



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Excretas Porcinas para la Producción de Biofertilizante Mediante  
Digestión Anaeróbica, en la Localidad Saracoto Alto, Lurigancho,  
Chosica – 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL

**AUTORES:**

Baras Henriquez Joy Zandy (0000-0001-8792-4991)  
Rosales Romero Ethel Minelly (0000-0002-2911-674X)

**ASESOR:**

Dr. Muñoz Ledesma, Sabino (0000-0001-6629-7802)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA - PERÚ  
2021

## **Dedicatoria**

A Dios por siempre brindarme sabiduría y fuerza para no rendirme, guiándome por el buen camino.

A mi madre Susana Henriquez, mi padre Glodi Baras, por demostrarme su cariño y amor, sobre todo por su apoyo incondicional en poder lograr mis objetivos. A mi adorable hermano Heison, quien siempre me brindo ánimos a pesar de su corta edad.

Joy Baras Henriquez

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, pues ellos fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentar en mí las bases de responsabilidad, perseverancia y superación, hace que hoy siga creciendo profesional y personalmente.

Gracias Dios, por permitirme conocer gente que hoy son pieza fundamentan en mi vida.

Ethel Rosales Romero

## **Agradecimiento**

Al Dr. Msc. Ing. Alberto Huiman Cruz, por las facilidades brindadas que permitieron el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Sabino Muñoz Ledesma, por las enseñanzas brindadas del presente trabajo de investigación, por el apoyo constante y sugerencias en la metodología.

A la empresa Peru Waste Innovation S.A.C. por brindarnos la facilidad de realizar el trabajo de investigación y sobre todo por la oportunidad laboral que brindo valiosas enseñanzas a través del Proyecto “Calidad de Vida y Sostenibilidad para Porcicultores”.

A los porcicultores de la Zona de Saracoto Alto, que nos brindaron su tiempo y apoyo incondicional para la producción del biofertilizante.

A la Universidad César Vallejo, por brindarnos lo aprendido, mediante un excelente docente que nos brindó su tiempo, paciencia y sobre todo dedicación permitiéndonos finalizar nuestro trabajo de investigación.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tabla.....	v
Índice de abreviaturas .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	10
3.2 Variables y operacionalización .....	10
3.3 Población, muestra y muestreo .....	10
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	11
3.5 Procedimientos .....	11
3.6 Método de análisis de datos.....	13
3.7 Aspectos éticos.....	13
IV. RESULTADOS .....	14
4.1 Prueba de las Excretas Porcinas .....	14
4.2 Prueba del biofertilizante.....	15
4.3 Contraste de Hipótesis.....	16
V. DISCUSIÓN .....	18
VI. CONCLUSIONES.....	21
VII. RECOMENDACIONES.....	22
REFERENCIAS .....	23
ANEXOS	

## Índice de tabla

<b>Tabla 1.</b> Efecto de la fuente de carbohidratos (fc) y la fuente de bal (fi) sobre la reducción del pH y bacterias durante el ensilaje de estiércol porcino .....	10
<b>Tabla 2:</b> Análisis microbiológicos de las excretas porcinas y los biofertilizantes T7 y T12.....	10
<b>Tabla 3:</b> Análisis fisicoquímico de los biofertilizantes T7 y T12.....	11
<b>Tabla 4:</b> Análisis microbiológico de las excretas porcinas, biol y biosol de los tratamientos T4, T7, T8 y T9. ....	11
<b>Tabla 5:</b> Análisis fisicoquímico de las excretas porcinas y biosol obtenido de los tratamientos T4, T7, T8 y T9 (mezcla compuesta), en base seca. ....	12
<b>Tabla 6:</b> Análisis físico químico del biol obtenido de los tratamientos T4, T7, T8 y T9 (mezcla compuesta).....	12
<b>Tabla 7:</b> Parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el influente y efluente del biodigestor anaerobio. ....	13
<b>Tabla 8:</b> Análisis de nutrientes del biol en los tratamientos.....	13
<b>Tabla 9:</b> Parámetro microbiológicos del biol en los tratamientos. ....	13
<b>Tabla 10:</b> Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del Tratamiento .....	14
<b>Tabla 11:</b> Análisis microbiológicos y totales de las excretas de cerdos .....	14
<b>Tabla 12:</b> Composición química del estiércol solido porcino .....	15
<b>Tabla 13:</b> Parámetros del biol.....	15
<b>Tabla 14:</b> Resultado – Ficha de observación.....	14
<b>Tabla 15:</b> Resultado – Análisis de las Excretas porcinas.....	15
<b>Tabla 16:</b> Resultado – Análisis del Biofertilizante .....	16
<b>Tabla 17:</b> Análisis microbiológico de las excretas porcinas y el biofertilizante .....	17
<b>Tabla 18:</b> Análisis fisicoquímico del biofertilizante .....	17

## Índice de abreviaturas

### B

BAL	
Bacterias Ácido Lácticas .....	1, 2, 4, 7, 8, 10, 17

### C

CH <sub>4</sub>	
Metano.....	7

### E

E.S	
Excretas sólidas .....	5

### F

F.Q	
Fertilizante químico.....	5

### R

RSA	
Residuos Sólidos Agropecuarios .....	2

### S

SST	
Sólidos Sólidos Totales.....	4

### U

UNALM	
Universidad Nacional Agraria la Molina .....	10, 11, 12, 25,
27	

## Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la efectividad de las excretas porcinas para la producción de biofertilizante mediante digestión anaeróbica, en la Localidad de Saracoto Alto - 2021. A través de este método se elaboró un biofertilizante empleando las bacterias ácido lácticas (GarLac) más carbohidrato (melaza) para reducir un mayor porcentaje de microorganismos patógenos en un mayor tiempo, solo empleando excretas porcinas mediante el proceso de digestión anaerobia. La investigación fue tipo explicativa y el diseño experimental, la muestra utilizada fue 13 kg de excretas porcinas de alimento balanceado empleada en un solo tratamiento con una dosis de 4 litros de GarLac en un tiempo de 60 días. Los resultados obtenidos mostraron la cantidad de macronutrientes y micronutrientes que tiene el biofertilizante y la reducción de la carga de coliformes fecales como totales y *Escherichia coli*. a través del proceso de digestión anaerobia. Por lo que, se concluye que el método utilizado en las excretas porcinas es efectivo para la obtención de biofertilizante, siendo económicamente rentable y práctico al momento de implementarse.

**Palabras clave:** excretas porcinas, biofertilizante, bacterias acidas láctica, digestión anaerobia.

## **Abstract**

The objective of this research was to determine the effectiveness of pig excreta for the production of biofertilizer through anaerobic digestion, in the town of Saracoto Alto - 2021. Through this method, a biofertilizer was elaborated using lactic acid bacteria (GarLac) plus carbohydrate (molasses) to reduce a higher percentage of pathogenic microorganisms in a longer time, only using pig excreta through the anaerobic digestion process. The research was applied type and the experimental design, the sample used was 13 kg of swine excreta of balanced feed used in a single treatment with a dose of 4 liters of GarLac in a period of 60 days. The results obtained showed the quantity of macronutrients and micronutrients that the biofertilizer has and the reduction in the load of total fecal coliforms and *Escherichia coli*. through the anaerobic digestion process. Therefore, it is concluded that the method used in pig excreta is effective for obtaining biofertilizer, being economically profitable and practical at the time of implementation.

**Keywords:** swine excreta, biofertilizer, lactic acid bacteria, anaerobic digestion.



## I. INTRODUCCIÓN

Los impactos ambientales generados por la producción porcina, está relacionado principalmente por las excretas. El inadecuado manejo de dichos residuos produce la generación de emisiones de efecto invernadero, degradación de suelo y agua (FAO, 2014).

La porcicultura es la principal actividad en el Perú, con un 60% en crianza casera y 40% en granjas medianamente y altamente tecnificadas (MINAGRI, 2015). Alrededor de los 3.5 millones cerdos existentes en el Perú, el departamento de Lima concentra la mayor producción, y dichos residuos no cuentan con un adecuado manejo, la cual constituye uno de los principales problemas (Hummel, 2014).

Al desarrollo de este trabajo se encontró similares como el de Ruvalcaba *et al.* (2019) evaluaron el efecto del proceso de ensilaje sobre la reducción de la carga microbiana de la excreta porcina a través del monitoreo de diferentes grupos indicadores de microorganismos y cambios en el pH. En conclusión, el uso de bacterias ácido lácticas y carbohidratos resultó efectiva para la disminución de carga microbiana del estiércol a los 21 días. Tabla 1. López (2018) elaboró un biofertilizante a base de excretas porcinas, concluyendo que la fermentación realizada por las BAL permitió la obtención de biofertilizante, además en los análisis microbiológicos se puede afirmar que el biofertilizante producido es un producto inofensivo, dado que no hay presencia de microorganismos patógenos. Tabla 2 y Tabla 3.

Luego de realizar las revisiones de trabajos previos, como soporte de conceptos, respecto a las variables excreta porcina y biofertilizante, se tiene lo siguiente:

Las excretas porcinas, son consideradas insumos agrícolas desde la evolución de los herbívoros, tienen características de ser biodegradables en un corto periodo de tiempo en condiciones aeróbicas naturales (Giraldo, 2003). Como materia prima para reciclaje, desde el punto de vista del reaprovechamiento con un manejo adecuado de heces y orina, está constituido por sobrantes de alimentos ya digeridos, pero no utilizados por el organismo. (Ledesma, 2020).

A partir de una perspectiva sostenible para la elaboración vegetal “Un biofertilizante es el resultado elaborado en base a microorganismos benéficos, que se encuentran

agrupados con las plantas, permitiendo su desarrollo natural de nutrición y regeneración del suelo” (Ramírez, et al., 2011). Según Moreno (2019), el biofertilizante es producto de una descomposición anaeróbica de la materia orgánica, siendo transformado por la acción de un bio protector a través de la fermentación láctica. Asimismo, considera que para la obtención de una fermentación rápida es necesario un ambiente anaeróbico, el uso de bacterias (BAL) y la melaza que incrementa las bacterias.

Empleando un proceso de ensilaje con bacterias ácido láctica y carbohidratos se evidencia la disminución de pH y reducción de indicadores microbiológicos, obteniendo el objetivo de reducir la carga microbiana, con el fin de mitigar el daño ambiental. Mientras tanto la elaboración de biofertilizante intensivo empleando excretas porcinas, se evidenció la obtención del biofertilizante sin presencia de microorganismos patógenos. Por lo tanto, se pretende elaborar biofertilizante con el empleo de bacterias ácido lácticas (GarLac) + carbohidrato para reducir un mayor porcentaje de microorganismos patógenos en un mayor tiempo, solo empleando excretas porcinas.

La presente investigación plantea las siguientes preguntas ¿Es efectiva obtener la mayor disminución de carga microbiana con el empleo de BAL (GarLac) en las excretas porcinas? ¿Qué tan factible es el uso de excretas porcinas para obtener biofertilizante? ¿Qué tan sostenible es el reaprovechamiento de excretas porcinas para el medio ambiente-social? ¿Qué tan eficiente es el empleo de biofertilizante para disminuir la huella ambiental en la zona de Saracoto?.

