



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**EVALUACIÓN DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE
EFLUENTES GENERADOS DE UNA GRANJA
PORCINA CON AIREACIÓN Y MICROORGANISMOS
ACTIVOS EN LA COMUNA ZAPOTAL, PROVINCIA
DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Odalys Natasha Castillo Salazar

La Libertad, 2021



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**EVALUACIÓN DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE
EFLUENTES GENERADOS DE UNA GRANJA
PORCINA CON AIREACIÓN Y MICROORGANISMOS
ACTIVOS EN LA COMUNA ZAPOTAL, PROVINCIA
DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Odalys Natasha Castillo Salazar

Tutor Académico: Ing. Mercedes Santistevan Méndez, PhD.

La Libertad, 2021

TRIBUNAL DE GRADO



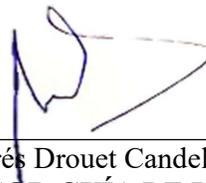
Ing. Nadia Quevedo Pinos PhD.
**DIRECTOR/A DE CARRERA
DE AGROPECUARIA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Miguel Ángel Lema Carrera, MSc.
**PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Mercedes Santistevan Méndez, PhD.
**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Andrés Drouet Candell. MSc.
**PROFESOR GUÍA DE LA UIC
SECRETARIO/A**

AGRADECIMIENTOS

Al concluir la tesis manifiesto mi agradecimiento a Dios y a todas las personas que participaron en esta linda experiencia. Realizar esta investigación ha sido un esfuerzo y dedicación que están impregnado en estas páginas que refleja el trabajo cumplido.

Plasmo mis agradecimientos a la empresa “PORCINOS DEL ECUADOR S.A.” por abrirme las puertas y confiar en el proceso de esta investigación, mis más sinceros agradecimientos al Ing. Esteban Cevallos que con paciencia, supo guiarme, orientarme, sugerir en todo el trascurso del desarrollo de mi trabajo de titulación.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, como ente principal de las políticas educativas de nivel superior, en ella agradezco a mis docentes de la facultad de Ciencias Agrarias, quienes con la enseñanza impartida supieron orientar hacia nuevos conocimiento, aportan y prestan la ayuda necesaria para finalizar esta carrera universitaria con beneplácito y éxito, se colmaron de paciencia, me prepararon para enfrentar los retos del mañana en esta linda profesión, formándonos como hombres y mujeres de bien, dispuestos a ser excelentes profesionales.

A mis compañeros/as de curso que me han acompañado durante estos años, agradezco especialmente a Yeraldin Tumbaco González, Lester Auria Cusme, Denisse Ricardo Tomalá y Kenneth Orrala quienes en todo momento que necesité de su colaboración me extendieron la mano, agradezco a mi amiga de toda mi niñez Gianella Velastegui Suarez que estuvo apoyando cada paso que daba y por su puesto agradezco sin lugar a dudas a Erika Panchana Parra que en esta investigación no fue la excepción que entre risas y llantos, nos dimos confianza, seguridad y sabiduría para conseguir la terminación de este proyecto con felicidad.

A mis tutores Ing. Mercedes Santistevan, PhD e Ing. Miguel Ángel Lema. que, con su sabia experiencia, basto de conocimientos y observaciones en este trabajo, en ellos se refleja el espíritu de docente con visión e integridad hacia sus estudiantes.

Odalys Castillo Salazar

DEDICATORIA

Con alegría y satisfacción ofrezco este proyecto a las personas que forman parte de mi vida, que en todo momento entendieron mi esfuerzo por superarme, que cada instante pudieron comprender y asumieron la firme decisión de proporcionarme el aliento y animo que se necesita para continuar en todo este proceso, entrego este trabajo de investigación a quienes con su contribución desinteresada me brindaron su respaldo.

