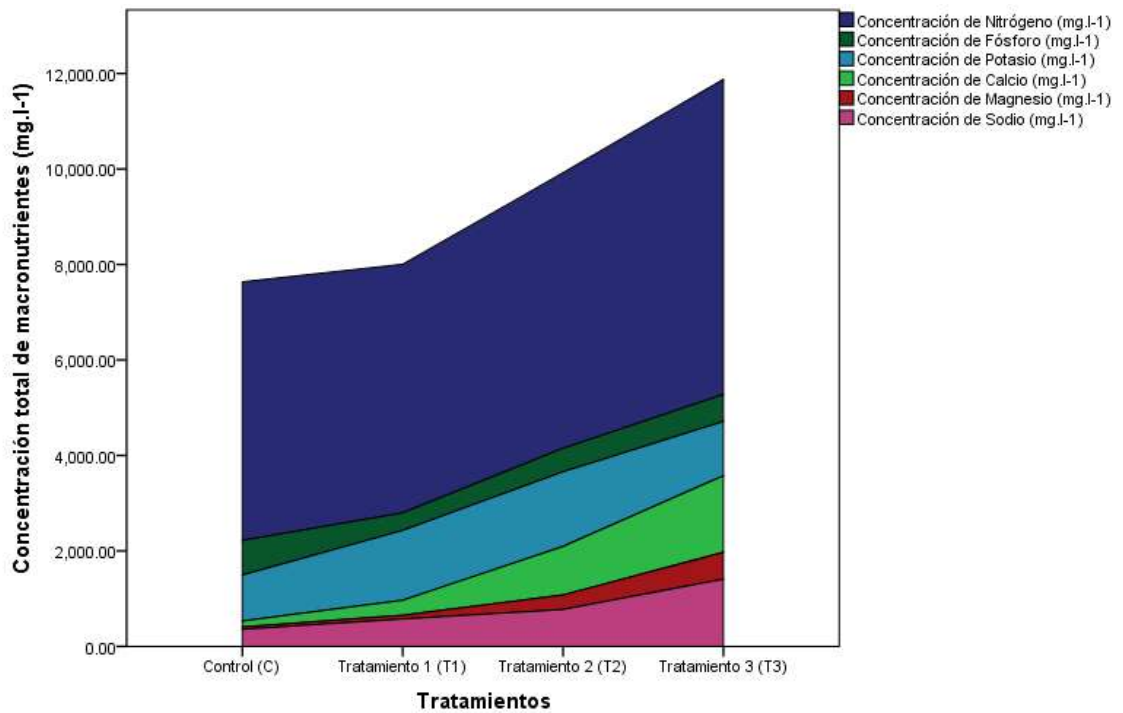


Figura 16. Concentración de macronutrientes para cada tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

6.4.3 Ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas

Los ácidos húmicos, fúlvicos y huminas evaluados en la investigación fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza entre tratamientos, arrojando diferencias significativas ($p < 0.05$) por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey, estos resultados se pueden encontrar en las Tablas 23, 24 y 25; como las Figuras 17, 18 y 19 donde se muestran los gráficos de barra en función a los resultados obtenidos en las pruebas estadísticas.

Tabla 23. Prueba de Tukey para concentración de Ácidos húmicos

Tratamientos ^a	Concentración de Ácidos Húmicos (%)		
	Media	SE	Tukey
	Control (C)	0.00	0.00
Tratamiento 1 (T1)	0.05	0.05	a
Tratamiento 2 (T2)	0.61	0.04	b
Tratamiento 3 (T3)	1.06	0.10	c

^aN=3

Nota: Concentración de Ácidos Húmicos (%) en cuatro tratamientos de biol a partir de restos de trucha y estiércol vacuno [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Medias y error estándar (SE) son mostrados. Datos Analizados con ANOVA Tukey entre tratamientos (letras en minúscula). Fuente: Elaboración propia.

Hay una diferencia significativa entre tratamientos para la concentración de ácidos húmicos determinada por ANOVA de un factor ($F(3,8) = 23.78, p = 0.000$) La prueba de Tukey demostró que hay una diferencia significativa de la concentración de ácidos húmicos en el tratamiento 3 ($1.06 \pm 0.10, p = 0.000$) y tratamiento 2 ($0.61 \pm 0.04, p = 0.001$) al compararlo con todos los tratamientos y el

control (0.00 ± 0.00). Sin embargo, el tratamiento 1 (0.05 ± 0.05 , $p=0.920$) resultó no significativo entre el control (0.00 ± 0.00).

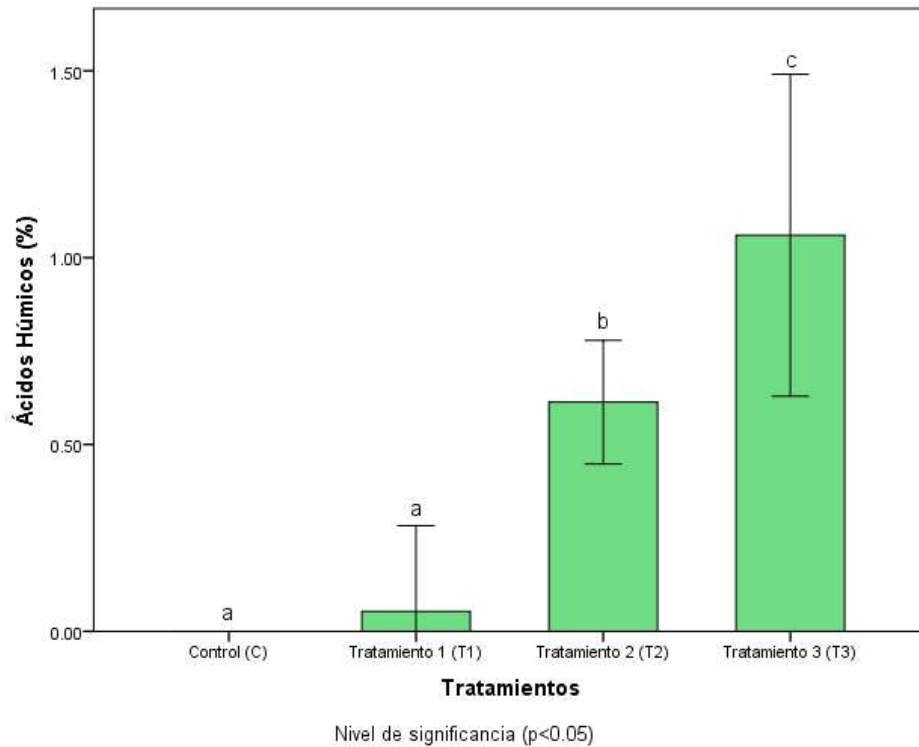


Figura 17. Concentración de Ácidos Húmicos (%) por cada tratamiento [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Los datos representan las medias de las tres repeticiones y los errores estándar (SE) se muestran a lo largo de los símbolos. Los datos fueron analizados con análisis de ANOVA Tukey donde diferentes letras indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos. Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, la concentración de ácidos fúlvicos tiene diferencias significativas entre tratamientos determinada por ANOVA de un factor ($F(3,8) = 7.140$, $p = 0.012$). La prueba de Tukey demostró que hay una diferencia significativa de la concentración de ácidos fúlvicos en el tratamiento 1 (0.47 ± 0.07 , $p = 0.019$), tratamiento 2 (0.46 ± 0.04 , $p = 0.018$) y control (0.60 ± 0.07 , $p = 0.041$) al compararlo con el tratamiento 3 (1.39 ± 0.32). Por otro lado, el tratamiento 1 (0.47 ± 0.07), tratamiento 2 (0.46 ± 0.04) y control (0.60 ± 0.07) resultaron no significativos entre los mismos.

Tabla 24. Prueba de Tukey para concentración de Ácidos fúlvicos.

Tratamientos ^a	Concentración de Ácidos Fúlvicos (%)		
	Media	SE	Tukey
Control (C)	0.60	0.07	a
Tratamiento 1 (T1)	0.47	0.07	a
Tratamiento 2 (T2)	0.46	0.04	a
Tratamiento 3 (T3)	1.39	0.32	b

^aN=3

Nota: Concentración de Ácidos Fúlvicos (%) en cuatro tratamientos de biol a partir de restos de trucha y estiércol vacuno [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Medias y error estándar (SE) son mostrados. Datos Analizados con ANOVA Tukey entre tratamientos (letras en minúscula). Fuente: Elaboración propia.

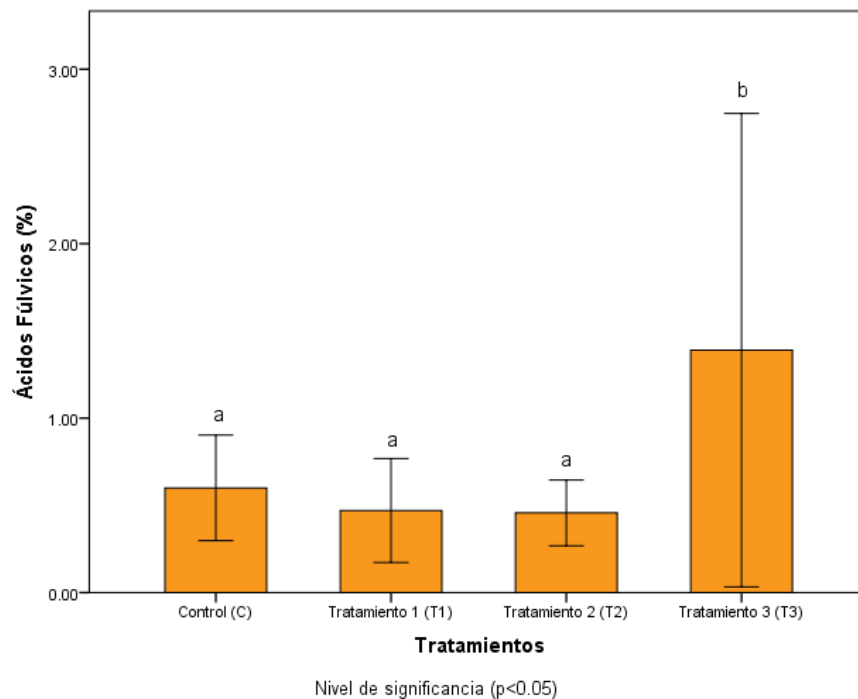


Figura 18. Concentración de Ácidos Fúlvicos (%) por cada tratamiento [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Los datos representan las medias de las tres repeticiones y los errores estándar (SE) se muestran a lo largo de los símbolos. Los datos fueron analizados con análisis de ANOVA Tukey donde diferentes letras indican diferencia significativa (p<0.05) entre tratamientos. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, existe una diferencia significativa entre tratamientos para la concentración de huminas determinada por ANOVA de un factor ($F(3,8) = 17.614, p=0.001$). La prueba de Tukey demostró que hay una diferencia significativa de la concentración de huminas en el tratamiento 3 (0.48 ± 0.10) al compararlo con el tratamiento 1 ($0.05 \pm 0.02, p=0.007$) y el control ($0.07 \pm 0.02, p=0.009$). Lo mismo sucede para el tratamiento 2 (0.57 ± 0.07) al compararlo con el tratamiento 1 ($0.05 \pm 0.02, p=0.002$) y el control ($0.07 \pm 0.02, p=0.003$). Sin embargo, el tratamiento 1 (0.05 ± 0.02) y control (0.07 ± 0.02) resultaron no significativos al compararlos entre sí, lo mismo sucedió para el tratamiento 2 (0.57 ± 0.07) y tratamiento 3 (0.48 ± 0.10) al realizar las comparaciones entre sí.

Tabla 25. Prueba de Tukey para concentración de Huminas

Tratamientos ^a	Concentración de Huminas (%)		
	Media	SE	Tukey
Control (C)	0.07	0.02	a
Tratamiento 1 (T1)	0.05	0.02	a
Tratamiento 2 (T2)	0.57	0.07	b
Tratamiento 3 (T3)	0.48	0.10	b

^aN=3

Nota: Concentración de Huminas (%) en cuatro tratamientos de biol a partir de restos de trucha y estiércol vacuno [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Medias y error estándar (SE) son mostrados. Datos Analizados con ANOVA Tukey entre tratamientos (letras en minúscula). Fuente: Elaboración propia.