La crianza de cerdo en la zona de Saracoto Alto, es la actividad pecuaria predominante, teniendo un gran impacto en la población de sus alrededores. La crianza no es tecnificada, hacen un manejo inadecuado de los RSA, corroborado con el informe de PWI S.A.C. Esta falta de manejo, desencadena la proliferación de moscas transportadores de diversos patógenos. Como consecuencia, los animales se enferman afectando a la salud de los pobladores y consumidores de carne porcina.

Por lo que se formuló el siguiente problema: ¿Cómo influyen las excretas porcinas para la producción de biofertilizante mediante digestión anaeróbica, en la localidad Saracoto Alto?. Teniendo lo siguiente: ¿Cuál es la composición fisicoquímica de las

excretas porcinas que favorece la producción de biofertilizantes en la localidad de Saracoto Alto?; ¿Cuál es la composición microbiológica de las excretas porcinas que favorece la producción de biofertilizantes en la localidad de Saracoto Alto?

Justificación social, los análisis obtenidos contribuirán como fuente de información actualizada para la elaboración de futuros tratamientos, y beneficiarán a los porcicultores de la zona, agricultores, consumidores, etcétera. Así mismo mejorar la calidad de vida, erradicar con los focos de contaminación por excretas porcinas en la Zona de Saracoto Alto.

Justificación económica, se pretende que los demás centros porcinos puedan replicar el proceso y evitar gastos económicos empleando empresas para su disposición final, evitar gastos en el empleo de fertilizantes químicos y generar un ingreso adicional en la venta de biofertilizantes.

Justificación ambiental, como las excretas porcinas son unos de los residuos difíciles en descomposición y el manejo es inadecuado en la Zona de Saracoto, el trabajo de investigación contribuirá en la reducción del impacto ambiental disminuyendo la contaminación del suelo, agua y aire, así mismo contribuir al manejo responsable de los residuos de porcinos.

Como objetivo principal es, determinar la efectividad de las excretas porcinas para la producción de biofertilizante mediante digestión anaeróbica, en la Localidad de Saracoto Alto. Asimismo, se consideran los siguientes objetivos: Determinar la composición fisicoquímica de las excretas porcinas que favorece la producción de biofertilizantes en la localidad de Saracoto Alto; Determinar la composición microbiológica de las excretas porcinas que favorece la producción de biofertilizantes en la localidad de Saracoto Alto.

Planteando como hipótesis principal: Existe efectividad de las excretas porcinas para la producción de biofertilizante mediante digestión anaeróbica, en la localidad de Saracoto Alto. Además, considerando lo siguiente: La composición fisicoquímica de las excretas porcinas favorece la producción de biofertilizantes en la localidad de Saracoto Alto. La composición microbiológica de las excretas porcinas favorece la producción de biofertilizantes en la localidad de Saracoto Alto.

## II. MARCO TEÓRICO

Como complemento de los antecedentes evaluados, se encontraron los siguientes:

Álvarez *et al.* (2016) emplearon enzima (proteasa microbiana) para el equilibrio y variación de excretas hidrolizada con mayor nivel de SST; posterior a ello se empleó bioprotector comercial y melaza obteniendo un equilibrio de pH y parámetros organolépticos. Obteniendo biol y biosol con análisis microbiológico y fisicoquímico. En conclusión, se determina que el tratamiento 4 (15% B-Lac + 10% melaza + 75% excreta hidrolizada) el pH es menor a 4.5 y con muestras que no existe microorganismos patógenos. Tabla 4, Tabla 5 y Tabla 6. Soria *et al.* (2001) utilizó las excretas líquidas transformando las aguas contaminadas a biofertilizantes, mediante un biodigestor tipo FAO. Concluyendo, que al culminar el periodo de fermentación (50 días) no hubo presencia de coliformes y con un pH de 7.05, en temporada de verano. Tabla 7.

Giraldo (2019) uso biomasa orgánica residual porcina con el método de digestión anaerobia de *Lactobacillus Plantarum* LPBM10 y suero de leche en digestor tubular, son 3 tratamientos de 200 Kg de excretas, 800 L de agua no potable, ( $154 \times 10^5$  UFC/mL) /L de *Lactobacillus* y suero de leche con variaciones de 1L, 2L y 4L. Tabla 8 y Tabla 9.

Cabrera (2015) empleo coagulante y consorcios microbianos evaluando la efectividad en aguas residuales porcinas. Comparando los valores obtenidos de las concentraciones fisicoquímicas y bacteriológicas, cumpliendo satisfactoriamente con los rangos establecidos. Tabla 10.

Omonte (2019) reutilizo las excretas porcinas mediante el ensilaje con BAL para la alimentación de pollos, aplicando tres tratamientos con diferentes dosis. Considerando que el proceso realizado logro la reducción de los coliformes (fecales y termo tolerantes), haciendo que sea óptimo para el consumo de los pollos. Tabla 11. Asimismo, realizaron el aislamiento de *Salmonella* spp. en excretas líquidas como sólidas de porcinos por medio del ensilaje, logrando aislar la *Salmonella* spp en 8/10 granjas. (Ramírez *et al.*, 2005)

Moreno y Cadillo (2018) usaron las excretas porcinas como abono orgánico en el cultivo de maíz; por lo que plantearon usar los siguientes tratamientos F.Q, E.S y

una combinación de ambos (F.Q + E.S). Concluyendo que las excretas sólidas tienen mayor rendimiento en el crecimiento del maíz debido a su valor nutricional. Tabla 12. Shirakawa (2016) evaluó el proceso de ensilado de excretas porcinas en la producción de biogás y biol en biodigestores. Por lo que se realizó mediante concentraciones, obteniendo biogás en un periodo entre 32 y 41 días. Además, el biol demostró tener una composición óptima para los cultivos, aunque había presencia de toxicidad. Tabla 13.

EMRO (s.f.), El ácido láctico degrada los componentes orgánicos y destruye los microorganismos patógenos. Dichas bacterias, son empleadas en la producción mejorando las características sensoriales y conservando los alimentos. Su proceso y reacción química pueden abstenen el crecimiento de *Salmonella spp*, *Escherichia coli*, etcétera. (Fernández *et al.*, 2012)

Nieto (2009) y Hernández *et al.* (2014) mencionan que la temperatura tiene una influencia sobre la velocidad de reacción del metabolismo dentro de un biorreactor, ya que se desarrolla en un cierto rango, pudiendo afectar al organismo.

Las excretas porcinas, según Urbano (como se citó en Yauyo, 2016) está formado por sólidas y líquidos. Se puede considerar excreta fresca a las deyecciones con una descomposición breve; excreta semi-hecho descomposición intermedia y excreta madura en una descomposición total.

Los factores que infieren en el índice de productividad de excretas es la etapa del animal, capacidad de agua consumida, desarrollo vital, clima, proporción y condición del alimento ingerido. (Cervantes, 2018)

Iparraguirre (como se citó en Hummel, 2014) determina los tipos de excretas según su porcentaje; las excretas que contienen de 9 a 12% de materiales sólidos se consideran excretas líquidas, semisólidos de 5 a 20%, y mayores a 20% se considera excreta sólida.

Las excretas porcinas presentan en su textura una gran carga microbiológica y parasitaria demasiado elevado, además de microorganismos de la biota intestinal y algunos son catalogados como patógenos por su acto nocivo a la salud humana y en las poblaciones animales. Las bacterias en mayor proporción se encuentran

en cerdos infectados y son considerados como riesgo bacterial. (Castrillón *et al.*, 2004; Estrada *et al.*, 2011 y Oliva *et al.*, 2004)

Según Cervantes (2018), el mundo afronta el dilema de la industria porcina, debido al incremento de excretas y a la cantidad de nutrientes que posee, pudiendo modificar la calidad ambiental y estableciendo un obstáculo para el desarrollo de la industria porcina.

Para Alises *et al.* (2005), la capacidad de las sales contenidas en las excretas son los nitratos, siendo los principales contaminantes de acuíferos y aguas superficiales cuando son filtradas.

El impacto ambiental sobre los recursos generados por los residuos porcinos son los malos olores, ruidos y plagas de insectos que afectan a la población. Castiblanco (Como se citó en Carranza, 2017)

Las excretas están conformadas por micronutrientes y macronutrientes, a la misma vez al estar en contacto con el medio ambiente pueden ser generadores de malos olores y de elementos patógenos. Además, el exceso de nutrientes contribuye a la eutrofización (Martínez *et al.*, 2003)

Según Blanco (2016), menciona que los purines de cerdos tienen la capacidad de fermentar por la composición orgánica, ya que al no recibir tratamiento genera un impacto ambiental. Dichos purines están compuestos por aguas residuales, excretas sólidos o líquidos; por lo tanto, los principales contaminantes es la materia orgánica, sólidos en suspensión, nitrógeno, fósforo y potasio. (Abalco, 2013)

Finalmente Alises (2005), describe que el purín es la excreta disuelta, viscosa o semilíquido, con fuerte esencia amoniacal, producto de la mezcla de lavado y las excreciones. Debido a la composición de nitrógeno que contienen las aguas residuales no pueden ser aplicados como fertilizantes, sin previo tratamiento.

Según Blanco (2016), los purines porcinos se conforman por una fase líquida que está compuesta por la orina, agua de lavado, mientras la fase sólida está constituida por las excretas, residuos de alimentos y el componente vegetal que cubre el suelo. La composición de los purines puede variar según la raza, tipo de alimentación, infraestructura de la granja, bioseguridad y el clima, generando un aumento en el consumo de agua procedentes de la limpieza; además el elevado contenido de

nitrógeno amoniacal, macro y micronutrientes, son necesarios en el crecimiento de microorganismos anaerobios. (Angelidaki, 1997 citado por Blanco, 2016)

Según Suero (2016), las aguas residuales generadas por los porcinos, se caracterizan por exponer una alta densidad de materia orgánica, nutrientes, sólidos, aceites y grasas y microorganismos patógenos. Además, es importante tener la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> en el manejo de las excretas porcinas y evaluando los efectos en el tratamiento de digestión anaeróbica. (Soren et al., 2016)

Según Blanco (2016), menciona que los purines de uso directo al suelo, produce la formación de malos olores, emisión de metano y amoniaco; por lo tanto, eso se ve reflejado en la contribución de gases al efecto invernadero y en la contaminación de acuíferos. La acumulación de metales pesados como Cobre y Zinc, que son producto de la dieta del cerdo son consideradas fitotóxicas debido a su concentración, es decir, pueden producir daños en las especies vegetales. Así mismo el incremento de las excretas limitan el coste del manejo y transporte, ocasionando un costo excesivo. (Alises, 2005)

Según EMRO (s.f.), las BAL producen ácido láctico, que tiene una composición esterilizante que eliminar microorganismos dañinos y ayuda a la descomposición de materiales. Así mismo la fermentación pospone el desarrollo de las bacterias indeseables, sin embargo, el ácido láctico no ocasiona la disminución del pH, sino también al efecto antimicrobiano debido a su forma no disociada. Piard y Desmazeaud (como se citó en Meza, 2014)

Carr y col. (como se citó en Ramírez, 2011) las BAL son aún ácidos tolerantes, que pueden variar algunos valores de pH, permitiendo tolerar la supervivencia en otros medios.