Este trabajo se lo dedico especialmente a mis padres Sr. George Castillo y Sra. Rosa Salazar que siempre estuvieron ahí presente para concederme sus manos, a mis abuelitos, Rigoberto Salazar y Gladys Gómez, ellos, me brindaron el respaldo requerido para continuar adelante, a mi abuelita Margarita Quimí, que ahora se convirtió en un ángel en mi vida y sé que se encuentra muy orgullosa de mí, a mis hermanos Jared y Briana Castillo Salazar que con su inquietante niñez me motivaban para seguir con este propósito, a mi novio Samuel Ayala Espinoza que mediante su empuje incidía para no bajar el ritmo de estudio y apoyarme en los momentos difíciles, le dedico todo mi esfuerzo a ellos porque siempre estuvieron para mí alentándome y no dejar que desmayara en el transcurso de la vida universitaria.

Odalys Castillo Salazar

RESUMEN

La producción de cerdos se está convirtiendo en un pilar fundamental en la alimentación de las personas a nivel mundial, en Ecuador la generación de carne porcino para mantener a la población en la actualidad se extiende de manera considerable y donde la cría de cerdos va incrementando, esto ha provocado la multiplicación de efluentes porcinos, malos olores y desechos que conlleva a enfrentar problemas ambientales.

La presente investigación tuvo el objetivo de analizar métodos para el manejo de los efluentes porcinos poniendo énfasis en la aplicación de tiempos de aireación y la participación de microorganismos activos, esta propuesta busca mejorar la evaluación de los sistemas de tratamiento de efluentes, con la finalidad de definir una alternativa para los efluentes derivados de una granja porcina en la comuna Zapotal provincia de Santa Elena.

Se realizaron primeros ensayos evaluados en tiempos de aireación en horas (8,12,16 y 20) y diferentes dosificaciones de microorganismos activos (2%, 4%, 6%) del cual se obtuvo un mejor resultado al disminuir los parámetros físico químicos donde destaca el tratamiento de 20 horas de aireación y mayor porcentaje de microorganismos al 6%, al obtener estos resultados se realizó un segundo ensayo considerando tiempos de aireación evaluados en días (6, 12, 21) y considerando como variable constante el 6% de microorganismos activos, de manera que se concluyó que a mayor porcentaje de los mismos y los tiempos de aireación evaluados en días permitieron reducir las concentraciones de los parámetros físico químico y microbiológico que presentan los efluentes.

Palabras claves: Microorganismos activos, depuración de efluentes, tratamiento biológico aerobio, aireación.

ABSTRACT

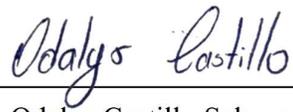
Pork production is becoming a fundamental pillar in the diet of people worldwide, in Ecuador the generation of pork to maintain the population is currently expanding considerably and where pig breeding is increasing This has caused the multiplication of swine effluents, bad smells and waste that leads to facing environmental problems.

The present research aims to analyze methods for the management of swine effluents, emphasizing the application of aeration times and the participation of active microorganisms, this proposal seeks to improve the evaluation of effluent treatment systems, in order to define an alternative for the effluents derived from a pig farm in the Zapotal commune, Santa Elena province.

The first essay evaluation of pulse aeration in hours (8,12,16,20) and different dosages of active microorganisms (2%,4%,6%) showed best results by decreasing physical and chemical parameters in the treatment of 20 hours of aeration and the highest percentage of microorganisms (6%). Then the second essay used pulse aeration in days (6,12,21) and considered 6% of active microorganisms. However, the efficiency evaluation showed that the highest percentage of active microorganisms and pulse aeration in days allowed decreasing the physical and chemical parameters of effluents.