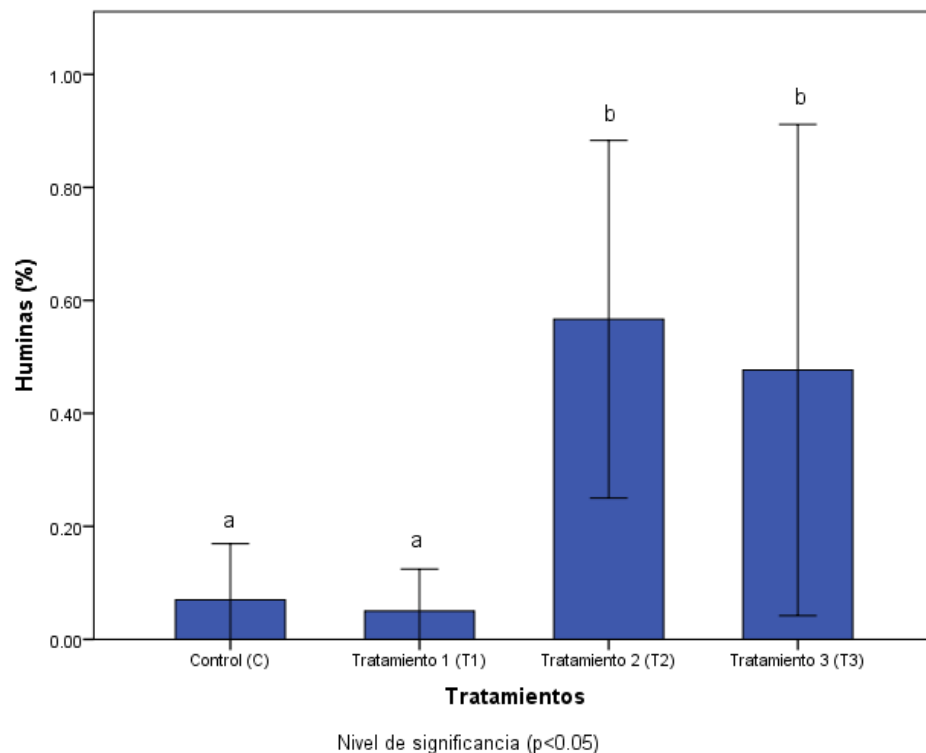


Figura 19. Concentración de Huminas (%) por cada tratamiento [Control (C), Tratamiento 1 (T1), Tratamiento 2 (T2), Tratamiento 3 (T3)]. Los datos representan las medias de las tres repeticiones y los errores estándar (SE) se muestran a lo largo de los símbolos. Los datos fueron analizados con análisis de ANOVA Tukey donde diferentes letras indican diferencia significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos. Fuente: Elaboración propia.

Se elaboró la Tabla 26 que corresponde a los promedios obtenidos de los ácidos húmicos, fúlvicos y huminas expresados en porcentaje; teniendo en cuenta que, para los ácidos húmicos, el control (0%) y el T1 (0.0533%) no tuvo diferencias significativas entre tratamientos. Así mismo, para el caso de ácidos fúlvicos, el T3 (1.39%) obtuvo diferencias significativas con los demás tratamientos y finalmente para la concentración de huminas, el T2 (0.5667%) y T3 (0.4767%) presentaron diferencias significativas a comparación con los demás tratamientos.

Tabla 26. Promedios de la cantidad de ácidos húmicos, fúlvicos y huminas en porcentaje (%) obtenido por cada tratamiento.

Promedios	Ácidos Húmicos (%)	Ácidos Fúlvicos (%)	Huminas (%)
Control	0.00	0.60	0.07
T1	0.05	0.47	0.05
T2	0.61	0.46	0.57
T3	1.06	1.39	0.48

Fuente: Elaboración propia

En condiciones generales como se puede apreciar en la Figura 20, se obtuvo una mayor concentración de ácidos húmicos, fúlvicos y huminas para el T3, seguido del tratamiento T2.

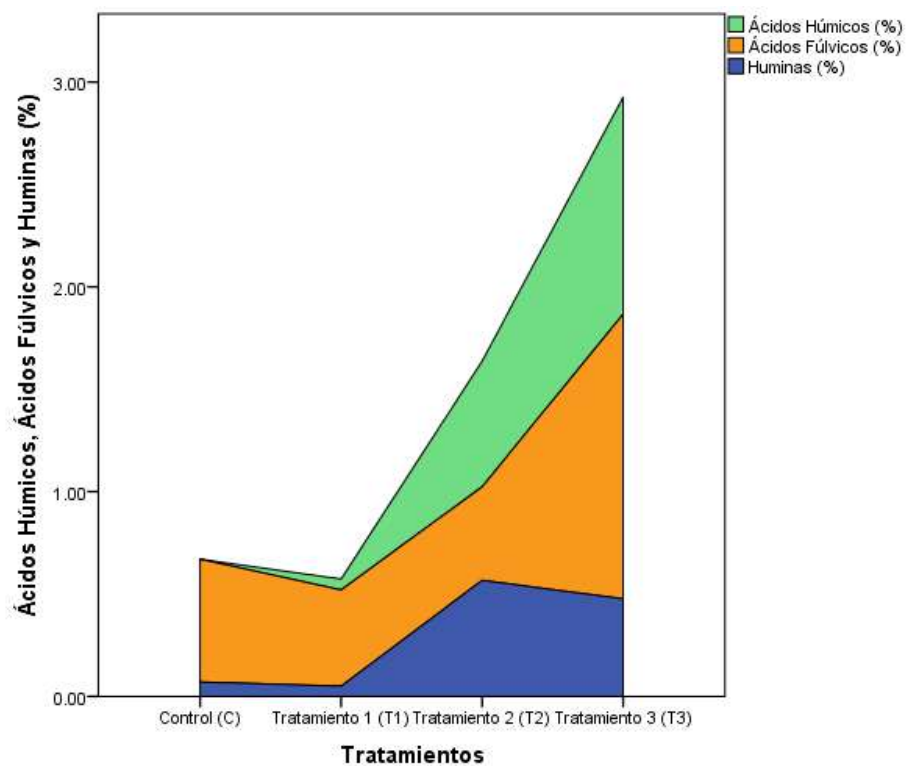


Figura 20. Concentración de ácidos húmicos, fúlvicos y huminas por tratamiento.

Fuente: Elaboración propia

6.5 Reducción de coliformes fecales

En la Tabla 27 se presentan el promedio de los resultados obtenidos al inicio, intermedio y final de la ejecución del proyecto. Estos resultados fueron elaborados por el laboratorio Marino Tabusso de la Universidad Nacional Agraria la Molina indicando la presencia y/o ausencia de coliformes fecales de los tratamientos evaluados.

Tabla 27. Concentración de coliformes fecales en NMP.ml⁻¹ al inicio, intermedio y final del proyecto por tratamientos

Promedio	Inicial (NMP.ml ⁻¹)	Intermedio (NMP.ml ⁻¹)	Final (NMP.ml ⁻¹)
Control	0	0	0
T1	0	0	0
T2	0	0	0
T3	53	2.3	0

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, al inicio del proceso el tratamiento T3 fue el único en el cual se identificó la presencia de coliformes fecales. Debido a que los resultados obtenidos tenían una desviación estándar elevada en la muestra inicial (6.35×10^5), se procedió a sacar la mediana del promedio entre las repeticiones y trabajar con el nuevo valor obtenido para la comparación estadística entre los tiempos inicial, intermedio y final.

Se realizó un análisis estadístico (ANOVA de un factor) donde no se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa entre la cantidad de coliformes fecales inicial, intermedia y final ($F(2,6) = 5.49, p=0.059$). Sin embargo, se puede observar una reducción de coliformes fecales desde el inicio hasta el término del proyecto para este tratamiento.

Para el caso de los demás tratamientos al inicio y hasta el término del proyecto, la presencia de coliformes fecales fue nula, por lo que no se vio necesario el análisis estadístico.

6.6 Relación entre producción de biogás y composición del biol.

6.6.1 Macronutrientes primarios

La correlación de Pearson se realizó para determinar si existe una relación entre la producción de biogás y macronutrientes primarios. Obteniendo una correlación fuerte y positiva con una significancia ($r=0.78$, $N=12$, $p=0.03$) entre la concentración de nitrógeno y producción de biogás; una correlación débil negativa y no significativa ($r=-0.209$, $N=12$, $p=0.515$) entre la concentración de fósforo y producción de biogás; finalmente, una correlación muy débil positiva y no significativa ($r=0.136$, $N=12$, $p=0.674$) entre la concentración de potasio y producción de biogás. En la Tabla 28 se muestra un resumen del análisis estadístico realizado entre las concentraciones de macronutrientes primarios y en la figura 21, 22 y 23 los gráficos de correlación de las concentraciones de macronutrientes primarios entre la producción de biogás.

Tabla 28. Análisis de correlación de Pearson entre la producción de biogás y macronutrientes primarios.

Macronutrientes primarios	Producción de biogás (L) ^a	
	r	p
Concentración de Nitrógeno (mg.l^{-1})	0.78	0.003
Concentración de Fósforo (mg.l^{-1})	-0.209	0.515
Concentración de Potasio (mg.l^{-1})	0.136	0.674

(^a) $N=12$, p: Significancia $p < 0.05$, r: Correlación de Pearson

Fuente: Elaboración propia

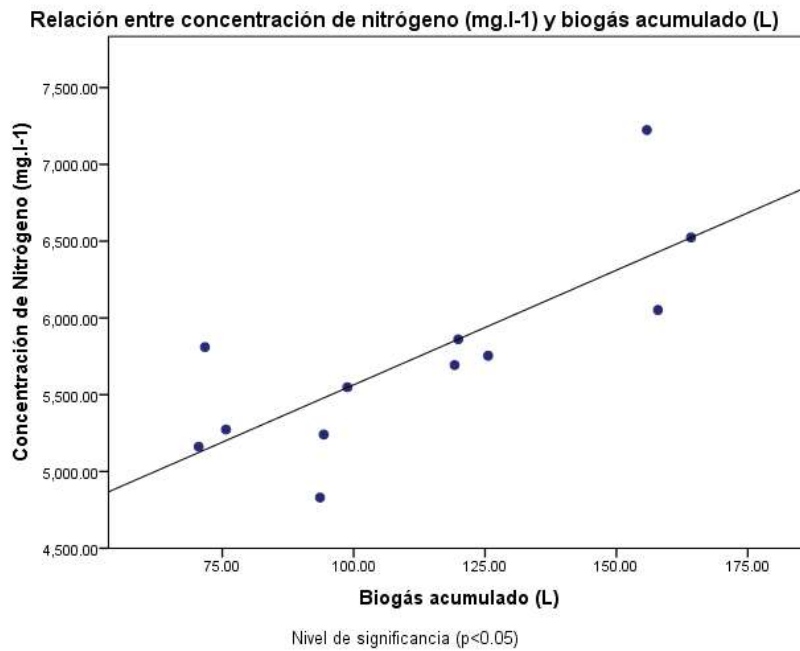


Figura 21. Correlación de Pearson entre concentración de Nitrógeno (mg.l^{-1}) y producción de biogás (L).

Fuente: Elaboración propia.

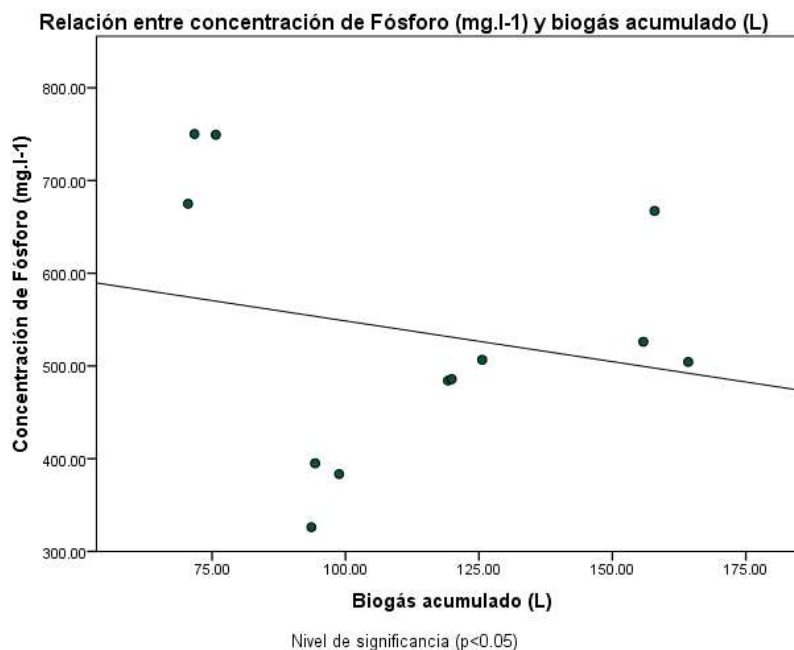


Figura 22. Correlación de Pearson entre concentración de Fósforo (mg.l^{-1}) y producción de biogás (L).

Fuente: Elaboración propia.