Asimismo, se organizan mediante el progreso de adaptación a diferentes temperaturas, altas concentraciones de sal y distribución del ácido láctico originado. (Zamora, 2003)

Londoño *et al.* (como se citó en Tanya, 2019) menciona que las bacterias son incorporadas del género *Lactobacillus* que pueden ser separados a partir de alimentos fermentados, masas ácidas, plantas, tractos respiradores, etcétera.

La fermentación anaerobia es un componente por el cual las moléculas orgánicas son degradadas por la acción de microorganismos. Por ello el resultado líquido o sólido excesivos contienen los elementos complicados de dividir. Jarabo (como se citó en Blanco, 2011)

Según Flotats (2001) mediante el proceso de digestión se elimina la carga orgánica y se obtiene el gas. La presencia de microorganismos en los purines ayuda a la descomposición sustancia biodegradable en falta de oxígeno, generando el dióxido de carbono y el metano. Asimismo, en la biodigestión la liberación de gases es usado como combustible; mientras la intensidad y tiempo del proceso anaeróbico puede variar según numerosos componentes, tales como la temperatura y el pH. (Abalco, 2013)

En un biodigestor se realiza el tratamiento biológico (descomposición anaeróbica) donde son transformados los residuos orgánicos, por actuación de bacterias que trabajan en falta de oxígeno, originando un abundante gas metano y un efluente que sirve como abono. (Elizondo, 2010)

Según Díaz (2017), menciona que el proceso de degradación sin oxígeno de la materia orgánica, es elaborado en biodigestores. Siendo un sistema sencillo donde las bacterias que ya residen en el estiércol, aprovechan la transformación del biogás y el fertilizante (Martí, 2008). Además, en el proceso no se pueden eliminar los metales pesados, nitrógeno, amonio y fósforo (Cruz et al., 2016).

Según Paiva (2016), la digestión anaerobia genera reacciones químicas y una diversidad de microorganismos; sabiendo que se desarrolla en las etapas como hidrólisis donde los microorganismos interactúan con la materia orgánica convirtiéndolos en monómeros, acetogénica donde los monómeros derivados son atacados a una fosa de homogeneización y por último la metanogénica en donde las sustancias derivadas anteriormente son atacadas por microorganismos metanogénicos, que requieren una atmósfera con ausencia de oxígeno.

PROBIOLSUR S.A.C. (s.f.) menciona que la melaza es un producto procedente de la caña de azúcar, teniendo un sabor dulce y levemente amargo; presentando un elevado contenido en carbohidratos, vitaminas y minerales, teniendo un rango de pH (4 - 6). Es un líquido viscoso de color marrón oscuro, procedente de la



concentración de los caldos de producción de azúcar de caña. (C+E Analítica, 2008)

Según Moreno (2019), es importante el monitoreo continuo del pH, ya que determina la calidad y disponibilidad del biofermento en la acción de las bacterias provocando el descenso del pH (4.0). Asimismo, Rojas (2020) menciona, que los caracteres organolépticos son necesarios porque determinan la calidad del biofertilizante, teniendo un olor (fermentación alcohólica) y un color (marrón oscuro), absorbiendo mayor la luz solar y mejorando la eficiencia fotosintética. Teniendo en cuenta que debe estar a una temperatura ambiental aproximada de 30 – 38 °C para alcanzar una mayor actividad microbiana (Ramírez et al., 2016).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

Fue definida como explicativa, ya que permitió transformar las excretas porcinas en biofertilizante. Además, ayudo a brindar una solución a los residuos sólidos agropecuarios y a su vez proporcionó información que puedan ser utilizadas en las investigaciones futuras en el manejo de excretas porcinas.

##### **Diseño de investigación**

Experimental y su modalidad cuasi experimental, ya que se manipuló la variable independiente de excretas porcinas con el propósito de conocer su influencia sobre la variable dependiente del biofertilizante.

#### **3.2 Variables y operacionalización**

##### **Variable Independiente: Excretas porcinas**

Son residuos que se pueden reaprovechar, ya que son biodegradables en condiciones aeróbicas teniendo un periodo corto en el proceso; explicada en el Anexo 1.

##### **Variable Dependiente: Biofertilizante**

Es el producto de una descomposición anaeróbica, donde la materia se transforma por la acción de microorganismos benéficos a través de la fermentación láctica; explicada en el Anexo 1.

#### **3.3 Población, muestra y muestreo**

##### **Población:**

La población fue establecida por la cantidad de excretas porcinas que se producen diariamente en la Zona de Saracoto Alto, siendo aproximadamente de 144 kg/día de excretas generadas en una granja mediana.

**Muestra:**

La muestra fue de 13 Kg de las excretas porcinas frescas de alimento balanceado, del cual 1 Kg fue para los análisis respectivos de la composición fisicoquímica y microbiológica de la excreta, el resto de 12 Kg fue para la unidad experimental.

**Muestreo:**

El muestreo fue aleatorio, donde se obtuvo las excretas porcinas en horas de la tarde cuando fueron depositadas las excretas de la etapa de crecimiento en el canal estercolero, en el cual se muestreó en diferentes lugares hasta hacer una cantidad de 13 kilos. Finalmente se utilizó 12 kg de muestra y se vertió en el balde para realizar el tratamiento.

**3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica empleada fue la observación, donde se analizó las excretas porcinas iniciales y finales, con el empleo del GarLac para la obtención del biofertilizante. El instrumento utilizado fue una ficha de observación para la obtención de datos sobre el proceso de fermentación. Además, los resultados obtenidos por medio de los laboratorios de la UNALM apoyan a la ficha de observación; en el Anexo 2.

**3.5 Procedimientos**

Al iniciar el proceso, se realizó la activación de los microorganismos eficientes (GarLac) mediante las concentraciones de melaza (10%), GarLac (10%) diluidos y agua (80%) en un recipiente herméticamente cerrado, pasando por un proceso de fermentación de 3 días, se presentó un olor agrídulce y un pH 3.5 cuando la activación del GarLac está completa y lista para su posterior aplicación en el proceso.

Además, se procedió a la implementación del biodigestor, donde se usó un bidón de plástico con una capacidad de 50 litros, realizándose un orificio en la tapa para la adaptación de la manguera cristal aplicándose el moldimix para evitar la fuga del gas y a su vez se conectó a un envase de litro con agua, donde el gas fue almacenado en forma líquida. Se realizó dicha adaptación para evitar que el bidón

de plástico se pueda dañar, durante el proceso de la fermentación anaerobia y que la mezcla realizada se contamine al entrarse en contacto con el exterior.

Antes de iniciar el proceso de fermentación láctica, se procedió a la recolección de 13 kilos de excretas porcinas frescas de alimento balanceado, como muestra se extrajo 1 kg para ser analizadas la composición fisicoquímica (Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes) y microbiológicas (Laboratorio de ecología microbiana y biotecnología “Marino Tabusso”) pertenecientes a la UNALM. Con la finalidad de realizar una comparación entre ambos resultados después del tratamiento.

Después los 12 kilos de excretas porcinas restantes, se añadieron en el biodigestor y a su vez se agregó 4 litros de GarLac activado, 4 kilos de melaza y 32 litros de agua, realizándose un mezclado homogéneo y evitando que la melaza se quede sedimentada. Recordando que siempre se deja un espacio libre (1litro), ya que al fermentar la mezcla produce espuma y con la formación de gases, la mezcla puede salir por la manguera. Recomendando que el GarLac ayuda al proceso de descomposición de materiales orgánicos y durante la fermentación.

Una vez terminada la preparación se procedió a realizar la medición de pH, temperatura, color y olor como parámetros iniciales tomadas en campo; para luego comparar con los parámetros obtenidos al final del proceso. Posteriormente se realizó el sellado del bidón iniciando el proceso de fermentación láctica, con una duración de 60 días. Considerando las siguientes recomendaciones: el biodigestor debe mantenerse en un ambiente fresco, evitando el contacto directo con los rayos del sol y sobre una superficie sólida para que no afecte bruscamente el cambio de la temperatura; ya que esto evitara que la mezcla y el producto final se altere perjudicialmente.

Una vez culminado el proceso de fermentación, se procedió a realizar la medición de pH, temperatura, color y olor como parámetros finales. Posteriormente se procedió el colado del biofertilizante y se extrajo dos muestras en las que se analizaron la composición fisicoquímica y microbiológica en los laboratorios de la UNALM; explicada en Anexo 4, 5, 6, 7, 8.

Para poder evidenciar el proceso de activación, diseño del biodigestor y la obtención del biofertilizante, se puede visualizar la memoria fotográfica; explicada en Anexo 3.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Enfoque Cuantitativo, con estadística descriptiva porque describió tanto las variables y dimensiones. Asimismo, se utilizó la estadística inferencial, ya que se realizó un contraste de las hipótesis.

### **3.7 Aspectos éticos**

Se respetó la propiedad intelectual en la recopilación de información, ya que mediante la aplicación del Turnitin se corroboró las similitudes entre otras investigaciones. De esta manera, se aplicó la investigación empírica porque evidencia que los datos obtenidos en los resultados son reales y no inventados.

Asimismo, para asegurar veracidad de la investigación se trabajó con el permiso del poricultor y de la empresa ejecutora del proyecto, ya que la información obtenida es de interés para la empresa. Además, la búsqueda de nuevos conocimientos servirá para el desarrollo de la zona.

## IV. RESULTADOS

Presentamos los resultados de los análisis obtenidos en nuestro experimento. Estos resultados mostraron como la efectividad de las excretas porcinas para la producción de biofertilizante, por ello es importante conocer la composición fisicoquímica (pH, Conductividad eléctrica, Materia orgánica, Nitrógeno, Óxido de fósforo, Óxido de potasio, Óxido de calcio, Óxido de magnesio, Humedad, Sodio, Relación C/N) y microbiológica (*Escherichia coli*, detección de *Salmonella sp*, Coliformes totales y fecales) mediante la metodología empleada por el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria “International Commission on Microbiological Specifications for Foods 1983” 2da ed. Vol1 Part II (Trad.1988) Reimp 2000 editorial Acribia.

El instrumento empleado para conocer el comportamiento de los parámetros medidos inicial y final del proceso de la fermentación, según nuestra ficha de observación:

**Tabla 14:** Resultado – Ficha de observación

Ensayos	Unidad de medida	Resultados iniciales	Resultados finales
pH	-	7.00	4.50
Temperatura	°C	22.70	19.30
Olor	-	Ligero amonio	fermentación alcohólica
Color	-	Gris marengo	marrón oscuro

Fuente: Elaboración propia

Se espera que mediante la experiencia la investigación contribuya en el mejoramiento del manejo de excretas porcinas, brindándoles una nueva tecnología a los porcicultores. Recordando que el proceso del experimento es simple y a bajo costo.

### 4.1 Prueba de las Excretas Porcinas

A continuación, se observan los resultados realizados a las excretas porcinas, esto nos ayudará a conocer previamente la cantidad de nutrientes y a realizar una

comparación después del tratamiento. Recordemos que la muestra extraída para la prueba son excretas de alimento balanceado (fresco). Ver Anexo 4.

El análisis microbiológico de la Preprueba fue realizado en el 2017, por la pérdida del resultado de los datos de la Preprueba se consideró emplear los datos de la prueba realizada por López (2018), ya que estos análisis han sido realizados en el mismo laboratorio y tiene la misma composición del alimento, debido a que los cerdos han sido alimentados con balanceado. Ver Anexo 5.