Keywords: active microorganisms, effluent purification, aerobic biological treatment, aeration.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

A handwritten signature in black ink that reads "Odalys Castillo". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

Odalys Castillo Salazar

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1 Producción porcina a nivel mundial	4
1.2 Producción porcina a nivel de Ecuador	4
1.3 Producción porcina en la provincia de Santa Elena.....	5
1.4 Contaminantes ambientales en producciones porcinas.....	6
1.5 Residuos porcinos.....	7
1.5.1 Explotaciones extensivas del campo.....	8
1.5.2 Sistemas mixtos.....	8
1.5.3 Sistema confinamiento	8
1.6 Efluentes o Purines porcinos	9
1.6.1 Características de los efluentes	10
1.6.2 Parámetros químicos y físicos de los efluentes.....	11
1.7 Parámetros microbiológicos de los efluentes.....	13
1.7.1 Coliformes totales	14
1.7.2 Mohos y levaduras	14
1.8 Tratamiento de efluentes porcinos.....	14
1.8.1 Métodos Físicos	15
1.8.2 Métodos Biológicos	16
1.9 Aguas residuales para riego.....	18
1.9.1 Criterios de calidad de agua para uso agrícola en riego	19
1.10 Microorganismos eficientes.....	19
1.10.1 Función de los microorganismos eficientes	20
1.11 Aplicaciones de microorganismo eficientes	21
1.12 Efectos de los microorganismos eficientes.....	22
1.13 Microorganismos activos AGRO TOTAL PACK.....	24
1.14.1 Beneficios	24
1.14.2 Aplicaciones.....	24
1.14 Principales microorganismos eficientes.....	25
1.15.1 Bacterias fototrópicas.....	25
1.15.2 Bacterias ácido lácticas	26
1.15.3 Levaduras.....	26
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	27