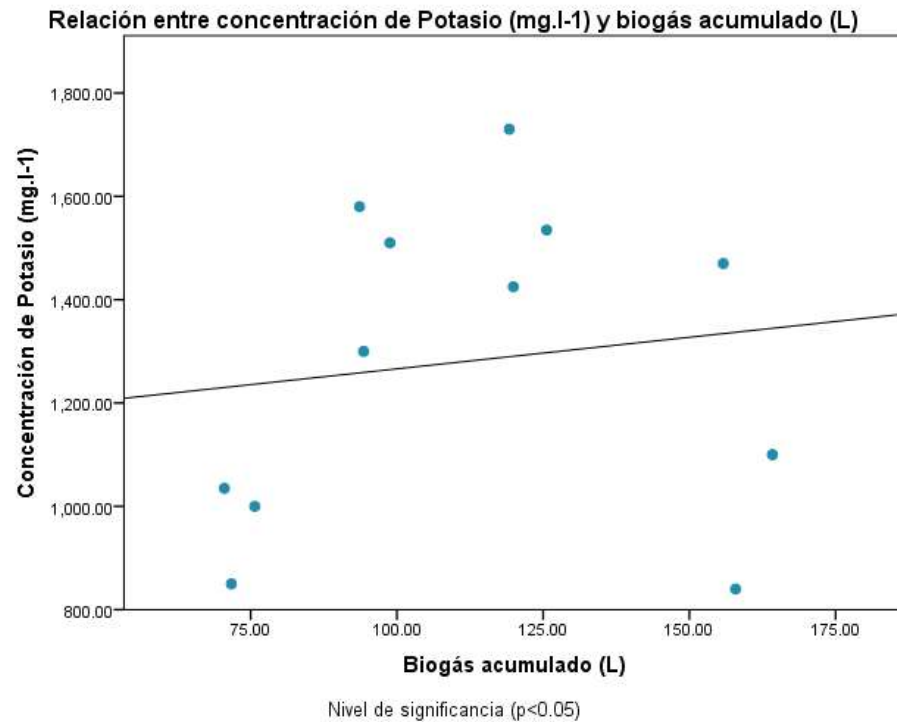


Figura 23. Correlación de Pearson entre concentración de Potasio (mg.l^{-1}) y producción de biogás (L).

Fuente: Elaboración propia.

6.6.2 Macronutrientes secundarios

La correlación de Pearson se realizó para determinar si existe una relación entre la producción de biogás y macronutrientes secundarios. Obteniendo una correlación muy fuerte y positiva con una significancia ($r=0.981$, $N=12$, $p=0.00$) entre la concentración de calcio y producción de biogás; una muy fuerte y positiva con una significancia ($r=0.96$, $N=12$, $p=0.00$) entre la concentración de magnesio y producción de biogás; finalmente, una correlación muy fuerte y positiva con una significancia ($r=0.977$, $N=12$, $p=0.00$) entre la concentración de sodio y producción de biogás. En la Tabla 29 se muestra un resumen del análisis estadístico realizado entre las concentraciones de macronutrientes secundarios y en la figura 24, 25 y 26 los gráficos de correlación de las concentraciones de macronutrientes secundarios entre la producción de biogás.

Tabla 29. Análisis de correlación de Pearson entre la producción de biogás y macronutrientes secundarios.

Macronutrientes secundarios	Producción de biogás (L) ^a	
	r	p
Concentración de Calcio (mg.l ⁻¹)	0.981	0.000
Concentración de Magnesio (mg.l ⁻¹)	0.960	0.000
Concentración de Sodio (mg.l ⁻¹)	0.977	0.000

^aN=12, p: Significancia p < 0.05, r: Correlación de Pearson
Fuente: Elaboración propia

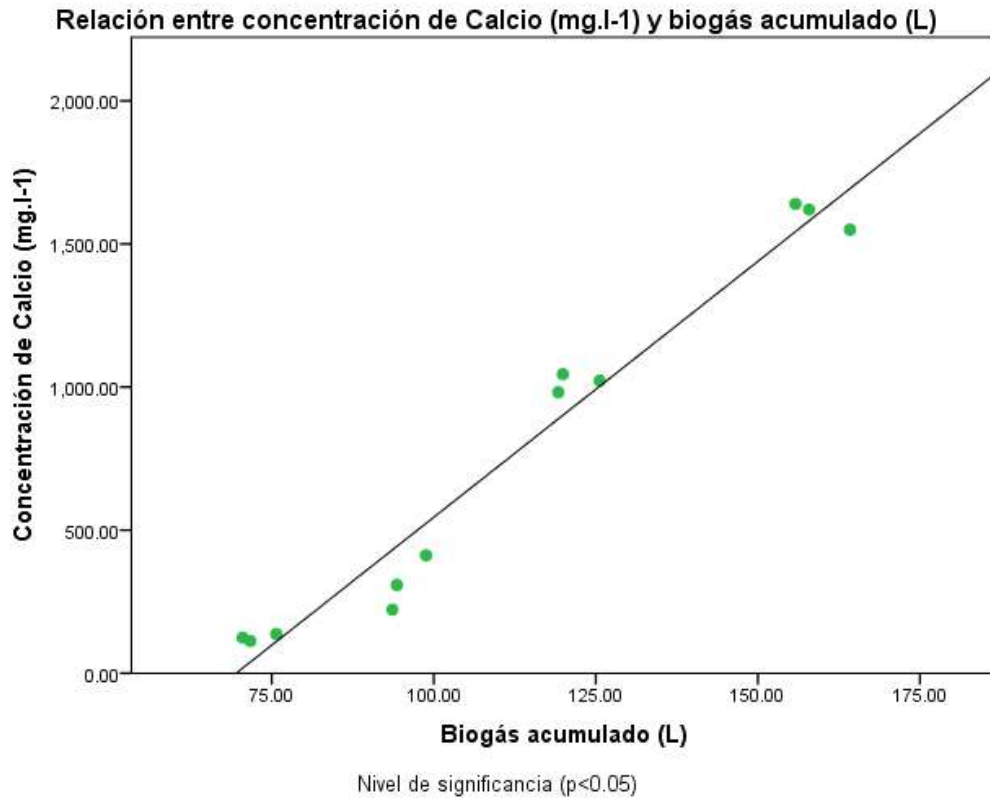


Figura 24. Correlación de Pearson entre concentración de Calcio (mg.l⁻¹) y producción de biogas (L).

Fuente: Elaboración propia.

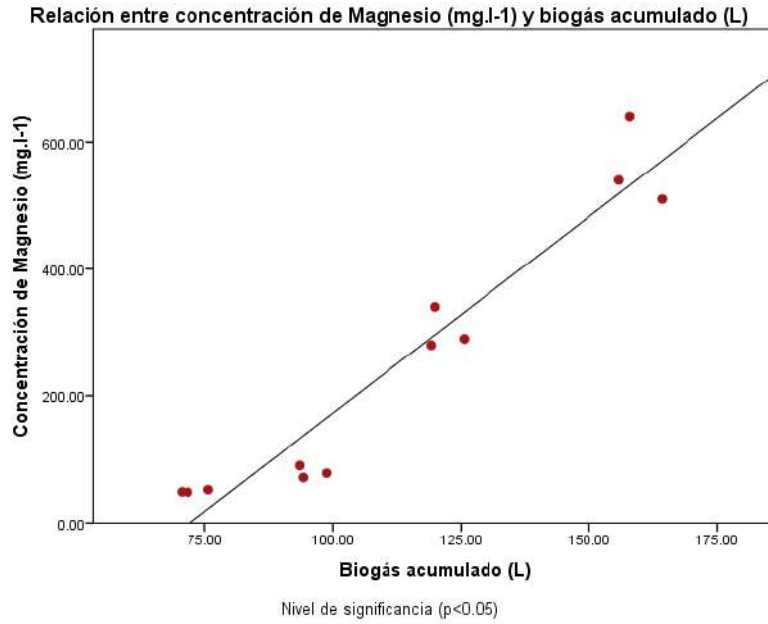


Figura 25. Correlación de Pearson entre concentración de Magnesio (mg.l⁻¹) y producción de biogás (L).

Fuente: Elaboración propia.

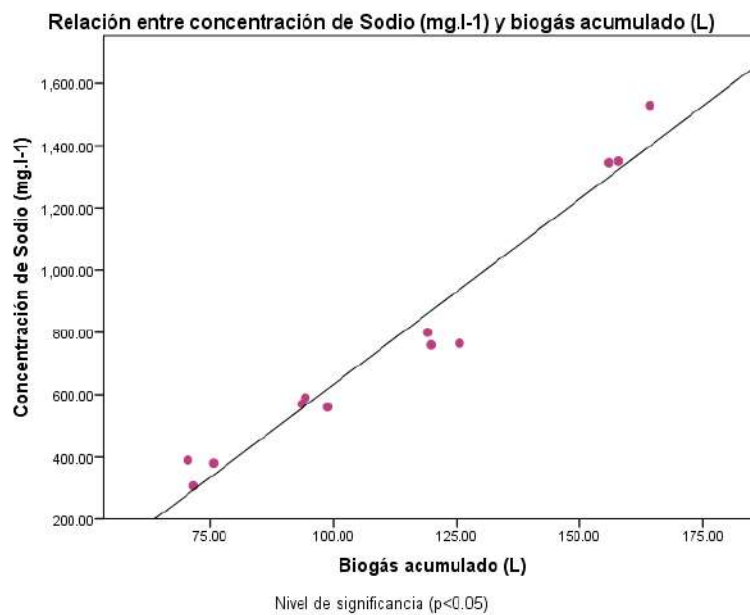


Figura 26. Correlación de Pearson entre concentración de Sodio (mg.l⁻¹) y producción de biogás (L).

Fuente: Elaboración propia.

6.6.3 Ácidos Húmicos, ácidos fúlvicos y huminas

La correlación de Pearson se realizó para determinar si existe una relación entre la producción de biogás y concentración de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas. Obteniendo una correlación muy fuerte y positiva con una significancia ($r=0.946$, $N=12$, $p=0.00$) entre la concentración de ácidos húmicos y producción de biogás; una fuerte y positiva con una significancia ($r=0.678$, $N=12$, $p=0.015$) entre la concentración de ácidos fúlvicos y producción de biogás; finalmente, una correlación fuerte y positiva con una significancia ($r=0.753$, $N=12$, $p=0.005$) entre la concentración de huminas y producción de biogás. En la Tabla 30 se muestra un resumen del análisis estadístico realizado entre las concentraciones de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas y en la figura 27, 28 y 29 los gráficos de correlación de las concentraciones de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas entre la producción de biogás.

Tabla 30. Análisis de correlación de Pearson entre la producción de biogás y ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas.

Concentración de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas	Producción de biogás (L) ^a	
	r	p
Concentración de Ácidos húmicos (%)	0.946	0.000
Concentración de Ácidos fúlvicos (%)	0.678	0.015
Concentración de Huminas (%)	0.753	0.005

^aN=12, p: Significancia $p < 0.05$, r: Correlación de Pearson

Fuente: Elaboración propia

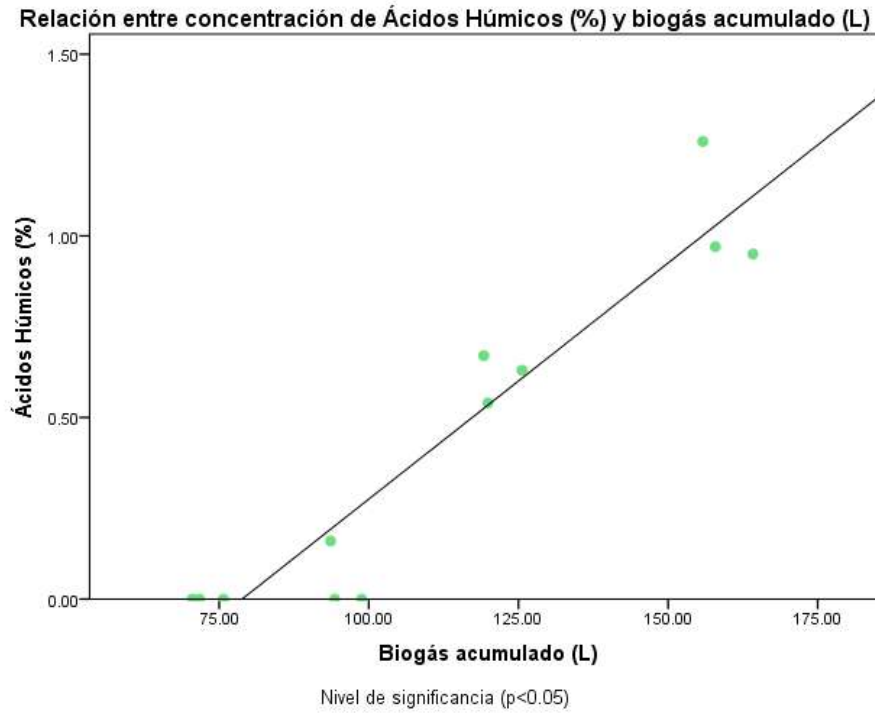


Figura 27. Correlación de Pearson entre concentración de Ácidos húmicos (%) y producción de biogas (L).

Fuente: Elaboración propia.