**Tabla 15:** Resultado – Análisis de las Excretas porcinas

	<b>Ensayos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Resultados obtenidos</b>
Análisis fisicoquímico	pH	-	7.79
	C.E.	dS/m	11.90
	M.O.	%	66.76
	N	%	3.68
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	5.44
	CaO	%	3.10
	K <sub>2</sub> O	%	6.60
	MgO	%	1.24
	Na	%	0.69
Análisis Microbiológico	Coliformes totales	NMP/mL	53x10 <sup>6</sup>
	Coliformes fecales	NMP/mL	53x10 <sup>6</sup>
	<i>Escherichia coli</i>	NMP/mL	31x10 <sup>3</sup>
	Detección de <i>Salmonella sp.</i>	25g.	Ausencia

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Prueba del biofertilizante

La prueba demostró la cantidad de nutrientes que contiene el biofertilizante y a la vez se puede observar los macronutrientes y micronutrientes obtenidos a través de la fermentación láctica.

Asimismo, podemos determinar que a través del proceso fermentativo se logró la reducción en la enumeración de los coliformes (totales/fecales) y *Escherichia coli*. Ver Anexo 6, Anexo 7 y Anexo 8.

**Tabla 16: Resultado – Análisis del Biofertilizante**

	<b>Ensayos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Resultados obtenidos</b>
Análisis fisicoquímico	pH	-	4.05
	C.E.	dS/m	20.00
	M. O. en solución	g/L	58.34
	N Total	mg/L	2499.00
	P Total	mg/L	862.68
	K Total	mg/L	4765.00
	Ca Total	mg/L	3076.25
	Mg Total	mg/L	1175.38
	Na Total	mg/L	490.00
Análisis Microbiológico	Coliformes totales	NMP/mL	< 3
	Coliformes fecales	NMP/mL	< 3
	<i>Escherichia coli</i>	NMP/mL	< 3
	Detección de <i>Salmonella sp.</i>	25g.	Ausencia

Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Contraste de Hipótesis

Con la hipótesis planteada: “Existe efectividad de las excretas porcinas para la producción de biofertilizante mediante digestión anaeróbica, en la localidad de Saracoto Alto”. Por lo que se analizó la composición fisicoquímica y microbiológica presente en las excretas porcinas como en el biofertilizante. Asimismo, La composición microbiológica de las excretas porcinas favorece la producción de biofertilizantes en la localidad de Saracoto Alto. Además, en la tabla 13 y anexos 3, 5 y 6, se muestran los resultados del análisis microbiológico de las excretas porcinas y del biofertilizante. Además, se observa una alta carga bacteriana en las excretas porcinas, tales como la *Escherichia coli*, coliformes fecales y totales; se puede deber al no realizar una buena recolección de la muestra y/o al manejo que se realiza en la granja. Mientras que en el biofertilizante no hay presencia de carga bacteriana, esto se puede deber a la acción de las bacterias ácido lácticas.



Esta reducción nos servirá, ya que el biofertilizante podrá ser aplicado en cultivos de hortalizas. Logrando obtener un subproducto para una posterior comercialización.

**Tabla 17:** Análisis microbiológico de las excretas porcinas y el biofertilizante

Ensayos	Unidad de medida	Excretas porcinas	Biofertilizante
Coliformes totales	NMP/mL	53x10 <sup>6</sup>	< 3
Coliformes fecales	NMP/mL	53x10 <sup>6</sup>	< 3
<i>Escherichia coli</i>	NMP/mL	31x10 <sup>3</sup>	< 3
Detección de <i>Salmonella sp.</i>	25g.	Ausencia	Ausencia

Fuente: Elaboración propia

La composición fisicoquímica de las excretas porcinas favorece la producción de biofertilizantes en la localidad de Saracoto Alto. Asimismo, en la tabla 14 y anexo 4, se muestra el resultado del análisis fisicoquímico del biofertilizante, donde se puede observar el pH de 4.05 y esto se debe a que las bacterias ácido lácticas del GarLac, permiten la reducción del pH. Además, la conductividad eléctrica es de 20 dS/m, considerándose salinos.

**Tabla 18:** Análisis fisicoquímico del biofertilizante

Ensayos	Unidad de medida	Biofertilizante
pH	-	4.05
C.E.	dS/m	20.00
Sólidos totales	g/L	80.84
M. O. en solución	g/L	58.34
N Total	mg/L	2499.00
P Total	mg/L	862.68
K Total	mg/L	4765.00
Ca Total	mg/L	3076.25
Mg Total	mg/L	1175.38
Na Total	mg/L	490.00

Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

Ruvalcaba (2019) evaluó el proceso de ensilaje de excretas de porcina ayudando en la reducción de la carga microbiana, mediante la aplicación de bacterias ácido lácticas realizando cambios en el pH entre 6.04 – 5.48 en la concentración final. Por lo tanto, el tratamiento que existe con el empleo de BAL determina la reducción de carga microbiana en el proceso de ensilaje.

Asimismo, López (2018) elaboro un biofertilizante estabilizado mediante diferentes tratamientos obteniendo un pH de 3.69 – 3.70. Corroborando que en el análisis del biofertilizante el pH fue de 4.05 y esto se debe a que las bacterias ácido lácticas del GarLac, obteniendo datos similares. Se determina que el empleo de BAL en las excretas porcinas con adición de otros residuos orgánicos permite la aceleración para la obtención de biofertilizantes.

Además, Álvarez et al. (2016) elaboro biol con la aplicación de un bioprotector con la estabilización y transformación de excretas porcinas en biofertilizantes. En nuestra investigación se encontró efectos de las excretas porcinas en la elaboración de biofertilizante con una similitud de 90%, por las características de reducción de los parámetros microbiológicos; con una orientación diferente en ambos, en el caso de Álvarez es estabilizar las excretas porcinas con una metodología de obtención de biol y biosol con estabilizador de enzimas, en nuestro caso se empleó la melaza y GarLac. Teniendo como resultado el pH menor a 4.5 y la reducción de los microorganismos patógenos.

Asimismo, López (2018) y Álvarez et al. (2016) tienen parámetros muy similares con respecto a la composición fisicoquímica del biofertilizante; donde la materia orgánica esta aproximadamente entre 177.74 g/L – 185.88 g/L. Mientras que en nuestro análisis la concentración es de 58.34 g/L, siendo mayor a 21.72 g/L mediante el proceso de ensilaje realizado por Shirakawa (2016).

En la composición microbiológica, se observa que en el biofertilizante no hay presencia de carga bacteriana, en los coliformes fecales y totales (<3), y en la *Escherichia coli* (<3); se logró mediante la acción de las bacterias ácido lácticas.

Coincidiendo con López (2018), logra la reducción de las cargas bacterianas con la acción del sustrato inicial, la melaza y el B-Lac; ayudando al proceso de fermentación. Además, los coliformes fecales y totales obtenidas mediante el proceso de ensilaje para alimento de pollos, demuestra la existencia de presencia de coliformes por Omonte (2019).

Según López (2018) con respecto a los valores de macronutrientes como Nitrógeno (10444 g/L – 10556 g/L), Fósforo (2532.26 g/L – 2270.16 g/L), Potasio (6500 g/L – 7000 g/L), Calcio (5700 g/L – 4885 g/L), Magnesio (1340 g/L – 1500 g/L) y Sodio (3900 g/L – 3750 g/L). Asimismo, Álvarez et al. (2016) tuvo Nitrógeno (5320 g/L), Fósforo (2964 g/L), Potasio (8850 g/L), Calcio (6310 g/L), Magnesio (1950 g/L) y Sodio (970 g/L). Mientras que en la investigación de Shirakawa (2016) los parámetros son menores, Nitrógeno (1421 g/L), Fósforo (545.16 g/L), Potasio (1250 g/L), Calcio (2840 g/L), Magnesio (384 g/L) y Sodio (367g/L). Por lo tanto, en los análisis obtenidos el Nitrógeno (2499 g/L), Fósforo (862.68 g/L), Potasio (4765 g/L), Calcio (3076.25 g/L), Magnesio (1175.38 g/L) y Sodio (490g/L) demostrando que el biofertilizante cuenta con una concentración de nutrientes óptimos para la aplicación en cultivos. Asimismo, Soria et al. (2001) utilizo las excretas liquidas transformándolas en biofertilizante mediante un biodigestor anaerobio, obteniendo como resultado en micronutrientes y macronutrientes en nitrógeno (0.058%), Fósforo (17.2 mg/L), potasio (363.8 mg/L), calcio (56.619.7 mg/L), magnesio (59.3 mg/L), hierro (1.159 mg/L), cobre (0.225 mg/L), zinc (0.611 mg/L), pH de 7.05, con una conductividad eléctrica de 4.08, sin presencia de coliformes; siendo recomendable la aplicación del biofertilizante elaborado.

Giraldo (2019) mediante el uso de la biomasa orgánica residual porcina elaboro un biol mediante diferentes tratamientos, obteniendo como resultado optimo con un pH que varía entre 6.1 – 6.94, conductividad eléctrica (6.11 - 6.76 dS/m), materia orgánica (12.32 – 12.85 mg/L), con macronutrientes como nitrógeno (400.11 – 589.2 mg/L), fósforo (49.65 – 51.92 mg/L), potasio (239.6 – 291.2 mg/L), calcio (341 – 377.5 mg/L), magnesio (153.25 – 189.5 mg/L), sodio (100.25 – 197.5 mg/L). Además, en los resultados microbiológicos se observó que el T2 hay mayor reducción de cargas microbianas. Corroborando que ambos biofertilizantes son

diferentes con respecto al pH, conductividad eléctrica y sobre todos los nutrientes; pero con respecto a los parámetros microbiológicos hay mayor similitud.

Cabrera (2015) con el empleo de coagulantes de consorcios microbianos en aguas residuales porcinas, logro obtener en el día 21 los siguientes parámetros: pH de 7.25 y temperatura (20.8 C°). Sin embargo, se pudo evidenciar que hay presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*. en el tratamiento realizado. Mientras que en nuestro caso se pudo evidenciar que hay ausencia de cargas microbianas.

Moreno y Cadillo (2018) usaron las excretas porcinas como abono orgánico en la aplicación del maíz, obteniendo que las excretas sólidas son enriquecidas en nutrientes con una materia orgánica (80.86%), nitrógeno (2.04%), óxido de fósforo (6.1%), óxido de potasio (1.63%), óxido de calcio (3.38%), óxido de magnesio (2.0%), sodio (0.23%) y con un pH de 6.36. Corroborando que en ambas investigaciones se obtuvieron parámetros similares en el resultado del análisis de las excretas porcinas.

En los caracteres organolépticos mencionados por Rojas (2020) determinan que la calidad del biofertilizante, se debe a la presencia del olor que es similar a la fermentación alcohólica mientras que el olor debe ser un marrón oscuro. Corroborando que en nuestra investigación los resultados obtenidos tienen mayor similitud en la obtención del biofertilizante.

Conocer la composición fisicoquímica y microbiológica de la excreta porcina antes del tratamiento y comparar con los análisis como biofertilizante, permitió confirmar la efectividad para del tratamiento para obtener una tecnología para los porcicultores, así mismo confirmando el contexto de confiabilidad con literaturas científicas.