2.1	Localización y descripción del lugar de estudio	27
2.2	Características de agua residual.....	27
2.3	Normativa de calidad ambiental y descarga de efluente al recurso agua.....	28
2.4	Materiales y equipos.....	29
2.4.1	Materiales de campo	29
2.4.2	Equipos	30
2.4.3	Parámetros por considerar.....	30
2.5	Metodología.....	31
2.5.1	Activación del producto comercial ATP	31
2.5.2	Primer ensayo de tratamiento de efluentes porcinos evaluados en horas.....	31
2.5.3	Segundo ensayo de tratamiento de efluentes porcinos evaluado en días.....	32
2.5.4	Toma simple del agua residual para envío de muestras	33
2.6	Dosificaciones para activar el producto ATP (AGRO TOTAL PACK).....	33
2.7	Delineamiento experimental del primer ensayo	34
2.8	Delineamiento experimental en base al mejor tratamiento seleccionado	36
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		37
3.1	Análisis de resultados de primeros ensayos del efluente	37
3.2	Análisis físico - químicos y microbiológicos del mejor tratamiento evaluado por días al 6% de inclusión de microorganismos	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		56
<i>Conclusiones</i>		56
<i>Recomendaciones</i>		57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		58
ANEXOS.....		63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamiento de efluentes porcinos.	15
Tabla 2. Criterios de calidad de agua.	19
Tabla 3. Composición del producto comercial.....	25
Tabla 4. Análisis inicial de efluentes porcinos (laguna de oxidación).....	28
Tabla 5. Criterios de calidad de aguas para uso agrícola en riego “continua”	28
Tabla 6. Dosificación del producto comercial, microorganismos activos (AGRO TOTAL PACK), para cada tratamiento.....	34
Tabla 7. Diseño completamente aleatorio (DCA).....	35
Tabla 8. Diseño experimental evaluados en días.	36
Tabla 9. Análisis fisico-químico del Potencial de hidrógeno (pH) del efluente.....	37
Tabla 10. Análisis fisico - químico de la demanda Biológica de Oxígeno del efluente.....	39
Tabla 11. Análisis fisico – químico de la demanda química de oxígeno del efluente.....	40
Tabla 12. Análisis fisico químico de los sólidos suspendidos totales en el efluente.....	42
Tabla 13. Análisis microbiológico de Coliformes totales en el efluente.....	44
Tabla 14. Análisis microbiológico de Mohos y levaduras en el efluente.....	46
Tabla 15. Análisis fisico - químico evaluados en días del potencial de hidrógeno.	48
Tabla 16. Análisis fisico químico evaluados en días de la demanda biológica de oxígeno.	49
Tabla 17. Análisis fisico químico evaluados en días de la demanda química de oxígeno.	51
Tabla 18. Análisis fisico químico evaluados en días de Sólidos suspendidos totales.	52
Tabla 19. Análisis microbiológico evaluados en días de Coliformes totales.	53
Tabla 20. Análisis fisico químico evaluados en días de mohos y levaduras.	54
Tabla 21. Análisis de varianza del Potencial de hidrogeno.....	63
Tabla 22. Análisis de varianza de la Demanda biológica de oxígeno.	64
Tabla 23. Análisis de varianza de la Demanda química de oxígeno.	64
Tabla 24. Análisis de varianza de Sólidos suspendidos totales.....	65
Tabla 25. Análisis de varianza de Coliformes totales.	66
Tabla 26. Análisis de varianza de Mohos y levaduras.	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio “Porcinos de Ecuador Ecuapork S.A”.....	27
Figura 2. Incidencia de los tiempos de aireación y dosificación de microorganismos activos del Potencial de Hidrógeno.	38
Figura 3. Incidencia de los tiempos de aireación y dosificación de microorganismos activos en la demanda biológica de oxígeno (mg/L).	39
Figura 4. Incidencia de los tiempos de aireación y dosificación de microorganismos activos en la demanda química de oxígeno (mg/L).	40
Figura 5. Incidencia de los tiempos de aireación y dosificación de microorganismos activos de los sólidos suspendidos totales (mg/L).	43
Figura 6. Incidencia de los tiempos de aireación y dosificación de microorganismos activos de los coliformes totales (NMP/100 mL).	44
Figura 7. Relación de los tiempos de aireación y dosificación de microorganismos activos de Mohos y levaduras (UFC/mL).	47
Figura 8. Incidencia de los tiempos de aireación evaluado en días y la inclusión de microorganismos al 6% del potencial de hidrogeno.....	48
Figura 9. Incidencia de los tiempos de aireación evaluado en días y la inclusión de microorganismos al 6% de la demanda biológica de oxígeno (mg/L).	49
Figura 10. Incidencia de los tiempos de aireación evaluado en días y la inclusión de microorganismos al 6% de la demanda química de oxígeno.....	51
Figura 11. Incidencia de los tiempos de aireación evaluado en días y la inclusión de microorganismos al 6% de los sólidos suspendidos totales (mg/L).	52
Figura 12. Incidencia de los tiempos de aireación evaluado en días y la inclusión de microorganismos al 6% en los coliformes totales (NMP/100 mL).....	53
Figura 13. Incidencia de los tiempos de aireación evaluado en días y la inclusión de microorganismos al 6% de mohos y levaduras (UFC/mL).....	54

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Prueba de Hipótesis.
- Anexo 2.** Análisis de varianza de parámetros físico químicos y microbiológicos.
- Anexo 3.** Registro de parámetros físico químicos y microbiológicos.
- Anexo 4.** Cronograma de actividades.
- Anexo 5.** Fotografías de las actividades realizadas.
- Figura 1A.** Reconocimiento de la laguna de oxidación (Sitio 1) de la granja ECUAPORK S.A.
- Figura 2A.** Pintado de botellas para simular la laguna de oxidación en los muestras a evaluar.
- Figura 3A.** Preparación y activación del producto de microorganismos activos (Agro total pack).
- Figura 4A.** Activación del producto con las respectivas dosificaciones de los ensayos.
- Figura 5A.** Recolección del agua residual para trasladar al lugar de ensayo.
- Figura 6A.** Tratamiento de agua residual mediante aireación y dosificación de microorganismos activos.
- Figura 7A.** Desinfección y esterilización de los materiales a utilizar.
- Figura 8A.** Envasado del agua residual tratada para envío de las muestras al laboratorio.
- Figura 9A.** Muestras rotuladas para análisis físico químicos y microbiológicos.
- Figura 10A.** Empacado de las muestras en la neveras de icopor para el traslado al laboratorio.
- Anexo 6.** Primera repetición de análisis físico químico y microbiológico evaluado en horas.
- Anexo 7.** Segunda repetición de análisis físico químicos y microbiológicos evaluado en horas.
- Anexo 8.** Segundo ensayo de análisis físico químico y microbiológico evaluado en días.