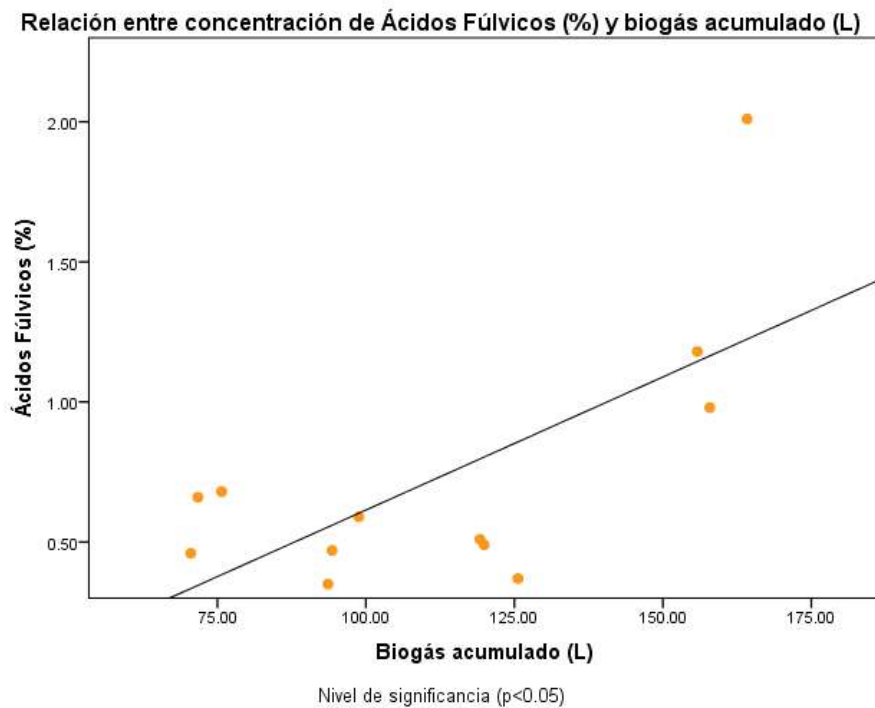


Figura 28. Correlación de Pearson entre concentración de Ácidos fúlvicos (%) y producción de biogas (L).

Fuente: Elaboración propia.

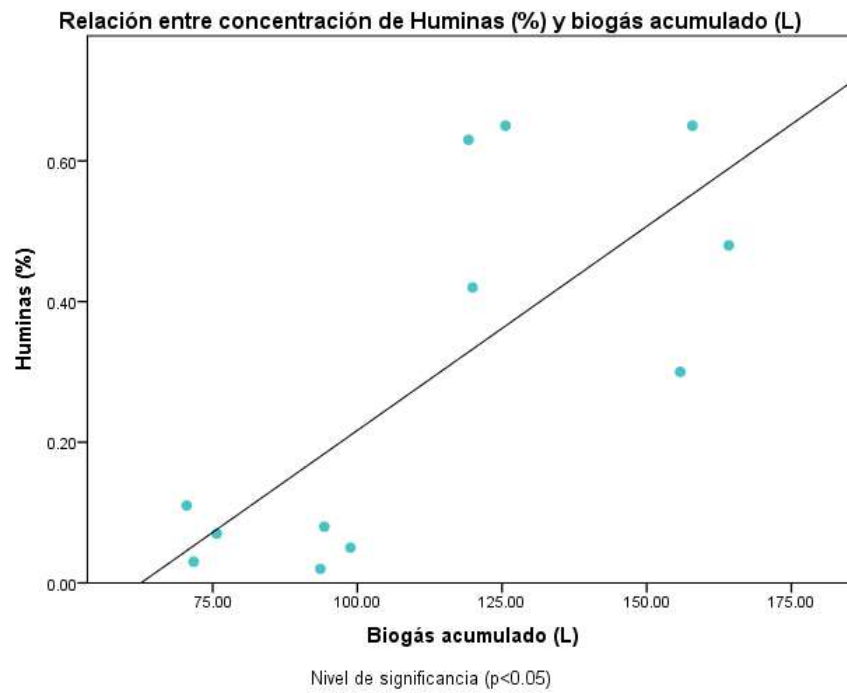


Figura 29. Correlación de Pearson entre concentración de Huminas (%) y producción de biogás (L).

Fuente: Elaboración propia.

VII. DISCUSIÓN

7.1 Variación de pH y temperatura semanal

A lo largo de las semanas, el pH para todos los tratamientos tiende a la neutralidad en un rango de 6.94 a 7.29 como se presenta en la Tabla 10, lo que según FAO (2011) favoreció el proceso de degradación anaerobia al no bajar de 6 ni subir de 8 su valor de pH determinando consigo una mayor actividad de las bacterias metanogénicas determinando la producción y composición del biogás.

El comportamiento del pH para los tratamientos T2 y T3 tiende a disminuir durante las primeras semanas de iniciado el proceso, ya que según Cárdenas (2009) se tiene una mayor producción de ácido orgánico en los digestores por causa de la actividad de las bacterias acidogénicas haciendo que el pH sea menor, pero que a medida siga el proceso de fermentación, la concentración de amoníaco aumenta gradualmente por la acción de las bacterias catabolizadoras de proteínas neutralizando el ácido orgánico y manteniendo el valor de pH en la neutralidad.

Por otro lado, los tratamientos control y T1 al tener una relación Carbono/Nitrógeno relativamente baja según FAO (2011) la actividad bacteriana es mucho menos acelerada y tiende a producirse amonio lo que podría inhibir el proceso de digestión anaerobia. Además, en función a que los restos de peces tienen un elevado contenido de lípidos, la fase de degradación de estos en condiciones anaeróbicas se realiza en la etapa de hidrólisis, donde se inicia la ruptura de las grasas por acción de enzimas hidrolíticas que generarán los ácidos grasos necesarios para la etapa de acidogénesis; es por este motivo que durante la semana de arranque el pH de estos tratamientos no disminuyó a diferencia de los demás tratamientos.

Así mismo, Gostincar (1998) menciona que no es recomendable un pH muy elevado ni muy bajo para su aplicación a las plantas ya que cuando no se tiene un control de este parámetro, al aplicar a la planta disminuye la absorción de los nutrientes elementales requeridos para su crecimiento bloqueando su disponibilidad.

La digestión anaeróbica se desarrolló en un rango mesofílico, debido a que es el más utilizado en diferentes investigaciones por lo que necesita un menor control del sistema y con ello una actividad menos costosa (Cárdenas, 2012).

El promedio de las temperaturas semanales de los tratamientos se mantuvo en un rango de 27.13 a 27.5 °C lo que según Lagrange (1979) tiene un tiempo de fermentación de 30 a 60 días, este tiempo se pudo aplicar en la presente investigación que tuvo una duración de 69 días.

Durante la semana de arranque del proyecto, las temperaturas de todos los tratamientos tienden a elevarse para la semana dos, permitiendo acelerar el proceso de fermentación anaerobia, estas temperaturas se mantienen hasta la semana seis donde disminuye notablemente la temperatura hasta un rango de 23.6 a 24.4°C; según FAO (2011) el comportamiento de la temperatura tiende a su reducción en el tiempo, pero con periodos donde la temperatura es mucho más elevada, esto se debe a que el sistema utilizado para la degradación anaerobia fue de régimen discontinuo.

Así mismo, debido a que la investigación se desarrolló en la temporada de verano, en función a la FAO (2011) las temperaturas elevadas implican una reducción en los tiempos de retención y un aumento en la solubilidad de la mayoría de las sales de manera que la materia orgánica es más accesible para los microorganismos incrementando con esto la velocidad de la digestión del volumen del material en los tanques.

Cabe resaltar que los incrementos de temperatura coinciden con la mayor producción de biogás; siendo las primeras semanas del ensayo el periodo de arranque para la producción de biogás, donde Paucar (2015) indica que durante la biodigestión el metabolismo de las bacterias y el crecimiento microbiano aumentan la temperatura del reactor.

7.2 Variación de producción de biogás entre tratamientos

Se puede mencionar que el volumen de biogás obtenido a partir de los restos de trucha y estiércol de vaca del T3 es mayor que el obtenido por el control al finalizar la investigación; esto se debe a que la adición de estiércol vacuno en diferentes cantidades mejoró la relación carbono/nitrógeno de los tratamientos y las elevadas temperaturas permitieron un aumento en la velocidad de reacción (FAO, 2011).

Según Eiroa et. al (2012), los restos de trucha contienen altos contenidos de ácidos grasos de cadena larga, lo que ocasiona una acumulación del contenido de lípidos causando una posible inhibición de los tratamientos por un exceso de producción de amoníaco formado por las altas concentraciones de nitrógeno que tienen los restos de peces, además de reducir hasta en un 50% la producción de metano; es por este motivo que el tratamiento control de la presente investigación obtuvo los resultados más bajos con respecto a la producción de biogás debido a este factor limitante que tienen los restos de peces para una adecuada digestión anaerobia.

Por otro lado, Marti (2008) sostiene que el biogás producido por estiércol vacuno en el proceso de digestión anaerobio tiene una estimación teórica de producir 35.3 l.kg^{-1} en función a la cantidad en kilogramos de los sustratos a usar en el proceso de digestión anaerobia y que varía de acuerdo al sistema, régimen, rangos de temperatura y pH a usar. Estos resultados teóricos son superiores al compararlos con la presente investigación que usó para el T1, T2 y T3 las cantidades de

seis, 12 y 24 kilogramos de estiércol. La producción de biogás en cada tratamiento respondió a la mezcla de dos sustratos y a la variación de las temperaturas ambientales pudiéndose observar que a mayor adición de estiércol vacuno mayor fue la producción de biogás obtenido.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, Cárdenas (2012) menciona que al usar solamente estiércol de vaca obtuvo un volumen acumulado de 661.5 litros y al realizar una codigestión con residuos orgánicos, el volumen acumulado de biogás disminuyó a 597.5 litros, lo que quiere decir que al realizar una codigestión anaerobia para el caso de biogás la producción variará en función a las materias primas a degradar.

7.3 Variación de composición de biol entre tratamientos

En esta investigación, los resultados obtenidos con respecto a la concentración de nitrógeno son bastante elevados a comparación con otros autores que usaron diferentes materias orgánicas a descomponer como Castillo (2012) que obtuvo un valor de 1008 mg.l^{-1} usando a la gallinaza como principal sustrato; así mismo Cárdenas (2012) tuvo valores de 676.67 mg.l^{-1} y 814.33 mg.l^{-1} usando estiércol de vaca y mezcla de restos orgánicos con estiércol de vaca respectivamente, demostrando que el estiércol de vaca favorece en el aumento de concentración de nitrógeno. Sin embargo, los resultados obtenidos son casi tres veces más elevados a los comparados con la literatura esto se debe a que en un estudio realizado por Gostincar (1998) los restos de peces tienen un alto contenido de nitrógeno porque son ricas en proteínas y esto se comprueba con los resultados que tuvo el tratamiento que tenía vísceras de trucha y otros componentes en el estudio de Jiménez (2012) donde la concentración de nitrógeno fue de $2950.19 \text{ mg.l}^{-1}$ similar a la obtenida en la presente investigación.

Para el caso del fósforo, se puede mencionar que el control fue el que obtuvo mejores resultados, esto se debe a que los peces contienen una mayor cantidad de fósforo a diferencia de los animales de sangre caliente, este nutriente se encuentra en mayores cantidades en los huesos de los peces (Zavalza, 1994). Así mismo, al momento de cargar los biodigestores al inicio del proyecto los controles fueron los últimos en cargarse y se pudo observar que presentaba los restos de trucha en estado más sólido que lo que se colocó en los demás tratamientos, por lo que pudo reflejarse en los resultados obtenidos para la concentración de fósforo, ya que contenía una mayor concentración de los huesos de trucha.

Sin embargo, la concentración de fósforo para todos los tratamientos fue elevada al compararla con otros autores que usaron diferentes sustratos a degradar anaeróbicamente como Quipuzco y Baldeón (2011) que usaron estiércol de cuy obteniendo una concentración de fósforo de 90.77 mg.l^{-1} y Paucar (2015) que utilizó codornaza teniendo una concentración de fósforo de 116.29 mg.l^{-1} , demostrando que los restos de trucha y estiércol de vaca obtienen una elevada concentración de este macronutriente.

Los resultados de concentración de potasio para el tratamiento T3 tuvieron un alto coeficiente de variabilidad por lo cual, si bien fueron considerados como aceptables, pudieron repercutir en la elección del biol con mayor concentración de macronutrientes, sin embargo, se tiene una tendencia en función a los demás tratamientos la concentración de potasio aumenta conforme a mayor adición de estiércol de vaca. Esto se corrobora con lo propuesto por Quipuzco, Baldeón y Tang (2011) que al usar dos mezclas de estiércol de vaca la más alta concentración de potasio fue de 2930.8 mg.l^{-1} y lo obtuvo el tratamiento que mayor cantidad de estiércol contenía a diferencia de la mezcla con menor cantidad de estiércol que tuvo como resultado una concentración de 2692.4 mg.l^{-1} .

Los nutrientes como el calcio, magnesio y sodio tuvieron una relación ascendente con respecto al control al aumentar las concentraciones de estiércol de vaca, esto se debe a que según los resultados obtenidos por Quipuzco, Baldeón y Tang (2011) el estiércol de vaca presenta elevada concentración para estos macronutrientes secundarios 1132 mg.l^{-1} , 544.4 mg.l^{-1} y 922.4 mg.l^{-1} respectivamente; lo que demuestra que existe una relación sinérgica positiva al adherir estiércol vacuno a los restos de trucha.