## VI. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos y bajo las condiciones desarrolladas en el trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se determinó que el tratamiento de las excretas porcinas es efectivo para la producción de biofertilizante a través del proceso de digestión anaerobia.
- La aplicación del GarLac y la melaza, ayudaron en el proceso de fermentación anaeróbica.
- Los resultados obtenidos de la composición fisicoquímica, demuestran que el nivel de pH es ligeramente ácido y la concentración de materia orgánica es enriquecida. Aunque la conductividad eléctrica aumento considerándose salino para el suelo o cultivo. Por lo que, el tratamiento de las excretas porcinas si favorecen para la producción del biofertilizante.
- En los resultados obtenidos de la composición microbiológica, se puedo observar que no hay presencia de cargas bacterianas, después del periodo de fermentación de 60 días.
- Este tratamiento brindo una nueva alternativa al manejo de las excretas porcinas en la zona de Saracoto Alto, siendo económicamente rentable y práctico para los porcicultores al momento de implementarse.

## VII. RECOMENDACIONES

Mediante el trabajo de investigación se llegó a las siguientes recomendaciones:

- Se propone que en las siguientes investigaciones se siga realizando más tratamientos para reducir la conductividad, ya que la salinidad puede afectar tanto al suelo como el cultivo.
- Se sugiere que el biofertilizante obtenido sea aplicado en cultivos para probar la calidad y la eficiencia en el crecimiento mediante diferentes concentraciones al aplicar. Para posteriormente generar ingresos extras a través de la comercialización.
- Se recomienda trabajar en más granjas para evaluar si el manejo de las excretas puede afectar los resultados. Además, de experimentar con las excretas porcinas con la alimentación de residuos de restaurantes, ya que hay mayor generación.
- Se propone evaluar diferentes concentraciones para reducir el tiempo de fermentación, ya que la generación al día genera mayor acumulación de las excretas dentro de las granjas, ya que esto puede perjudicar la salud del porcicultor y a su vez de los animales.

## REFERENCIAS

- ✓ Abalco, E. *Elaboración de un manual técnico de crianza y manejo de ganado porcino de alternativas de tratamiento de purines porcinos (Sus scrofa domestica)*. Tumbaco, Pichincha. [En línea] Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central de Ecuador. Ecuador, 2013  
Disponible en: <https://bit.ly/3ajrBHw>
- ✓ Alises, J. et al. *Granja de Cerdos y Purines*. [En línea] ECOLOGISTAS EN ACCIÓN. Madrid, 2005.  
Disponible en: <https://bit.ly/3szBHeg>
- ✓ Álvarez, C. et al. *Uso de un complejo enzimático y un bioprotector comercial en la estabilidad y transformación de excretas porcinas*. [En línea] Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú, 2016.  
ISSN 2519-7378  
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v77i2.638>.
- ✓ Blanco, L. *Análisis y caracterización de purines para la obtención de estruvita y biogás*. [En línea] Trabajo de fin de grado en Ingeniería Química. Escuela Técnica Superior Ingenieros Industriales Valencia. España, 2016.  
Disponible en: <https://bit.ly/3uWKmrZ>.
- ✓ Blanco, D. *Tratamiento biológico aerobio-anaerobio-aerobio de residuos ganaderos para la obtención de biogás y compost*. [En línea] Tesis para optar el grado de Doctor. Universidad de León. España, 2011.  
Disponible en: <https://bit.ly/3afhKIW>.
- ✓ Cabrera, A. *Tratamiento de las aguas residuales porcinas mediante el uso de coagulantes y consorcios microbianos, en la granja porcina “Jenny” – Sapallanga, Huancayo*. [En línea] Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional del Centro del Perú. Perú, 2015.  
Disponible en: <https://bit.ly/3spGvCh>.

- ✓ Carranza, S. *Producción de ensilado de excreta porcina y su inclusión en el alimento de cerdo en crecimiento*. [En línea] Tesis para optar el título profesional de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú, 2017. Disponible en; <https://bit.ly/3a6hS1>.
  
- ✓ Castrillón, O. et al. *Porquinaza en la alimentación animal*. [En línea] Revista La Sallista de Investigación: Vol.1 Nro. 1. Colombia, 2004. ISSN 1794-4449 Disponible en: <https://bit.ly/3n6f2EN>.
  
- ✓ Cervantes, I. *Uso de Excretas Porcinas como Ingrediente Alimenticio en la Dieta de Otras Especies*. [En línea] Revista Los Porcicultores y su Entorno, Volumen N° 98. México, 2018. Disponible en: <https://bit.ly/3dfaEyt>.
  
- ✓ C+E Analítica Laboratorio agroalimentario y medioambiental materias primas. Ficha técnica Melaza de caña. Sevilla, 2008. Disponible en: <http://www.cmaseanalitica.com/pdf/melaza.pdf>
  
- ✓ Díaz, A. *Características Físicoquímicas y Microbiológicas del proceso de elaboración de Biol y su efecto en germinación de semillas*. [En línea] Tesis para optar el grado de magister scientiae en suelos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú, 2017. Disponible en: <https://bit.ly/3uVEEXq>.
  
- ✓ EM Research Organization [EMRO] Guía de la tecnología EM Producción y Tecnología S.A (EMPROTEC). Costa Rica. Disponible en: <https://bit.ly/3dfr1eD>.
  
- ✓ Estrada, A. et al. *Efecto de la fermentación en estado sólido de porcinaza sobre la persistencia de patógenos en el ensilaje*. [En línea] Boletín científico. Centro de museos Universidad Caldas. Vol.15 Nro.2 Pág. 71- 80. Colombia. ISSN 0123-3068



Disponible en: <https://bit.ly/3v1rUym>.

- ✓ Elizondo, D. El Biodigestor. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Costa Rica, 2015.

Disponible en: <https://bit.ly/3dtbZTI>

- ✓ FAO (Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura). Departamento de agricultura y protección del consumidor. [En línea]. Cerdos y el medio ambiente. 2014. [Fecha de consulta: 09 de enero de 2021].

Disponible en: <https://bit.ly/3dNPqJU>.

- ✓ Fernández, K. et al. *Caracterización de los metabolitos de bacterias ácido lácticas y efecto inhibitor de las bacteriocinas en microorganismos patógenos en alimentos: Revisión sistemática de la literatura, 2008 – 2012*. [En línea] Revista Biosalud. Volumen 13 Nro.1. Colombia, 2014

ISSN 1657-9550

Disponible en: <https://bit.ly/3agwnW6>.

- ✓ Flotats, X. et al. *Digestión anaerobia de purines de cerdo y co-digestión con residuos de la industria alimentaria*. [En línea] Porci; Monografía de actualidad, 65, pp 51-65. Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo. Universidad de Lleida. España, 2001.

Disponible en: <https://bit.ly/32rx6PO>.

- ✓ Garcia, M. et al. *Treatment of swine manure: case studies in European's N-surplus áreas*. [Online] Scientia Agrícola (Piracicaba, Braz.) vol.73 No.5 Piracicaba Sept./Oct. 2016.

Disponible en: <https://bit.ly/3wOnn3F>

- ✓ Giraldo, S. *Fertilización con excretas porcinas: Soporte técnico, bondades, riesgos, cálculo del plan de fertilización*. [En línea] Seminario: Materiales

Orgánicos en la Agricultura] Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Colombia, 2003.

Disponible en: <https://bit.ly/2MruHQT>.

- ✓ Hernández, A. et al. *Medición en línea de pH, Temperatura y agitación de medio de cultivo en fermentación utilizando Saccharomyces cerevisiae*. [En línea] Universidad Politécnica de Amozoc. México, 2014.  
Disponible en: <https://bit.ly/3gfmHPD>.
- ✓ Hummel, A. *Implementación parcial de buenas prácticas pecuarias en la producción de cerdos e implementación de un sistema piloto de biodigestión en el parque porcino de ventanilla*. [En línea] Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista en Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú 2014.  
Disponible en: <https://bit.ly/3a0sJPX>
- ✓ Ledesma, C. *Análisis de la administración de heces fermentadas de porcinos en el control de enfermedades intestinales del cerdo*. [En línea] tesis para optar el título profesional de Médica Veterinaria Zootecnista. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador, 2020.  
Disponible en: <https://bit.ly/3kvsX5J>.
- ✓ López, C. *Biofertilizante acelerado de excretas porcinas, sangre bovina y suero lácteo hidrolizados enzimáticamente y estabilizado con bacterias ácido lácticas*. [En línea] tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú, 2018.  
Disponible en: <https://bit.ly/3tweN8c>.
- ✓ Nieto, H. *Evaluación de las condiciones de la fermentación alcohólica utilizando Saccharomyces cerevisiae y jugo de caña de azúcar como sustrato para obtener etanol*. [En línea] Tesis para optar el grado de título de Ingeniero en Biotecnología. Escuela Politécnica del Ejército. Ecuador, 2009.  
Disponible en: <https://bit.ly/3x4bqHJ>.

- ✓ Martínez, J. et al. *El tratamiento de subproductos (residuos) animales: presente y futuro. La central de tratamiento de purines en la granja escuela de la facultad de veterinaria de la universidad de Murcia*. [En línea]. Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. España, 2003.  
Disponible en: <https://bit.ly/3dnB6qW>.
  
- ✓ MINAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). Situación de las actividades de crianza y producción de porcinos [En línea], 2015.  
Disponible en: <https://bit.ly/2ZVx1mh>.
  
- ✓ Meza, L. *Elaboración de abono líquido mediante fermentación homoláctica de papas de descarte utilizando el consorcio microbiano ácido láctico B-lac*. [En línea] Tesis para optar el título profesional de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú, 2014.  
Disponible en: <https://bit.ly/2TTTTQqG>
  
- ✓ Moreno, L y Cadillo, J. *Uso del estiércol porcino sólido como abono orgánico en el cultivo de chala*. [En línea] Anales científico. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú, 2018.  
ISSN 2519-7398  
Disponible en: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/index>.
  
- ✓ Moreno, L. *Calidad de abonos orgánicos a partir del estiércol porcino y su efecto en el rendimiento del maíz chala*. [En línea] Tesis para optar el grado de magister Scientiae en Producción animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú, 2019.  
Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3942>
  
- ✓ Oliva, M. et al. *Estudios de eliminación de microorganismos patógenos de residuales porcinos en un biorreactor con tiempo de retención corto*. [En línea] Revista Computadorizada de Producción Porcina. Vol. 11, Nro. 1. México, 2004.  
Disponible en: <http://www.cipav.org.co/RevCubana/1101/110114.html>.

- ✓ Paiva, P. *Propuesta de aprovechamiento del biogás obtenido a partir del tratamiento de las aguas residuales generadas en la empresa rico cerdo F&G S.A.C., para su uso como biocombustible en los sistemas de calefacción de las áreas de maternidad.* [En línea] Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Universidad Santo Toribio de Mogrovejo. Perú, 2016.  
Disponible en: <https://bit.ly/3edmXf5>.
  