Con respecto a Jiménez (2012), el aporte de nutrientes es superior en comparación con lo obtenido en la actual investigación, debido a que las vísceras de trucha fueron mezcladas con leche, melaza, humus, ceniza y levadura compensando así la menor cantidad de macronutrientes que se obtienen solamente con los restos de trucha.

La concentración de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio de los bioles en los tratamientos obtenidos de la presente investigación fueron mayores a las concentraciones propuestas por Soluciones prácticas (2010) que obtuvo 920 mg.l^{-1} , 112.8 mg.l^{-1} , 860.4 mg.l^{-1} , 112.1 mg.l^{-1} y 54.7 mg.l^{-1} respectivamente; demostrando que los restos de trucha tienen un muy buen contenido de macronutrientes para que puedan ser aplicados como abonos orgánicos.

Así mismo, la concentración de ácidos húmicos, fúlvicos y huminas de los tratamientos evaluados también tuvieron una relación sinérgica positiva al agregar mayores cantidades de estiércol de vaca; esto se debe a que existe una mayor concentración de estos elementos en el estiércol, materia en descomposición, aguas de ríos y lagunas (Shimabukuro, 1996).

De acuerdo a los resultados encontrados en los bioles de los diferentes tratamientos considerados en la investigación, el más recomendable es el que contiene 24 kilogramos de estiércol de vaca y 39 litros de restos

de trucha correspondiente al tratamiento T3 por la mayor concentración de macronutrientes y ácidos húmicos, fúlvicos y huminas.

Estos resultados al compararlos con los obtenidos por otros bioles que usaron diferentes sustratos como codornaza (Castillo, 2012), estiércol de cuy (Quipuzco y Baldeón, 2011) y purín de cerdo (Soria et. al, 2001) obtuvieron concentraciones de macronutrientes en su mayoría inferiores a los obtenidos por el tratamiento que obtuvo mejores resultados en la presente investigación (T3).

Confirmando el alto potencial que tienen los restos de trucha y la adición de estiércol vacuno de mejorar notablemente la concentración de macronutrientes necesarios para la planta y de ser utilizados como un abono orgánico de mejor composición a comparación de otros abonos que usaron diferentes residuos orgánicos.

7.4 Reducción de coliformes fecales

Los resultados presentados demostraron que a pesar que el estiércol vacuno usado se encontraba fresco, presentó valores de coliformes fecales demasiado bajos desde el inicio de la investigación en comparación a otros autores que usaron estiércol vacuno como Quipuzco, Baldeón y Tang (2011) y Cárdenas (2012) que tuvieron resultados de 1.27×10^3 NMP/100 ml y 50×10 NMP/100 ml respectivamente, esto se debe a que días previos al inicio del proyecto se recolectó el estiércol vacuno y se dejó expuesto al sol por lo que las altas temperaturas pudieron disminuir la cantidad de coliformes fecales presentes en los tratamientos.

Al usar restos de trucha es importante considerar que la composición química del pescado al morir va a variar, aumentando su contenido de ácido láctico y disminuyendo el de glucógeno (Zavalza, 1994). Originando que al combinar con el estiércol de vaca con los restos de trucha las bacterias lácticas generen un grupo de antibióticos peptídicos

con actividad bactericida que actuarán en contra de los patógenos presentes durante la fermentación, asegurando la inocuidad de los bioles obtenidos (Aldón, 2008).

Además, se puede afirmar que el biol obtenido no presenta *Escherichia coli* debido a que los resultados obtenidos de coliformes fecales al final del tratamiento fue cero, lo que quiere decir que la metodología que realizó el laboratorio Marino Tabusso no obtuvo resultados de lectura positivos para el NMP de coliformes fecales/100 ml de muestra, por lo que no habría material que utilizar para la búsqueda de *Escherichia coli* (Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM], 2013).

Realizando una comparación de los valores obtenidos en el análisis de coliformes fecales de los bioles y los valores límites establecidos en la normativa nacional para el agua de riego que permite una cantidad máxima de 1000 NMP/100ml de coliformes fecales (DS N°015-2015-MINAM), se puede afirmar que los resultados obtenidos en la investigación cumplen con lo establecido.

7.5 Relación producción de biogás y composición del biol.

Durante el periodo de diez semanas se tuvieron tres tratamientos con diferentes cantidades de estiércol y restos de trucha, además de un control a los cuales se evaluó la cantidad de biogás obtenido y la concentración de macronutrientes al término de las diez semanas, periodo en el cual la producción de biogás casi había finalizado. En función a esto, los diferentes tratamientos obtuvieron distintas concentraciones de macronutrientes y producción acumulada de biogás, cuyo orden para ambas variables fue $T3 > T2 > T1 > \text{Control}$.

De acuerdo a Eiroa et. al (2012) una opción de mejorar la digestión anaeróbica de los residuos orgánicos es la codigestión, que consiste en el uso de un sustrato que aumentará la producción de biogás y

generará un efecto sinérgico positivo agregando nutrientes faltantes al medio durante la biodigestión.

Cardenas (2012) realizó una codigestión anaerobia al mezclar residuos orgánicos y estiércol de vaca; obteniendo como resultado que la adición de estiércol de vaca aumenta la producción de biogás, así como también optimiza la concentración de nutrientes como el Sodio y Magnesio. Sin embargo, FAO (2011) menciona que la producción de biogás y composición del biol varía en función al sustrato utilizado; ya que en la investigación de Paucar (2015) que usó como sustrato estiércol de codorniz de levante y de postura, obtuvo resultados elevados en la composición del biol a base de postura y una producción de biogás acumulado muy similar para ambos tratamientos evaluados.

Existe una correlación fuerte positiva entre la producción de biogás en litros y las concentraciones de nutrientes como nitrógeno, calcio, magnesio, sodio, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas; esta magnitud de correlación fue basada en el estudio realizado por Evan (1996) donde menciona que el coeficiente de correlación tiene un signo y una magnitud que determina si es una correlación fuerte y si es positiva o negativa. De esta forma se puede afirmar que en base a Cardenas (2012) y Eiroa et. al (2012) la codigestión anaerobia al usar restos de trucha y estiércol vacuno tendrá una mayor producción de biogás y una mayor concentración de nutrientes en los bioles. Sin embargo, para las concentraciones de fósforo y potasio no se obtuvo una correlación debido a que el tratamiento tres para la concentración de potasio y la concentración de fósforo en el control tuvieron errores de operatividad y coeficientes de varianza elevados (27.85%).

VIII. CONCLUSIONES

- Es importante considerar que la adición de estiércol de vaca a los restos de trucha en diferentes cantidades mejoró la relación Carbono/Nitrógeno y mejoró el proceso de degradación anaeróbica de los biodigestores, obteniendo un mejor control del pH desde el momento de arranque (rangos entre 6.94 y 7.29).
- La producción de biogás aumenta en función a la adición de estiércol de vaca, siendo este sustrato el más adecuado para una codigestión anaerobia positiva de los restos de trucha y por lo que el T3 obtuvo los más altos volúmenes de biogás acumulados (159.3 L).
- Los análisis de coliformes fecales obtenidos en los tratamientos al finalizar el proyecto fue nulo por lo que indica la ausencia de *Escherichia coli*, manteniéndose por debajo de los límites máximos establecidos en el DS N°015-2015-MINAM.
- Las concentraciones de nutrientes (Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Sodio) del T3 son bastante elevadas (6600, 565.89, 1136.67, 1603.33, 563.33, 1408.33 mg.l⁻¹) con relación a los demás tratamientos analizados e incluso superiores a la de bioles generados con otro tipo de residuos como la codornaza, estiércol de cuy y purín de cerdo.
- Existe una relación positiva muy fuerte y fuerte entre la producción de biogás y biol obtenidos en este proyecto, siendo los restos de trucha un alto potencial de aprovechamiento de las actividades acuícolas como abono orgánico mejorando de manera sinérgica la fermentación anaeróbica, composición del abono orgánico y la producción de biogás al adicionar estiércol vacuno.

IX. RECOMENDACIONES

- Para determinar la calidad de los bioles producidos, se recomienda realizar análisis de concentración de micronutrientes, fitohormonas vegetales y recuento de coliformes totales que permitirán un análisis más completo de los beneficios que producirá el uso del biol investigado.
- Es importante considerar el porcentaje de ácido láctico y un análisis de recuento de *Lactobacillus sp.* para futuros proyectos, debido a que los restos de pescado lo presentan en una elevada cantidad, lo que ayudará a conocer a mayor detalle el desarrollo de la fermentación láctica y la concentración de microorganismos efectivos.
- Realizar ensayos de germinación previa a la aplicación del biol directamente como fertilizante para poder conocer su concentración y determinar la dosis a utilizar evitando consigo tener efectos negativos sobre los cultivos. Así mismo, analizar los efectos de aplicación en cultivos más desarrollados.
- Se recomienda la ventilación de los ambientes donde se ha acumulado y donde se trabajará con biogás, ya que al trabajar en ambientes cerrados puede causar la muerte por asfixia.
- Revisar siempre que los biodigestores se encuentren con sus conexiones empalmadas para evitar el ingreso de oxígeno al sistema y fugas de biogás.
- Considerar una homogenización completa al momento de colocar en los biodigestores los restos de trucha molidos, ya que pueden ocasionar una acumulación de nutrientes como el fósforo al finalizar el proceso de digestión.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Aldón, D. (2008). *Estrategia ambiental de aprovechamiento de la macroalga Ulva láctica a través del proceso de ensilaje*. Tesis. Facultad de Ciencias. Universidad Agraria La Molina. Perú.
- Alvarado, V. (2015). *Efecto de la lámina de riego y del nivel nutricional en el crecimiento y rendimiento de maíz morado*. (Tesis de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Berra, G. y Finster, L. (2002). Emisión de gases de efecto invernadero; influencia de la ganadería argentina. *IDIA 21(2)*. 212-215.
- Beteta, T. y González, J. (2005). *Construcción y uso de biodigestores Tubulares plásticos*. (Guía técnica N°7). Universidad Nacional Agraria de Nicaragua.
- Bigeriego, M., Delgado, M., y Carbonell, V. (1997). *Aplicación de las tecnologías de fermentación anaerobia y otros procesos complementarios en la depuración de efluentes de origen ganadero*. España: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.
- Canales, L., y Hurtado, L. (2013). Efectos de los ácidos húmicos y de la aplicación de Hierro, Manganeso y Zinc sobre el crecimiento y rendimiento de alcachofa. *Revista de divulgación técnica-científica*, 50, 10-18.
- Cañote Tabako, V. (2012). *Determinación y comparación de la producción de biogás de mezclas de estiércol de vacuno y porcino*. (Tesis de Ingeniero Zootecnista). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

- Cárdenas, G. (2009). *Aislamiento térmico de biodigestor en planta de tratamiento de aguas servidas osorno*. Tesis Ingeniería mecánica. Universidad Austral de Chile. Valdivia-Chile.
- Cárdenas, J. (2012). *Evaluación de la calidad de biogás y biol en digestores utilizando estiércol de vaca y residuos orgánicos del comedor pre-tratados con la técnica del bocashi en la UNALM*. Tesis. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Castillo, G. (2012). *Evaluación de codornaza y gallinaza de granjas avícolas para la producción de biogás y bioabono mediante digestión anaeróbica*. (Tesis de Ingeniero Ambiental). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Centro de Estudios para el Desarrollo y la Participación. (2009). *Manual de Crianza de Trucha (Oncorhynchus mykiss)*. Ragash, Perú: Antamina.
- Comité de Operaciones del Sistema Interconectado Nacional. (2015). *Resumen Estadístico Anual 2014*. Perú: Sub Dirección de Gestión de la Información.
- Contreras, E. S. (1994). *Bioquímica de Pescados e derivados*. Brasil: FUNEP.
- Corona, I. (2007). *Biodigestores* (Monografía). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.
- Decreto Supremo N°015-2015-MINAM. Diario Oficial el peruano, Lima, Perú, 19 de diciembre del 2015.
- Decreto Supremo N°016-2012-AG. Diario Oficial el peruano, Lima, Perú, 14 de noviembre del 2012.
- Decreto Supremo N°017-2011-PRODUCE. Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 17 de Noviembre del 2011.

- Eiroa, M., Costa, J. C., Alves, M.M., Kennes, C., Veiga, M.C. (2012). Evaluation of biomethane potential of solid fish waste. *Waste management*, 32, 1347-1352.
- Evans, J. D. (1996). *Straightforward Statistics for the Behavioral Sciences*. Brooks/Cole Publishing; Pacific Grove.
- Fernández, M. (2003). *Evaluación Agronómica de Sustancias Húmicas Derivadas de Humus de Lombriz*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social. (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus*. Perú: MIDIS
- Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero. (2014). *Manual de Crianza de Trucha en Ambientes Convencionales*. Perú: Ministerio de la Producción.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2011). *Manual de Biogás*. Chile.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1992). *Biogas processes for sustainable development*. Israel.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1999). *Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas*. Roma: Dirección de Fomento de Tierras y Aguas.
- Gostincar, J. (1998). *Técnicas agrícolas en cultivos extensivos*. Editorial Idea Books S.A. Madrid, España.
- Guerrero, R. (1998). *Fertilización de cultivos en clima frío*. Colombia: Monómeros Colombo Venezolanos S.A. (E.M.A).

Guevara, A. (1996). *Fundamentos básicos para el diseño de biodigestores anaeróbicos rurales: Producción de gas y saneamiento de efluentes*. Perú: CEPIS.

Kumar, K. S. (2008). *Anaerobic Biotechnology for Bioenergy Production: Principles and Applications*. John Wiley y Sons.

Ley N° 28611. Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 15 de Octubre del 2005.

Ley N° 27314. Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 20 de Julio del 2000.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2005). *Agricultura orgánica: Principios y prácticas de producción*. Chile: Fundación para la Fundación Agraria.

Jiménez Mideros, J. (2012). *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*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

Lagrange, B. (1979). *Biomethane: Principles, Techniques and Utilization*. Energies Alternatives.

Macedo-Viégas, E. M., y Souza, M. L. R. (2004). *Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*. São Paulo: TecArt.

Marti, J. (2008). *Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación*. Bolivia: GTZ-Energía.

Martinez, J. (2009). *Diseño de un modelo de Biodigestor para el uso de familias rurales en el Perú*. (Ingeniero Zootecnista). Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Ministerio de Agricultura y Riego. (2011). *Biodigestores en el Perú. Guía de principales experiencias desarrolladas en el País*. El Perú Avanza.
- Ministerio del Ambiente. (2013). *VI Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales*. MINAM.
- Ministerio de la Producción. (2011). *Cosecha, Producción y Comercialización de la Trucha*. Perú: Dirección Nacional de Acuicultura.
- Mshandete, A., Kivaisi, A., Rubindamayugi, M., y Mattiasson, B. (2004). Anaerobic batch co-digestion of sisal pulp and fish wastes. *Bio resource technology*, 95(1), 19-24.
- Ortega, N. M. (2006). *Phosphorus precipitation in anaerobic digestion process*. Universal-Publishers.
- Palomino, V. (2007). *Tratamiento de residuos sólidos domésticos mediante biodigestores para la obtención de biogás y biol*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Paucar, L. (2015). *Producción y evaluación de la calidad del biogás y biol en un biodigestor usando estiércol de codorn*. (Tesis de Ingeniería Ambiental). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Plan Nacional de Desarrollo Acuícola. (2010). *Plan Nacional de Desarrollo Acuícola 2010-2021*. Perú: Ministerio de la Producción.
- Quipuzco, L. y Baldeón, W. (2011). Desempeño de un biodigestor cargado con lodo séptico y excreta de cuy para la producción de biogás y biol. *Revista del Instituto de Investigaciones de la facultad de geología, minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 28(14), 1-8.
- Quipuzco, L. Baldeón, W. y Tang, O. (2011). Evaluación de la calidad de biogás y biol a partir de dos mezclas de estiércol de vaca en

biodigestores tubulares de PVC. *Revista del Instituto de Investigaciones de la facultad de geología, minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 27(14), 1-8.

Restrepo Rivera, J. (2001). *Elaboración de abonos orgánicos, fermentados y biofertilizantes foliares*. Costa Rica: IICA.

Rittmann, B. E., y McCarty, P. L. (2001). *Biología del medio ambiente: Principios y aplicaciones*. México: McGraw Hill.

Rodríguez, M., y Flórez, V. (2004). *Elementos esenciales y beneficiosos*. Colombia: Ferti-Riego.

Rojas, L. (2012). *Determinación de bacterias en el biol producido por biodigestores a partir de estiércol de rumiantes monogástricos*. (Tesis de ingeniería Agrónoma). Instituto Tecnológico del altiplano de Tlaxcala, México.

Servicio Nacional de Sanidad Agraria. (2015). *Estadísticas de producción orgánica a nivel nacional 2015*. Perú: Organismos de certificación registrados por SENASA.

Shimabukuro, M. (1996). *Efecto de la aplicación de ácido húmicos y fertilizantes foliares en rendimiento y calidad de vainita*. Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.

Soluciones Prácticas. (2010). *Preparación y uso del biol*. Lima, Perú.

Soria, M., Ferrera-Cerrato, R., Barra, J., González, G., Santos, J., Gómez, L., et al. (2001). Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. *Terra*, 19(4), 353-362.

Universidad Nacional Autónoma de México. (2013) Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y *Escherichia*

coli por la técnica de diluciones en tubo múltiple (número más probable o NMP). Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México.

Worldmeteo. (2015). Worldmeteo.info. Recuperado de <http://www.worldmeteo.info/es/america-del-sur/peru/chaclacayo/tiempo-138382/>

Zavalza Ortega, K. (1994). *Aspectos toxicológicos durante el ahumado de pescado*. Universidad de Sonora. México.

XI. ANEXOS

11.1 Diseño del biodigestor

Se construyeron 12 biodigestores en tanques cilíndricos de plástico de 90 litros de capacidad con dimensiones de 36 centímetros de diámetro y 76 centímetros de altura, tomando como referencia a Castillo (2012).

Los materiales utilizados se detallan a continuación en la Tabla 31:

Tabla 31. Materiales necesarios para la construcción del biodigestor

Parte del biodigestor	Material	Cantidad
General	Cilindro de plástico de 90 litros	12
	Teflón pack de cinco	3
	Aplicador de Silicona	1
	Silicona negra de alta resistencia	5
	Taladro y accesorios	1
	Cámara de llanta de bicicleta	12
	Lija	4
	Hoja de sierra	1
	Huincha métrica	3
	Tarraja múltiple	1
	Desarmador plano	1
Gas	Niple de PVC de 1/2 x 3 plg.	24
	Tuerca y contratuerca de 1/2 plg.	12
	Empaquetadura de 1/2 plg.	24
	Válvula esférica de 1/2 plg.	24
	Adaptador de 1/2 a 1/4 plg.	24
	Manguera de alta presión de 1/4 plg. de un metro y medio	12
	Punta de manguera de 1/2 a 3/8 plg.	12
Abrazadera para manguera 1/4 plg.	24	

	Niple de PVC 1 x 2 plg.	12
	Contratuerca de 1 plg.	24
Biol	Empaquetadura de 1 plg.	24
	Válvula esférica de 1 plg.	12
	Adaptador de 1 plg.	12
	Niple de PVC 1 x 16 plg.	12
	Contratuerca de 1 plg.	24
	Empaquetadura de 1 plg.	24
Homogenizador	Tubo de PVC ½ plg. x 80 cm	12
	Tee de PVC de ½ plg.	12
	Codos de PVC de ½ plg.	24
	Tapón hembra de ½ plg.	36
	Anillo reductor de 1 a ¾ plg.	12

Fuente: Elaboración propia

Con un taladro se procedió a realizar un agujero de una pulgada de espesor a 26 centímetros 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 realizaron dos agujeros: uno de media pulgada de espesor que sirvió para la salida del biogás y otro de una pulgada para el homogenizador.

Para el agujero correspondiente a la salida del biogás se usó un niple de PVC de media pulgada que se pegó a la parte de la tapa de cada biodigestor con silicona y teflón para evitar fugas del biogás, además de que se colocó una tuerca y contratuerca para cada niple a colocar en los tanques. En el exterior de la tapa, se colocó una válvula esférica de media pulgada a la que también se le acoplará un niple de PVC donde se le colocó un adaptador de media a un cuarto de pulgada para la manguera de gas por ambos lados, esta manguera fue una negra para alta presión y se aseguró con abrazaderas de un cuarto de pulgada. En la parte superior de esta manguera se colocó el adaptador de un cuarto a media pulgada

seguida de una válvula esférica de media pulgada uniendo una punta manguera de media a tres octavos de pulgada para la incorporación de los flotadores.

Por otro lado, para la salida del biol se colocó un niple de una pulgada de longitud que fue ajustado con tuercas (parte interior) y contratueras (parte exterior) para así poder colocar la válvula de una pulgada que se unió a un adaptador de una pulgada.

Finalmente, para la instalación del homogenizador, se colocó un niple de una pulgada por 40 centímetros de largo en la tapa de cada biodigestor con el uso de tuercas y contratueras; en el interior de este niple se colocó un tubo de media pulgada que se conectó a una tee y dos niples de PVC con diez centímetros de largo para cada uno que tuvieron un codo en cada lado y otro niple de PVC de cinco centímetros para cada extremo para formar una t invertida y en cada extremo se colocaron tapones hembra para evitar almacenamiento de sustrato dentro de los orificios de los niples.

Para la parte superior se colocó un anillo reductor de una pulgada a tres cuartos de pulgada que permitió 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 selló con cinta teflón.

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

11.2 Diseño de gasómetro artesanal

Para el caso de la construcción del equipo medidor del volumen de biogás se consideró lo propuesto por Cañote (2012) y Palomino (2007).

Los materiales utilizados se detallan a continuación en la Tabla 32:

Tabla 32. Materiales necesarios para la construcción del gasómetro artesanal

Volumen del Biogás	Cantidad
Balde de 10 litros	1
Pitón de 1/2 a ¼ plg.	1
Punta de manguera de 1/2 a 3/16 plg.	1
Pitón de 1/2 a ¼ plg.	2
Válvula esférica de ½ plg.	1
Manguera Transparente de 5/32 plg. x 200 cm	1
Tubo de ½ plg.	1
Manguera de un metro	1
Inflador	1
Abrazadera de 1 plg.	1
Abrazadera de ¼ plg.	2
Balde de cuatro litros	1

Fuente: Elaboración propia

Se usó un balde de 10 litros de capacidad al que se le perforó en la tapa dos agujeros de media pulgada por un lado se colocó una manguera transparente de un metro de longitud desde la base del bidón hasta la salida de este que corresponderá a un recipiente graduado para la salida del agua desplazada, por otro lado, se colocó otra manguera transparente de media pulgada desde la tapa del bidón que se conectó a un inflador de pie con el fin de aspirar el biogás acumulado en el flotador; este inflador se conectó a otra manguera para unirse a una llave de paso de media pulgada, en la que por el otro extremo tiene un pitón de media a tres

dieciseisavos de pulgada manguera para su unión a los flotadores y su posterior extracción del biogás como se observa en la Figura 30.

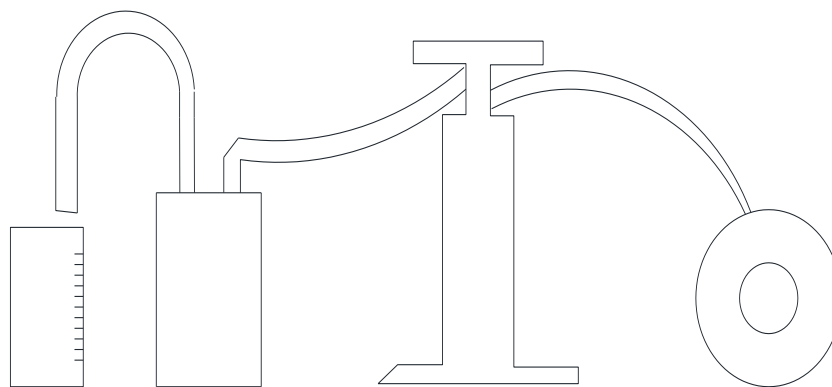


Figura 30. Esquema del gasómetro artesanal.

Fuente: Elaboración propia

11.3 Fotografías del procedimiento experimental









11.4 Cuadros de resultados promedios con coeficientes de varianza

A. Producción de biogás en litros durante diez semanas con sus promedios, desviación estándar y coeficiente de varianza (CV).