- ✓ PROBIOLSUR S.A.C Productos Biológicos del Sur S.A.C. [En línea] Ficha técnica Melaza: Caña de azúcar. Perú.  
Disponible en: [http://probiolsur.com.pe/documentos/ficha\\_tecnica\\_melaza.pdf](http://probiolsur.com.pe/documentos/ficha_tecnica_melaza.pdf)
  
- ✓ Ramírez, J. et al. *La mercadotecnia en la producción de biofertilizante de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Veracruzana.* [En línea] Revista Ciencia Administrativa. Volumen 2. México, 2011.  
Disponible en: <https://bit.ly/3dJBMaS>.
  
- ✓ Ramírez, C. *Aislamiento, Caracterización y Selección de Bacterias Lácticas Autóctonas de Leche y Queso Fresco Artesanal de Cabra.* [En línea] Información tecnológica. Vol.27 Nro.6 Universidad de las Américas Puebla. México, 2016.  
Disponible en: <https://bit.ly/3dnoVdL>.
  
- ✓ Ramírez, G et al. *Isolation of Salmonella spp. from liquid and solid excreta prior to and following ensilage in ten swine farms located in central Mexico.* [Online] Bioresour Technol. 2005 Mar;96(5):587-95.  
Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15501666/>  
DOI: 10.1016/j.biortech.2004.06.009.  
PMID: 15501666
  
- ✓ Rojas, N. *Evaluación de dos residuos pecuarios en la elaboración de un biofertilizante empleando fermentación anaerobia.* [En línea] Tesis para optar el grado de magister en Biotecnología. Universidad Pontificia Boliviana. Colombia, 2020.

Disponible en: <https://bit.ly/3qieeLB>.

- ✓ Ruvalcaba et al, J et al. *Uso de bacterias ácido lácticas para descontaminación de estiércol porcino mediante ensilaje experimental*. [En línea] Revista internacional de contaminación ambiental. Volumen 35 Nro. 1 México 2019. ISSN 0188 4999  
Disponible en: <https://bit.ly/3wObBXM>.
- ✓ Soren, O et al. *Estimation of Methane Emissions from Slurry Pits below Pig and Cattle Confinements*. [Online] *Plos One*. Publicado el 16 de agosto de 2016.  
Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4986936/>  
DOI: 10.1371/journal.pone.0160968
- ✓ Soria, M. et al. *Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo*. [En línea] Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo Terra Latinoamericana. Vol. 19, Núm.4. México, 2001.  
ISSN 2395-8030  
Disponible en: <https://bit.ly/3fZUTyl>.
- ✓ Shirakawa, Alfredo. *Evaluación del método de ensilado de excretas de cerdo en la generación de biogás y biol mediante biodigestores*. [En línea] Tesis para optar al título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Agraria. Perú, 2016.  
Disponible en: <https://bit.ly/3ghew59>.
- ✓ Suero, D. *Evaluación de opciones tecnológicas para el tratamiento de efluentes de la unidad experimental de cerdos de la UNALM*. [En línea] Tesis para optar el título de ingeniería agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú, 2016.  
Disponible en: <https://bit.ly/3uYEIeE>

- ✓ Yauyo, R. *Elaboración de un biodigestor piloto tubular para el manejo de estiércol porcino, en una de las viviendas de la asociación agropecuaria los Lúcumos de Pachacamac*. [En línea] Trabajo de suficiencia para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Perú, 2016.  
Disponible en: <https://bit.ly/3dq4QDR>.
  
- ✓ Tanya, M. *Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas*. [En línea] Centro Agrícola. Vol.46 N°2. Ecuador, 2019.  
Disponible en: <https://bit.ly/3e914hg>.
  
- ✓ Omonte, C. *Reutilización de excretas de porcinos mediante ensilaje con bacterias ácido lácticas para alimentos de pollos en departamento San Martín, 2019*. [En línea] Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Ambiental. Universidad César Vallejo. Perú, 2019.  
Disponible en: <https://bit.ly/3guY7dN>.
  
- ✓ Zamora, L. *Aislamiento, identificación y conservación de cultivos de bacterias lácticas antagonistas de microbiota contaminante de sangre de matadero*. [En línea] Tesis doctoral. Universitat de Girona. Institut de Tecnologia Agroalimentaria. España, 2003.  
ISBN: 8468937568  
Disponible en: <https://bit.ly/3gfd3fP>.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

<b>Título:</b> Excretas porcinas para la producción de biofertilizante mediante digestión anaeróbica, en la localidad Saracoto Alto, Lurigancho, Chosica - 2020												
<b>Autores:</b> Baras Henriquez, Joy Zandy; Rosales Romero, Ethel Minelly												
<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>VARIABLES e indicadores</b>									
<b>General</b>			<b>Variable Independiente: Excretas Porcinas</b> Son consideradas insumos agrícolas, desde la evolución de los herbívoros; las excretas tienen características de ser biodegradables en un corto periodo de tiempo en condiciones aeróbicas naturales. (Giraldo, 2003)  <b>Definición operacional:</b> Se desarrolló en la zona de Saracoto Alto, en donde el proceso de fermentación láctica tuvo una duración de 60 días. Además, se recolectó de una granja 13 kilos de excretas porcinas frescas de alimento balanceado, que cuenta con infraestructura y sistema de canales. Por ello se consideró analizar la composición de las excretas porcinas, ya que es la materia prima del tratamiento y también es muy importante la melaza porque es la fuente de carbono en el proceso de digestión anaeróbica.									
¿Cómo influyen las excretas porcinas para la producción de biofertilizante mediante digestión anaeróbica, en la localidad Saracoto Alto?	Determinar la efectividad de las excretas porcinas para la producción de biofertilizante mediante digestión anaeróbica, en la Localidad de Saracoto Alto.	Existe efectividad en las excretas porcinas en la producción de biofertilizante mediante digestión anaeróbica, en la localidad de Saracoto Alto.										
<b>Específicos</b>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Dimensiones</th> <th style="width: 50%;">Indicadores</th> <th style="width: 25%;">Escala de medición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Composición fisicoquímica</td> <td>pH, Conductividad eléctrica, Materia Orgánica, Nitrógeno, Óxido de fósforo, Óxido de potasio, Óxido de calcio, Óxido de magnesio, Sodio.</td> <td>dS/m %</td> </tr> <tr> <td>Composición Microbiológicos</td> <td>Enumeración de coliformes totales, coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i>, Detección de <i>Salmonella sp.</i></td> <td>(NMP/mL) 25g</td> </tr> </tbody> </table>	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Composición fisicoquímica	pH, Conductividad eléctrica, Materia Orgánica, Nitrógeno, Óxido de fósforo, Óxido de potasio, Óxido de calcio, Óxido de magnesio, Sodio.	dS/m %	Composición Microbiológicos	Enumeración de coliformes totales, coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> , Detección de <i>Salmonella sp.</i>	(NMP/mL) 25g
Dimensiones	Indicadores	Escala de medición										
Composición fisicoquímica	pH, Conductividad eléctrica, Materia Orgánica, Nitrógeno, Óxido de fósforo, Óxido de potasio, Óxido de calcio, Óxido de magnesio, Sodio.	dS/m %										
Composición Microbiológicos	Enumeración de coliformes totales, coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> , Detección de <i>Salmonella sp.</i>	(NMP/mL) 25g										
¿Cuál es la composición fisicoquímica de las excretas porcinas que favorece la producción de biofertilizantes en la localidad de Saracoto Alto?	Determinar la composición fisicoquímica de las excretas porcinas que favorece la producción de biofertilizantes en la localidad de Saracoto Alto.	La composición fisicoquímica de las excretas porcinas favorece la producción de biofertilizantes en la localidad de Saracoto Alto.	<b>Variable Dependiente: Biofertilizante</b> Es un producto elaborado a partir de microorganismos benéficos (Bacterias y Hongos), que viven asociados o en simbiosis con las plantas, que ayudan a su proceso natural de nutrición, y además regeneran el suelo. (Ramírez, et al., 2012)  <b>Definición operacional:</b> Culinado el proceso de fermentación, se procedió a extraer una muestra para ser analizado y conocer sus propiedades nutricionales. Asimismo, se realizó la medición de temperatura, pH, olor y color como parámetros iniciales y finales.									
¿Cuál es la composición microbiológica de las excretas porcinas que favorece la producción de biofertilizantes en la localidad de Saracoto Alto?	Determinar la composición microbiológica de las excretas porcinas que favorece la producción de biofertilizantes en la localidad de Saracoto Alto.	La composición microbiológica de las excretas porcinas favorece la producción de biofertilizantes en la localidad de Saracoto Alto.										
<b>Específicos</b>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Dimensiones</th> <th style="width: 50%;">Indicadores</th> <th style="width: 25%;">Escala de medición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Composición fisicoquímica</td> <td>pH, Conductividad eléctrica, Materia Orgánica en solución, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Sodio.</td> <td>dS/m g/L mg/L</td> </tr> <tr> <td>Composición Microbiológicos</td> <td>Enumeración de coliformes totales, coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i>, Detección de <i>Salmonella sp.</i></td> <td>(NMP/mL) 25g</td> </tr> </tbody> </table>	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Composición fisicoquímica	pH, Conductividad eléctrica, Materia Orgánica en solución, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Sodio.	dS/m g/L mg/L	Composición Microbiológicos	Enumeración de coliformes totales, coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> , Detección de <i>Salmonella sp.</i>	(NMP/mL) 25g
Dimensiones	Indicadores	Escala de medición										
Composición fisicoquímica	pH, Conductividad eléctrica, Materia Orgánica en solución, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Sodio.	dS/m g/L mg/L										
Composición Microbiológicos	Enumeración de coliformes totales, coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> , Detección de <i>Salmonella sp.</i>	(NMP/mL) 25g										

## Anexo 2: Formato de instrumento

<b>FORMATO FICHA DE OBSERVACIÓN</b>		<b>INSTRUMENTO N° 1</b>		
<b>FORMATO DEL CONTROL DE PARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOFERTILIZANTE</b>				
<b>DATOS GENERALES</b>				
TÍTULO:	"EXCRETAS PORCINAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOFERTILIZANTE MEDIANTE DIGESTIÓN ANAERÓBICA, EN LA LOCALIDAD SARACOTO ALTO, LURIGANCHO, CHOSICA - 2021."			
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:	Tratamiento y Gestión de los Residuos			
FACULTAD:	Ingeniería Ambiental			
INTEGRANTES:	Baras Henriquez Joy Zandy Rosales Romero Ethel Minelly			
ASESOR:	Dr. Muñoz Ledesma Sabino			
FICHA:	CONTROL DE PARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOFERTILIZANTE			
FECHA	CONTROL DE PARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOFERTILIZANTE			
	TEMPERATUTRA °C	pH	COLOR	OLOR