Tratamientos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Total
CR1	6.5	7.6	9.2	11.5	10.2	7.8	6.7	4.8	4.2	2	70.5
CR2	7	8.3	10.1	10.5	12.3	9.4	7.5	4.4	3.8	2.4	75.7
CR3	5.4	8.4	8.6	12.6	11.6	7.5	6.2	4.6	4.7	2.1	71.7
Promedio	6.3	8.1	9.3	11.53333	11.366667	8.233333	6.8	4.6	4.233333	2.16666667	72.633
Desviación	0.818535	0.43589	0.754983	1.050397	1.0692677	1.021437	0.655744	0.2	0.450925	0.2081666	2.7227
CV (%)	12.99262	5.381357	8.118102	9.107486	9.4070469	12.40612	9.643292	4.347826	10.65177	9.60768923	3.7486
T1R1	10	10.5	12.2	14.5	15.2	13.2	9.3	6.6	4.5	2.8	98.8
T1R2	9.5	10.4	11.1	13.9	14.7	12.3	8.1	5.7	5.1	3.5	94.3
T1R3	8.5	10	12.3	13	14.3	13.5	8	6.3	4.7	3	93.6
Promedio	9.333333	10.3	11.866667	13.8	14.733333	13	8.466667	6.2	4.766667	3.1	95.567
Desviación	0.763763	0.264575	0.665833	0.754983	0.450925	0.6245	0.723418	0.458258	0.305505	0.36055513	2.8219
CV (%)	8.183171	2.568691	5.610951	5.470895	3.0605768	4.803845	8.544305	7.391251	6.409197	11.6308106	2.9528
T2R1	10.6	12.5	13.4	14.2	17.5	18	12.6	8.5	7.3	5.3	119.9
T2R2	9.2	12.6	13.5	13	16.4	15	14.8	10.2	8	6.5	119.2
T2R3	11.4	13.8	12.3	15.5	18.1	16.1	13.5	9.6	8.6	6.7	125.6
Promedio	10.4	12.96667	13.06667	14.23333	17.33333	16.36667	13.63333	9.43333	7.96667	6.1666667	121.57
Desviación	1.113553	0.723418	0.665833	1.250333	0.8621678	1.517674	1.106044	0.862168	0.650641	0.75718778	3.5105
CV (%)	10.70724	5.579058	5.095659	8.784543	4.9740451	9.272955	8.112792	9.139588	8.167038	12.2787207	2.8877
T3R1	7.2	12	15	18.3	25.1	23.5	21	15.6	12.2	8	157.9
T3R2	6.3	13.7	16.4	17	22.4	21.6	19.2	16.9	12.8	9.5	155.8
T3R3	8	12.3	15.2	20.5	25.3	22.4	21.1	17.5	13.3	8.6	164.2
Promedio	7.166667	12.66667	15.53333	18.6	24.266667	22.5	20.43333	16.66667	12.76667	8.7	159.3
Desviación	0.85049	0.907377	0.757188	1.769181	1.6196707	0.953939	1.069268	0.971253	0.550757	0.75498344	4.3715
CV (%)	11.8673	7.163504	4.874599	9.511724	6.6744674	4.23973	5.232958	5.827521	4.314024	8.67797062	2.7442

B. Mediciones de pH durante diez semanas con sus promedios, desviación estándar y coeficiente de varianza (CV).

Tratamientos	13/02/2017	17/02/2017	20/02/2017	24/02/2017	27/02/2017	3/3/2017	6/3/2017	10/3/2017	13/03/2017	17/03/2017	20/03/2017	24/03/2017	27/03/2017	31/03/2017	3/4/2017	7/4/2017	10/4/2017	14/4/2017	17/4/2017	21/4/2017
CR1	6.32	6.56	6.69	6.8	6.81	6.85	6.83	6.88	6.88	6.9	6.9	6.98	7.01	6.99	7.02	7.1	7.18	7.2	7.2	7.48
CR2	6.34	6.64	6.7	6.87	6.86	6.9	6.88	6.9	6.9	6.91	7	6.96	7.01	7.04	7.2	7.22	7.3	7.3	7.52	
CR3	6.3	6.53	6.72	6.89	6.93	6.92	6.93	6.97	6.61	6.91	7	6.97	6.98	6.98	7.03	7.1	7.21	7.3	7.2	7.4
Promedio	6.32	6.577	6.7	6.85	6.867	6.89	6.88	6.92	6.797	6.91	7	6.98	6.98	6.99	7.03	7.1	7.2	7.2	7.2	7.47
Desviación	0.02	0.057	0.02	0.05	0.06	0.036	0.05	0.05	0.162	0.01	0	0.02	0.03	0.02	0.01	0	0.02	0	0	0.06
CV (%)	0.32	0.865	0.23	0.69	0.878	0.523	0.73	0.68	2.383	0.08	0.3	0.22	0.36	0.22	0.14	0.4	0.29	0.5	0.4	0.82
T1R1	6.83	7.06	7.08	6.94	6.93	6.98	6.91	6.95	7.15	7.05	7.1	7.03	7.03	7.01	7.03	7.1	7.17	7.2	7.2	7.3
T1R2	6.8	7.03	7.04	6.91	7	6.95	6.97	7.02	7.13	7.02	7	7.02	7.06	7	7.01	7.1	7.1	7.1	7.2	7.3
T1R3	6.78	6.86	6.93	6.88	6.91	6.93	6.9	6.92	7.06	7	7	7.01	7.09	7	6.99	7.1	7.18	7.2	7.2	7.34
Promedio	6.8	6.983	7.02	6.91	6.947	6.953	6.93	6.96	7.113	7.02	7	7.02	7.06	7	7.01	7.1	7.15	7.2	7.2	7.31
Desviación	0.03	0.108	0.08	0.03	0.047	0.025	0.04	0.05	0.047	0.03	0	0.01	0.03	0.01	0.02	0	0.04	0	0	0.02
CV (%)	0.37	1.545	1.11	0.43	0.68	0.362	0.55	0.74	0.664	0.36	0.4	0.14	0.42	0.08	0.29	0.4	0.61	0.6	0.5	0.32
T2R1	7.18	7.23	7.12	7.2	7.24	7.1	7	7.05	7.1	7.1	7.1	7.06	7.09	7.1	7.15	7.2	7.21	7.3	7.3	7.54
T2R2	7.12	7.12	7.1	7.17	7.17	7.08	7.06	7.01	7.15	7.1	7.1	7.08	7.11	7.12	7.13	7.1	7.16	7.2	7.2	7.59
T2R3	7.17	7.15	7.06	7	7.14	7.03	6.96	6.98	7.13	7.03	7	7.11	7.05	7.05	7.05	7.1	7.17	7.1	7.2	7.53
Promedio	7.16	7.167	7.09	7.12	7.183	7.07	7.01	7.01	7.127	7.08	7.1	7.08	7.08	7.09	7.11	7.1	7.18	7.2	7.3	7.55
Desviación	0.03	0.057	0.03	0.11	0.051	0.036	0.05	0.04	0.025	0.04	0	0.03	0.03	0.04	0.05	0.1	0.03	0.1	0.1	0.03
CV (%)	0.45	0.793	0.43	1.51	0.714	0.51	0.72	0.5	0.353	0.57	0.4	0.36	0.43	0.51	0.74	0.8	0.37	1.1	0.8	0.43
T3R1	7.43	7.26	7.36	7.3	7.34	7.25	7.17	7.15	7.32	7.19	7.2	7.23	7.22	7.14	7.21	7.2	7.2	7.3	7.3	7.54
T3R2	7.42	7.25	7.26	7.2	7.38	7.34	7.25	7.2	7.36	7.21	7.3	7.26	7.21	7.19	7.22	7.3	7.21	7.3	7.2	7.5
T3R3	7.5	7.36	7.18	7.36	7.31	7.35	7.23	7.21	7.35	7.25	7.2	7.3	7.27	7.25	7.3	7.3	7.25	7.3	7.2	7.56
Promedio	7.45	7.29	7.27	7.29	7.343	7.313	7.22	7.19	7.343	7.22	7.2	7.26	7.23	7.19	7.24	7.3	7.22	7.3	7.2	7.53
Desviación	0.04	0.061	0.09	0.08	0.035	0.055	0.04	0.03	0.021	0.03	0	0.04	0.03	0.06	0.05	0	0.03	0	0	0.03
CV (%)	0.59	0.834	1.24	1.11	0.478	0.753	0.58	0.45	0.283	0.42	0.5	0.48	0.44	0.77	0.68	0.4	0.37	0.6	0.1	0.41

C. Mediciones de temperatura en °C durante diez semanas con sus promedios, desviación estándar y coeficiente de varianza (CV).

Tratamientos	13/02/2017	17/02/2017	20/02/2017	24/02/2017	27/02/2017	3/3/2017	6/3/2017	10/3/2017	13/03/2017	17/03/2017	20/03/2017	24/03/2017	27/03/2017	31/03/2017	3/4/2017	7/4/2017	10/4/2017	14/4/2017	17/4/2017	21/4/2017
CR1	27.4	28.9	28	30.3	30.8	27.9	28.1	29	28.6	29.7	28.9	28.6	27.8	28.3	26.3	25.3	26.3	23.8	23.9	23.2
CR2	28	28.7	27.9	30.4	30.3	28.5	28	28.9	28.3	29.8	28.5	28.3	27.7	28.1	26.3	25.1	26.3	23.8	23.7	23.4
CR3	27.9	28.6	27.8	30.4	30.3	28.5	28	28.9	28.2	29.8	28.3	28	27.4	28.1	26.2	25.1	26.1	23.7	23.8	23.6
Promedio	27.8	28.7	27.9	30.37	30.47	28.3	28	28.93	28.4	29.8	28.6	28.3	27.6	28.2	26.3	25.2	26.2	23.8	23.8	23.4
Desviación	0.32	0.15	0.1	0.058	0.289	0.346	0.06	0.058	0.21	0.06	0.31	0.3	0.21	0.13	0.06	0.12	0.12	0.06	0.1	0.2
CV (%)	1.16	0.53	0.36	0.19	0.948	1.224	0.21	0.2	0.73	0.19	1.07	1.06	0.75	0.47	0.22	0.46	0.44	0.24	0.42	0.85
T1R1	28.1	29.3	28.3	30.1	29.5	27.8	27.9	28.5	28.5	29.3	27.5	27.1	27.3	27.9	25.2	24.6	26.2	23.8	23.9	23.6
T1R2	28.4	29.1	28.6	30.4	29.9	27.9	27.9	28.7	28.3	29.3	27.5	27.2	27.1	27.4	25.4	24.6	26.1	23.8	23.8	23.2
T1R3	28.5	29	28.4	30.6	30.1	28	27.8	28.8	28.3	29.4	27.7	27.3	26.9	27.6	25.5	24.5	26	23.6	23.8	23.2
Promedio	28.3	29.1	28.4	30.37	29.83	27.9	27.9	28.67	28.4	29.3	27.6	27.2	27.1	27.6	25.4	24.6	26.1	23.7	23.83	23.3
Desviación	0.21	0.15	0.15	0.252	0.306	0.1	0.06	0.153	0.12	0.06	0.12	0.1	0.2	0.25	0.15	0.06	0.1	0.12	0.058	0.23
CV (%)	0.73	0.52	0.54	0.829	1.024	0.358	0.21	0.533	0.41	0.2	0.42	0.37	0.74	0.91	0.6	0.24	0.38	0.49	0.242	0.99
T2R1	28	29.8	28.6	31.3	30	27.9	28.1	28.9	30.6	27.1	27.4	27.8	26.4	27.3	25.3	24.1	26.1	24	24.4	24
T2R2	27.8	29.5	27.9	31	30.1	27.8	28.1	28.6	30.8	27.2	27.2	27.6	26.5	26.4	25.4	24.3	26.1	23.9	24.4	24.1
T2R3	27.8	28.9	28.9	30.9	30.1	27.8	28	28.4	30.8	27.1	27.1	27.3	26.4	26.7	25.2	24.1	26	23.8	24.1	24.1
Promedio	27.9	29.4	28.5	31.07	30.07	27.83	28.1	28.63	30.7	27.1	27.2	27.6	26.4	26.8	25.3	24.2	26.1	23.9	24.3	24.1
Desviación	0.12	0.46	0.51	0.208	0.058	0.058	0.06	0.252	0.12	0.06	0.15	0.25	0.06	0.46	0.1	0.12	0.06	0.1	0.173	0.06
CV (%)	0.41	1.56	1.8	0.67	0.192	0.207	0.21	0.879	0.38	0.21	0.56	0.91	0.22	1.71	0.4	0.48	0.22	0.42	0.713	0.24
T3R1	29.2	30.5	28.4	30.9	29.6	28.6	29.2	29.6	30.6	27.8	28.1	27.3	26.3	27.7	25.1	24.4	26.8	24.4	24.6	24.8
T3R2	29.1	30.1	28.6	30.6	29.9	28.4	28.4	29	31	27.8	28.9	28	26.4	27.4	24.8	24.1	26.4	24.5	24.1	24.5
T3R3	29	29.8	28.1	30.4	29.8	28.2	28.2	28.5	31.4	28.3	29	28.1	26.4	27.5	25.2	24.1	26.2	24.3	24	24.2
Promedio	29.1	30.1	28.4	30.63	29.77	28.4	28.6	29.03	31	28	28.7	27.8	26.4	27.6	25	24.2	26.5	24.4	24.23	24.5
Desviación	0.1	0.35	0.25	0.252	0.153	0.2	0.53	0.551	0.4	0.29	0.49	0.44	0.06	0.12	0.21	0.17	0.31	0.1	0.321	0.3
CV (%)	0.34	1.17	0.89	0.822	0.513	0.704	1.85	1.897	1.29	1.03	1.72	1.57	0.22	0.42	0.83	0.72	1.15	0.41	1.326	1.22

D. Resultados de macronutrientes por tratamiento con sus repeticiones y sus promedios, desviación estándar y coeficiente de varianza (CV).