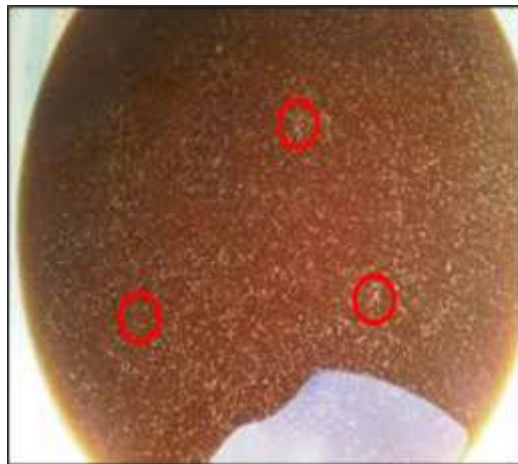


### Anexo 3: Memoria fotográfica

#### *Activación del GarLac durante 3 días*



#### *Identificación de colonias después de la activación*



#### *Recolección de excretas porcinas*



*Mezclado homogéneamente (excretas porcinas+ melaza + GarLac)*



*Adición del agua*



*Medición inicial de pH, temperatura, color y olor*

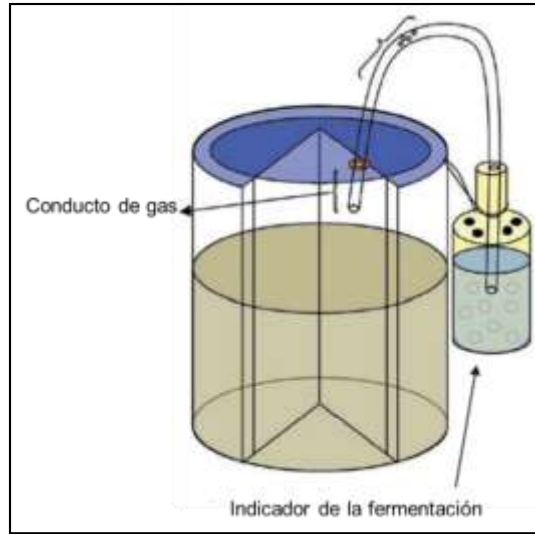


*Diseño del biodigestor*

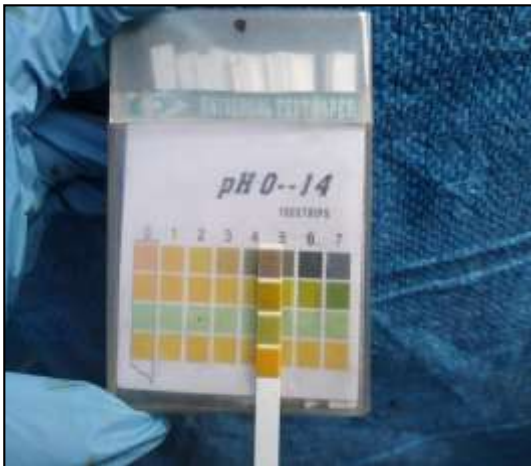
*Vista externa*



*Vista interna*



*Medición final de pH, temperatura, color y olor*





*Residuo excedente el proceso*



*Recolección de muestra para análisis en laboratorio*



#### Anexo 4: Análisis fisicoquímico de las excretas porcinas


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

### INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE PERU WASTE INNOVATION S.A.C.  
PROCEDENCIA LIMA/ LIMA/ LURIGANCHO - CHOSICA  
MUESTRA DE EXCRETAS PORCINAS  
REFERENCIA H.R. 58368  
FACTURA 551  
FECHA 19/05/17

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dSm	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
275		7.79	11.90	66.76	3.68	5.44	3.10

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %	Relación C/N
275		6.60	1.24	22.20	0.69	9.54

 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

## Anexo 5: Análisis microbiológico de las excretas porcinas



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú  
Teléfono 8147800 anexo 274



### INFORME DE ENSAYO 1310356 - LMT

SOLICITANTE : CHRISTIAN LÓPEZ SÁNCHEZ  
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO :  
MUESTRA : EXCRETAS PORCINAS  
1310356)

PROCEDENCIA : Laboratorio de Bio-remediación - UNALM  
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico  
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g aprox.  
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado  
FECHA DE MUESTREO : 2013 - 10 - 14  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2013 - 10 - 14  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2013 - 10 - 14  
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2012 - 10 - 30

#### RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1310356
Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	53 x 10 <sup>6</sup>
Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	53 x 10 <sup>6</sup>
Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	31 x 10 <sup>3</sup>
Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	26 x 10 <sup>6</sup>
Enumeración de <i>Staphylococcus aureus</i> (NMP/g)	< 100
Detección de <i>Salmonella</i> sp. en 25g	Ausencia

**Nota:** El valor < 100 indica ausencia del microorganismo en ensayo. NI, no indicado en la norma.

#### Método:

International Commission on Microbiological Specifications for Foods, 1963, 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1986) Reimp. 2000. Editorial Acetia.

#### Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas 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, 06 de Noviembre de 2013

  
DRA. DORIS ZUMBADO





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

Teléfono: 799 5788 / 6147800 anexo 274  
E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

☎ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: [lmt@lamolina.edu.pe](mailto:lmt@lamolina.edu.pe)

## Anexo 6: Análisis fisicoquímico del biofertilizante


 **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 : PERÚ WASTE INNOVATION S.A.C.  
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LURIGANCHO - CHOSICA  
MUESTRA DE : BIOL  
REFERENCIA : H.R. 69480  
FACTURA : 5460  
FECHA : 21/08/19

N° 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
773	-	4.05	20.00	80.84	58.34	2499.00	862.68	4765.00

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L	Pb Total mg/L	Cd Total mg/L	Cr Total mg/L
773	-	3076.25	1175.38	490.00	0.92	0.04	0.74

 *Ing. Braulio La Torre Martínez*  
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

**Anexo 7: Análisis microbiológico del biofertilizante**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú  
 Teléfono: 6147800 anexo 274

**INFORME DE ENSAYO N° 1908310- LMT**

**SOLICITANTE** : PERU WASTE INNOVATION S.A.C.  
**DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO**  
**MUESTRA** : BIOL  
 1908310)

**PROCEDENCIA** : Lingarcho - Chosica  
**TIPO DE ENVASE** : Botella de plástico  
**CANTIDAD DE MUESTRA** : 01 muestra x 01 und. x 1000 ml aprox.  
**ESTADO Y CONDICIÓN** : En buen estado y cerrado  
**FECHA DE MUESTREO** : 2019 - 07 - 30  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2019 - 08 - 13  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYO** : 2019 - 08 - 13  
**FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO** : 2019 - 08 - 15


**RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA**

Análisis Microbiológico	Muestra 1908310
Enumeración de coliformes totales (MPN/ml)	< 3
Enumeración de coliformes fecales (MPN/ml)	< 3
Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (MPN/ml)	< 3

**Métodos:**  
 International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1963. 2da Ed. Vol 1 Part II. (Trad. 1988) Revimp. 2000. Editorial Acribia.

**Observaciones:**  
 Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas 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, 15 de agosto de 2019



*[Signature]*  
**DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA**  
 Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana  
 y Biotecnología "Marino Tabusso"  
 Universidad Nacional Agraria La Molina  
 Teléfono: 6147800 anexo 274  
 E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

**LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"**  
 ☎ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: [lmt@lamolina.edu.pe](mailto:lmt@lamolina.edu.pe)  
 Anexo Postal 456 - Lima 17 - PERÚ

## Anexo 8: Análisis microbiológico del biofertilizante

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú  
Teléfono: 6147800 anexo 274

**INFORME DE ENSAYO N° 1910410- LMT**

**SOLICITANTE** : PERU WASTE INNOVATION S.A.C.  
**DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO**  
**MUESTRA** : BIOL  
1910410)

**PROCEDENCIA** : Luniganchó - Chosica  
**TIPO DE ENVASE** : Botella de plástico  
**CANTIDAD DE MUESTRA** : 01 muestra x 01 und. x 1 000 mL. aprox.  
**ESTADO Y CONDICIÓN** : En buen estado y cerrado  
**FECHA DE MUESTREO** : 2019 - 08 - 04  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2019 - 10 - 04  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYO** : 2019 - 10 - 04  
**FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO** : 2019 - 10 - 09

**RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA**

Análisis Microbiológico	Muestra 1910410
Detección de <i>Salmonella</i> sp. en 25 g.	Ausencia

**Métodos:**  
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 muestras proporcionadas 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 octubre de 2019

  
DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA  
Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana  
y Biotecnología "Marino Tabusso"  
Universidad Nacional Agraria La Molina  
Teléfono: 6147800 anexo 274  
E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



**LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"**  
☎ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: [lmt@lamolina.edu.pe](mailto:lmt@lamolina.edu.pe)  
Avenida Prolongada 451 - 1 línea 17 - PFR11



## Anexo 9: Listado de tablas

**Tabla 1:** Efecto de la fuente de carbohidratos (fc) y la fuente de bal (fi) sobre la reducción del pH y bacterias durante el ensilaje de estiércol porcino

Tratamiento	BMA <sup>1</sup>	HyL <sup>1</sup>	OCT <sup>2</sup>	OCF <sup>2</sup>	ENT <sup>1</sup>	BPAS <sup>2</sup>	BAL <sup>1</sup>
	Concentración inicial (log10 UFC/g o NMP/g)						
T1	6.84 <sup>a</sup> ±0.17	4.36±0.32	6.82±0.38	6.82±0.38	8.45 <sup>ab</sup> ±0.16	5.78±0.51	8.67 <sup>ab</sup> ±0.28
T2	6.29±0.87	4.20 <sup>ab</sup> ±0.17	6.75±0.49	6.53±0.45	8.59 <sup>ab</sup> ±0.38	6.32±0.75	8.51±0.08
T3	6.35±0.54	4.30±1.5	6.57±0.16	6.57±0.16	7.65±0.57	5.96±0.37	8.70 <sup>ab</sup> ±0.09
T4	6.94±0.08	4.45 ±0.23	6.92±0.22	6.79±0.22	8.84±0.12	6.70±0.33	8.92±0.22
Testigo	8.71±0.25	3.45±0.05	7.04±0.0	7.04±0.0	***	***	7.83±0.03
Tratamiento	Concentración final (log10 UFC/g o NMP/g)						
T1	5.95±0.75	3.24±0.33	2.15±0.17	1.25±0.62	0.00 <sup>b</sup>	3.63 <sup>bc</sup> ±0.0	5.48±0.02
T2	4.94 <sup>ab</sup> ±0.17	1.00±1.73	1.83±0.23	1.52±0.05	0.00 <sup>b</sup>	3.36±0.0	5.74 <sup>bc</sup> ±0.10
T3	4.99 <sup>ab</sup> ±1.51	1.70±2.94	1.52±0.05	1.49±0.0	0.00 <sup>b</sup>	4.04±0.12	5.93 <sup>ab,bc</sup> ±0.01
T4	4.43 <sup>b</sup> ±0.23	4.66±0.15	2.06±0.50	1.49±0.0	0.00 <sup>b</sup>	3.86 <sup>bc</sup> ±0.19	6.24±0.37
Testigo	3.56 <sup>c</sup> ±0.03	2.11±0.09	1.49±0.0	1.49±0.0	***	***	6.04 <sup>ab</sup> ±0.13

Los resultados están expresados en log10 de <sup>1</sup>UFC o <sup>2</sup>NMP de cada uno de los indicadores microbiológicos. <sup>a</sup>, <sup>b</sup> Medias dentro de la misma columna que no comparten una letra son significativamente diferentes (p<0.05). \*\*\*Información no disponible. (OCT, OCF) Organismos coliformes totales y fecales; (H y L) Hongos y Levaduras; (ENT) Enterococos; (BPAS) Bacterias productoras de ácido sulfhídrico; (BMA) Bacterias mesófilas Aerobias; (BAL) Bacterias ácido lácticas

**Tabla 2:** Análisis microbiológicos de las excretas porcinas y los biofertilizantes T7 y T12

Parámetros	Excretas porcinas frescas <sup>(1)</sup>	Biofertilizante T7 (80SI, 5B,15M) Día 30 <sup>(2)</sup>	Biofertilizante T12 (75SI, 5B,20M) Día 30 <sup>(2)</sup>
Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	53 x 10 <sup>6</sup>	<3	<3
Enumeración de coliformes fecales (NMP/mL)	53 x 10 <sup>6</sup>	<3	<3
Enumeración de Escherichia coli (NMP/mL)	31 x 10 <sup>3</sup>	<3	<3
Recuento de mohos y levaduras (UFC/mL)	26 x 10 <sup>5</sup>	23 x 10 <sup>2</sup>	20 x 10
Enumeración de Staphylococcus aureus (NMP/mL)	<100	<10	<10
Recuento de Lactobacillus sp. (UFC/mL)		19 x 10	7 x 10
Detección de Salmonella sp. en 25 g	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Nota: Los valores < 100, <10 y <3 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

(1) Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso" del Departamento de Biología de la UNALM. Los valores se encuentran en NMP/g. (Anexo 14).

(2) Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso" del Departamento de Biología de la UNALM. Los valores se encuentran en UFC/mL (Anexo 15 y 16).

Dónde: Sustrato Inicial (SI), Melaza (M) y B- Lac (B).

**Tabla 3: Análisis fisicoquímico de los biofertilizantes T7 y T12**

Parámetros	Fermentación homoláctica	
	biofertilizantes acelerados T7 <sup>(1)</sup> (80SI, 5B,15M)	biofertilizantes acelerados T12 <sup>(1)</sup> (75SI, 5B,20M)
pH	3.69	3.70
C.E dS/m	21.60	22.60
Solidos totales g/L	211.64	225.34
M.O. en solución g/L	177.74	185.88
Macronutrientes		
N Total mg/L	10444.00	10556.00
P Total mg/L	2532.26	2270.16
K Total mg/L	6500.00	7000.00
Ca Total mg/L	5700.00	4885.00
Mg Total mg/L	1340.00	1500.00
Na Total mg/L	3900.00	3750.00
Micronutrientes		
Fe Total mg/L	234.00	168.75
Cu Total mg/L	34.00	19.40
Zn Total mg/L	315.00	273.50
Mn Total mg/L	47.10	44.85
B Total mg/L	7.58	3.89

(1) Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes, 2013. (Anexo 17). Dónde: Sustrato Inicial (SI), Melaza (M) y B- Lac (B).

**Tabla 4: Análisis microbiológico de las excretas porcinas, biol y biosol de los tratamientos T4, T7, T8 y T9.**

Análisis microbiológico	Excretas porcinas	Productos obtenidos de las excretas porcinas con 5 días de tratamiento	
		Biol	Biosol
Recuento de bacterias coliformes (UFC/ml)	22 x 10 <sup>6</sup>	< 1 x 10 <sup>6</sup>	< 1 x 10 <sup>6</sup>
Recuento de bacterias <i>Salmonella spp.</i> (UFC/ml)	< 1 x 10 <sup>6</sup>	< 1 x 10 <sup>6</sup>	< 1 x 10 <sup>6</sup>
Recuento de bacterias <i>Staphylococcus aureus.</i> (UFC/ml)	< 1 x 10 <sup>6</sup>	< 1 x 10 <sup>6</sup>	< 1 x 10 <sup>6</sup>

**Tabla 5:** Análisis fisicoquímico de las excretas porcinas y biosol obtenido de los tratamientos T4, T7, T8 y T9 (mezcla compuesta), en base seca.

Parámetro	Base seca	
	Excretas porcinas	Biosol cerdo
ms	100	100
Hd(%)	0	0
pH	6.47	4.69
C.E (dS/m)	8.39	16.7
MO (%)	78.38	78.66
N (%)	2.738	4.274
P 2 O5 (%)	4.93	5.01
K2 O (%)	2.07	1.08
CaO(%)	6.13	5.88
MgO(%)	1.86	2.43
Na (%)	0.39	0.79
Fe (ppm)	574.77	3164.52
Cu (ppm)	980.25	1062.65
Zn (ppm)	70.02	5161.01
Mn (ppm)	380.40	339.58
B (ppm)	49.12	114.17
Pb total (ppm)	17.64	27.90
Cd total (ppm)	0.66	0.00
Cr total (ppm)	9.02	15.95

**Tabla 6:** Análisis físico químico del biol obtenido de los tratamientos T4, T7, T8 y T9 (mezcla compuesta).

Parámetro	Biol excretas porcinas
pH	4.52
C.E (dS/m)	27.1
Sólidos totales (g/L)	210
MO en solución (g/L)	161
Macronutrientes	
N total (mg/L)	5320
P total (mg/L)	2964
K total (mg/L)	8850
Ca total (mg/L)	6310
Mg total (mg/L)	1950
Na total (mg/L)	970
Micronutrientes	
Fe total (mg/L)	166
Cu total (mg/L)	104
Zn total (mg/L)	15.23
Mn total (mg/L)	41
B total (mg/L)	8.47
Cd total (mg/L)	0.005
Pb total (mg/L)	1.82
Cr total (mg/L)	1.055

**Tabla 7: Parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el influente y efluente del biodigestor anaerobio.**

Parámetros	Influente (carga inicial)	Efluente (carga final)
Nitrógeno total (%)	0.1036	0.058
Fósforo total (mg L <sup>-1</sup> )	179	17.2
Potasio total (mg L <sup>-1</sup> )	263.9	363.8
Calcio total (mg L <sup>-1</sup> )	56.6	56.6 19.7
Magnesio total (mg L <sup>-1</sup> )	109.3	59.3
Hierro total (mg L <sup>-1</sup> )	2.64	1.159
Cobre total (mg L <sup>-1</sup> )	1.3	0.225
Zinc total (mg L <sup>-1</sup> )	26.7	0.611
pH	7.6	7.05
CE (dS m <sup>-1</sup> )	5.8	4.08
DQO (mg L <sup>-1</sup> )	2640.8	1399
DBO (mg L <sup>-1</sup> )	543	172.2
SSed (mg L <sup>-1</sup> )	1672	210
UFC coliforme en 100 mL <sup>-1</sup>	9 x 10 <sup>11</sup>	0

**Tabla 8: Análisis de nutrientes del biol en los tratamientos.**

Parámetros	Unidad	Tratamiento en blanco	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
pH	Unidad	7,92	6,94	7,86	6,1
C.E.	dS/m	6,23	6,11	6,47	6,76
Solidos totales	mg/L	5,43	6,02	5,68	6,89
M.O.	mg/L	10,4	12,65	12,85	12,32
N	mg/L	309,34	402,8	589,2	400,11
P	mg/L	40,37	50,03	49,65	51,92
K	mg/L	205,8	248,25	291,2	239,6
Ca	mg/L	310	377,5	390	341
Mg	mg/L	145,8	153,25	189,5	157,25
Na	mg/L	90,25	101	197,5	100,25

**Tabla 9: Parámetro microbiológicos del biol en los tratamientos.**

Componente	Coliformes totales	Coliformes fecales	Escherichia coli	Salmonella sp.
Unidad	NMP/g.	NMP/g.	NMP/g.	en 25 g.
Input	70*19^4	90*10^2	99*10	11*10^2
T - (B) Output	18*9^2	1.3*0.1^2	0.9*0.2^2	Ausencia
T1 Output	9*0.1^2	0.7*0.2^2	Ausencia	Ausencia
T2 Output	1*0.1^2	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T3 Output	2*0.1^2	0.1*0.2^2	Ausencia	Ausencia

**Tabla 10: Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del Tratamiento**

Parámetros del agua a evaluar	Tratamiento 0 □ Testigo				Límites Máximos Permisibles	Estándares de calidad ambiental para agua	
	Aguas residuales porcinas					Categoría	
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21		III	IV
<b>Parámetros Físicos</b>							
Turbidez	1875	828	805	811	*	*	≤ 25
Sólidos totales disueltos	590	610	670	720	*	*	500
Temperatura	16.3	20	19.6	20.8	<35	*	*
<b>Parámetros Químicos</b>							
pH	8.37	7.38	6.25	7.25	6,0 – 9,0	6.5 – 8.4	6.5 – 8.5
Concentración de nitritos	24.92	18.3	18.5	18.3	*	10	10
Demanda bioquímica de oxígeno	2332	903	884	748	500	*	< 10
<b>Parámetros bacteriológicos</b>							
Coliformes totales	91390	101120	80790	13050	*	5000	*
E. coli	79150	92647	16570	7306	*	1000	2000

**Tabla 11: Análisis microbiológicos y totales de las excretas de cerdos**

PROCESOS		INICIALES		FINALES	
Tratamientos	Repeticiones	Coliformes Fecales NMP/g.	Coliformes Totales NMP/g.	Coliformes Fecales NMP/g.	Coliformes Totales NMP/g.
T1	1	> 11x10 <sup>5</sup>	> 11x10 <sup>5</sup>	> 5.23x10 <sup>5</sup>	> 4.3x10 <sup>5</sup>
	2			> 5.1x10 <sup>5</sup>	> 4.85x10 <sup>5</sup>
	3			> 4.95x10 <sup>5</sup>	> 4.92x10 <sup>5</sup>
		PROMEDIO			5.093 ± 0.249
T2	1	> 11x10 <sup>5</sup>	> 11x10 <sup>5</sup>	> 510x10 <sup>5</sup>	> 4.77x10 <sup>5</sup>
	2			> 4.99x10 <sup>5</sup>	> 3.98x10 <sup>5</sup>
	3			> 6.10x10 <sup>5</sup>	> 5x10 <sup>5</sup>
		PROMEDIO			5.396 ± 0.249
T3	1	> 11x10 <sup>5</sup>	> 11x10 <sup>5</sup>	> 5.40x10 <sup>5</sup>	> 4.99x10 <sup>5</sup>
	2			> 4.95x10 <sup>5</sup>	> 4.10x10 <sup>5</sup>
	3			> 4.10x10 <sup>5</sup>	> 3.95x10 <sup>5</sup>
		PROMEDIO			4.816 NMP/g ± 0.290

**Tabla 12: Composición química del estiércol sólido porcino**

Ensayos	Unidad de medida	Resultados obtenidos
M.O	%	80.86
Humedad	%	26.23
pH	-	6.36
C.E	dS/m	6.27
N	%	2.04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	6.1
K <sub>2</sub> O	%	1.63
CaO	%	3.98
MgO	%	2.0
Na	%	0.23
Fe	ppm	29
Cu	ppm	385
Zn	ppm	1580
Mn	ppm	488
B	ppm	1417

**Tabla 13: Parámetros del biol**

	Parámetros	Unidad de medida	Biol de ensilado de estiércol de cerdo
Fisicoquímicos	pH	-	5.74
	C.E	dS/m	15.7
	M.O	g/L	21.72
	Nitrógeno	mg/L	1421
	Fósforo	mg/L	545.16
	Potasio	mg/L	1250
	Calcio	mg/L	2840
	Magnesio	mg/L	384
Microbiológicos	Sodio	mg/L	367
	Coliformes totales	NMP/g	< 3
	Coliformes fecales	NMP/g	< 3