Tratamientos	N	P	K	Ca	Mg	Na
CR1	5161.33	674.94	1035	124.5	48.5	390
CR2	5273.33	749.35	1000	137	52	380
CR3	5810	750.13	850	112.5	48	306.5
Promedio	5414.8867	724.80667	961.66667	124.66667	49.5	358.83333
Desviación	346.73031	43.187561	98.27682	12.25085	2.1794495	45.596966
CV (%)	6.4032792	5.9584939	10.219427	9.8268853	4.4029282	12.707004
T1R1	5548.67	383.46	1510	412	78	560
T1R2	5240.67	395.09	1300	308.5	71	590
T1R3	4830	326.1	1580	222	90	570
Promedio	5206.4467	368.21667	1463.3333	314.16667	79.666667	573.33333
Desviación	360.55522	36.934732	145.71662	95.12667	9.6090235	15.275252
CV (%)	6.9251689	10.030706	9.9578556	12.279046	12.061536	2.6642882
T2R1	5861	485.79	1425	1045	340	760
T2R2	5693.33	484.24	1730	982	280	800
T2R3	5754	506.72	1535	1022	290	765
Promedio	5769.4433	492.25	1563.3333	1016.3333	303.33333	775
Desviación	84.89511	12.55533	154.46143	31.879983	32.145503	21.794495
CV (%)	1.471461	2.5506002	9.880262	3.1367645	10.597418	2.8121929
T3R1	6052	667.18	840	1620	640	1350
T3R2	7224	526.1	1470	1640	540	1345
T3R3	6524	504.39	1100	1550	510	1530
Promedio	6600	565.89	1136.6667	1603.3333	563.33333	1408.3333
Desviación	589.68466	88.388795	316.59648	47.258156	68.068593	105.39608
CV (%)	8.9346161	15.61943	27.853063	2.9474942	12.083182	7.4837452

11.5 Análisis realizados por los laboratorios



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

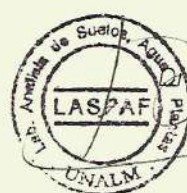


INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
 PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ CARABAYLLO
 MUESTRA DE : BIOL
 REFERENCIA : H.R. 58267
 FACTURA : 489
 FECHA : 04/05/17

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
248	CR1	7.48	23.60	21.46	17.34	5161.33	674.94	1035.00
249	CR2	7.52	22.60	22.04	18.62	5273.33	749.35	1000.00
250	CR3	7.40	24.90	25.81	21.35	5810.00	750.13	850.00
251	T1R1	7.30	35.60	40.48	23.40	5548.67	383.46	1510.00
252	T1R2	7.30	33.90	37.74	21.88	5240.67	395.09	1300.00
253	T1R3	7.34	32.90	35.25	19.79	4830.00	326.10	1580.00

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L	Acidos Húmicos %(p/v)	Acidos Fúlvicos %(p/v)	Huminas %(p/v)
248	CR1	124.50	48.50	390.00	0.00	0.46	0.11
249	CR2	137.00	52.00	380.00	0.00	0.68	0.07
250	CR3	112.50	48.00	306.50	0.00	0.66	0.03
251	T1R1	412.00	78.00	560.00	0.00	0.59	0.05
252	T1R2	308.50	71.00	590.00	0.00	0.47	0.08
253	T1R3	222.00	90.00	570.00	0.16	0.35	0.02



Sally García Bendezu
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 : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
 PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ CARABAYLLO
 MUESTRA DE : BIOL
 REFERENCIA : H.R. 58267
 FACTURA : 489
 FECHA : 04/05/17

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
254	T2R1	7.54	43.20	63.29	31.52	5861.00	485.79	1425.00
255	T2R2	7.59	48.20	61.25	33.02	5693.33	484.24	1730.00
256	T2R3	7.53	41.50	59.16	31.53	5754.00	506.72	1535.00
257	T3R1	7.54	54.40	105.94	52.19	6052.00	667.18	840.00
258	T3R2	7.50	56.30	106.26	53.22	7224.00	526.10	1470.00
259	T3R3	7.56	61.40	117.90	59.06	6524.00	504.39	1100.00

Nº LAB	CLAVES	Ca	Mg	Na	Acidos	Acidos	Huminas
		Total mg/L	Total mg/L	Total mg/L	Húmicos %(p/v)	Fúlvicos %(p/v)	Huminas %(p/v)
254	T2R1	1045.00	340.00	760.00	0.54	0.49	0.42
255	T2R2	982.00	280.00	800.00	0.67	0.51	0.63
256	T2R3	1022.00	290.00	765.00	0.63	0.37	0.65
257	T3R1	1620.00	640.00	1350.00	0.97	0.98	0.65
258	T3R2	1640.00	540.00	1345.00	1.26	1.18	0.30
259	T3R3	1550.00	510.00	1530.00	0.95	2.01	0.48



 Sady García Bendezu
 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
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA
LABORATORIO DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO (LASAQ)



INFORME DE ENSAYOS
LASAQ N°02-2017-DQ

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT SAC.
PRODUCTO DECLARADO : (Restos de estiércol de vaca y trucha)
NÚMERO DE MUESTRAS : 04
CANTIDAD RECIBIDA : 1,0 Lt.
MARCA : S/M
FORMA DE PRESENTACIÓN : En frasco de vidrio
MUESTREO POR : Muestra proporcionada por el solicitante
FECHA DE RECEPCIÓN : 10 febrero 2017
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADO: 20 febrero 2017
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO / QUÍMICO

ENSAYO	RESULTADO			
	T1	T2	T3	Control C
1.- Humedad %	93,45	92,56	85,11	95,81
2.- Ceniza (% MS)	1,3	2,3	5,0	0,5
3.-Carbono Orgánico Total (%MS)	46,7	40,3	38,6	51,6
4.- Pérdida por calcinación (LOI %MS)	80,50	69,50	66,50	88,90
5- Nitrógeno (% MS)	9,68	3,64	1,77	8,26
6- Relación C/N	7,0	11,1	21,7	6,2
7- pH	6,88 (25,2°C)	7,22 (26,2°C)	7,68 (26,0°C)	6,24 (25,0°C)

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:
 1.- AOAC 1998 parte 925.10
 2.- ASTM American Society for testing and materials 1998, D 5142-90
 3.- BGBl II bundesgesetzblatt 2001-Nr. 292 parte 3.1.1
 4.- BGBl II bundesgesetzblatt 2001-Nr. 292 parte 3.1.3
 5.- BGBl II bundesgesetzblatt 2001-Nr. 292 parte 3.2
 6.- BGBl II bundesgesetzblatt 2001-Nr. 292 parte 3.1.4
 7.- Standard Methods 20th Edition 4500-H

Atentamente:


 Mg. Sr. Juan Carlos Palma
 JEFE DEL LABORATORIO DE
 ANÁLISIS QUÍMICO


 Ph.D. Lisveth Flores del Pino
 DIRECTORA DEL DEPARTAMENTO
 ACADÉMICO DE QUÍMICA

Departamento Académico de Química : Tlf. 6147800 Anexos (305-307)
 Av. La Molina s/n La Molina Facultad de Ciencias (1er. Piso)
 Email : dqimica@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1702079 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : ESTIERCOL DE VACA, TRUCHA Y AGUA
1702079) CR2

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 02 - 10
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1702079
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.



DRA. DORIS ZUÑIGA DÁVILA

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

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: lmf@lamolina.edu.pe



La Molina, 17 de febrero de 2017

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

☎ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmf@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1702080 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : ESTIERCOL DE VACA, TRUCHA Y AGUA
1702080) CR3

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 02 - 10
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1702080
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 17 de febrero de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

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

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: imt@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

☎ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: imt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1702081 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : ESTIERCOL DE VACA, TRUCHA Y AGUA
1702081) T1R1

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 02 - 10
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1702081
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.



DRA. DORIS ZUÑIGA DÁVILA



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

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: lmnt@lamolina.edu.pe

La Molina, 17 de febrero de 2017

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

(511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmnt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1702081 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : ESTIERCOL DE VACA, TRUCHA Y AGUA
1702081) T1R1

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 02 - 10
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1702081
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.



DRA. DORIS ZUÑIGA DÁVILA

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

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: lmnt@lamolina.edu.pe



La Molina, 17 de febrero de 2017

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

(511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmnt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1702083 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : ESTIERCOL DE VACA, TRUCHA Y AGUA
1702083) T1R3

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 02 - 10
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1702083
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.



DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

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

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: lmnt@lamolina.edu.pe



La Molina, 17 de febrero de 2017

LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

(511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmnt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1702084 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : ESTIERCOL DE VACA, TRUCHA Y AGUA
1702084) T2R1

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 02 - 10
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1702084
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.



DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

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

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: imt@lamolina.edu.pe



La Molina, 17 de febrero de 2017

LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

(511) 6147800 anexo 274 - E-mail: imt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1702085 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : ESTIERCOL DE VACA, TRUCHA Y AGUA
1702085) T2R2

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 02 - 10
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1702085
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.



DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

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

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: imt@lamolina.edu.pe



La Molina, 17 de febrero de 2017

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

(511) 6147800 anexo 274 - E-mail: imt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1702086 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : ESTIERCOL DE VACA, TRUCHA Y AGUA
1702086) T2R3

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 02 - 10
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1702086
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 17 de febrero de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA 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 ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

(511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1702087 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : ESTIERCOL DE VACA, TRUCHA Y AGUA
1702087) T3R1

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 02 - 10
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1702087
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	9

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.



La Molina, 17 de febrero de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

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

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: lmf@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

(511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmf@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERÚ



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1702088 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : ESTIERCOL DE VACA, TRUCHA Y AGUA
1702088) T3R2

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 02 - 10
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1702088
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	> 11 x 10 ⁵

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 17 de febrero de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

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

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: lmnt@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

(511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmnt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1702089 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : ESTIERCOL DE VACA, TRUCHA Y AGUA
1702089) T3R3

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 02 - 10
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 02 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1702089
¹Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	75

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.



DRA. DORIS ZÚNIGA DÁVILA

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

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: imt@lamolina.edu.pe



La Molina, 17 de febrero de 2017

LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

1 (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: imt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1703122 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1703122) CR1

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 03 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1703122
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 21 de marzo de 2017




DRA. DORIS ZÚÑIGA 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 ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO Nº 1703123 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1703123) CR2

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 03 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1703123
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 21 de marzo de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA 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 ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO Nº 1703124 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1703124) CR3

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 03 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1703124
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 21 de marzo de 2017




DRA. DORIS ZÚÑIGA 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 ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1703125 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1703125) T1R1

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 03 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1703125
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 21 de marzo de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA 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 ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

□ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1703126 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1703126) T1R2

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 03 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1703126
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 21 de marzo de 2017




DRA. DORIS ZÚÑIGA 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 ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1703127 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1703127) T1R3

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 03 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1703127
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	7

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 21 de marzo de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA 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 ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

□ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1703128 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1703128) T2R1

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 03 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1703128
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 21 de marzo de 2017




DRA. DORIS ZÚÑIGA 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 ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1703129 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1703129) T2R2

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 03 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1703129
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 21 de marzo de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA 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 ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO Nº 1703130 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1703130) T2R3

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 03 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1703130
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

Observaciones:

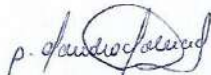
Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestra proporcionada por el solicitante.

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

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 21 de marzo de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA 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 ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1703131 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1703131) T3R1

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 03 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1703131
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 21 de marzo de 2017


DRA. DORIS ZÚNIGA 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 ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1703132 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1703132) T3R2

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 03 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1703132
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 21 de marzo de 2017




DRA. DORIS ZÚÑIGA 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 ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1703133 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1703133) T3R3

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 03 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 03 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1703133
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 21 de marzo de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA 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 ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1704196 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1704196) CR2

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 04 - 21
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 26

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1704196
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 04 de mayo de 2017




DRA. DORIS ZÚNIGA 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 ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1704197 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1704197) CR3

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 04 - 21
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 26

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1704197
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 04 de mayo de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA 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
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1704198 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1704198) T1R1

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 04 - 21
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 26

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1704198
*Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 04 de mayo de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA 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
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1704199 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1704199) T1R2

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 04 - 21
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 26

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1704199
*Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 04 de mayo de 2017




DRA. DORIS ZÚÑIGA 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
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1704200 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1704200) T1R3

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 04 - 21
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 26

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1704200
*Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 04 de mayo de 2017




DRA. DORIS ZÚÑIGA 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
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1704201 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1704201) T2R1

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 04 - 21
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 26

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1704201
'Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 04 de mayo de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA 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
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1704202 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1704202) T2R2

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 04 - 21
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 26

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1704202
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 04 de mayo de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA 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 ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe
Anexo Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1704203 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1704203) T2R3

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 04 - 21
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 26

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1704203
Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 04 de mayo de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA 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
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1704204 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1704204) T3R1

PROCEDENCIA : Carabayllo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 04 - 21
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 26

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1704204
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 04 de mayo de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA 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
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1704205 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1704205) T3R2

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 04 - 21
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 26

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1704205
¹Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 04 de mayo de 2017



DRA. DORIS ZUÑIGA DÁVILA

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

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: imt@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: imt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

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



INFORME DE ENSAYO N° 1704206 - LMT

SOLICITANTE : PERUVIAN ANDEAN TROUT S.A.C.
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : BIOL DE RESTOS DE TRUCHA Y ESTIERCOL DE VACA
1704206) T3R3

PROCEDENCIA : Carabaylo
TIPO DE ENVASE : Frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 250 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017 - 04 - 21
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 21
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2017 - 04 - 26

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1704206
*Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml.)	< 3

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

Método:

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

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 tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 04 de mayo de 2017



DRA. DORIS ZÚÑIGA 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
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