INTRODUCCIÓN

La cultura de crías de porcinos en la provincia de Santa Elena tiene tradición ancestral, esta actividad se viene desarrollando considerablemente, la producción familiar e industrial contribuye a la seguridad alimentaria de la población. En la actualidad, existen 5000 productores identificados en las diferentes comunas, de la provincia, encontrando crianzas desde las producciones en traspatios hasta granjas semitecnificadas, los último mencionados esperan mejorar los niveles de crianza y productividad con la tecnificación.

La sostenibilidad, sustentabilidad y buenas prácticas en este tipo de trabajo tiene sus características en los conocimientos de los productores que manejan la crianza de cerdos. Estos requieren establecer un vínculo de valor agregado para desarrollar sus criaderos porcícolas con una reproducción intensiva que se adapte a la realidad de la zona con técnicas que logren el óptimo desarrollo de los animales.

Bravo Garzón (2017) plantea que el cerdo es uno de los animales con mayor productividad y consumo mundial, por lo tanto, en los últimos años la producción porcina, ha ido migrando hacia sistemas de mayor intensificación, donde los animales se encuentran en confinamiento absoluto y en el ambiente donde se alojan es un sistema mediano a totalmente controlado por el hombre. Se requiere dinamizar el aparato productivo de este sector, con la inclusión de nuevas tecnologías que procure el cuidado y conservación del medio ambiente.

Tintin Rea (2018) menciona que la ganadería genera varias derivaciones en el ambiente, que va desde la elección de terrenos para destinarlos a la alimentación de los animales, hasta los desechos que llegan a generar los mismos y que a su vez contaminan todos los recursos ambientales convirtiéndolos en una cadena de contaminación, por lo tanto, las comunidades estan expuestas a diversos tipo de contaminación que se manifiestan en componentes nocivos para la vida y el medio ambiente, se necesita evaluar estos efectos para buscar un tratamiento que permita conservar y proteger la vida humana.

Cabrera Espinoza (2015) establece que la explotación porcina exhorta un sistema de tratamiento del efluente generado, de las cuales existen diferentes tratamientos para reciclar las aguas residuales provenientes de una granja porcina, destacando el tratamiento de las mismas en lagunas aeróbicas y la utilización de productos de microorganismos eficientes. En consecuencia, la producción pecuaria tiende hacer la causa principal de los problemas ambientales en el mundo como el calentamiento global, la degradación de las tierras, y la contaminación del agua, se deben generar sistemas que procesen el agua residual para aprovecharla en otras actividades agrícolas.

Peralta Alba (2005) cita que en la actualidad existen diversos sistemas que se pueden utilizar para el tratamiento de efluentes, ya que ayudan a disminuir o contrarrestar los efectos de la contaminación del medio ambiente, a través de procedimientos amigables que implique el manejo de microorganismos, con la finalidad de posesionar a la tecnología en el desarrollo sustentable y sostenible en las actividades agrícola y pecuaria, con tratamientos biológicos de recursos tal como: agua, aire y suelo, debido a que han mostrados efectos beneficiosos en el tratamiento de aguas negras, reducción de malos olores por otro lado, el manejo de desechos sólidos y líquidos de la producción agropecuaria.

Para el tratamiento de efluentes porcinos, se incluye la degradación aeróbica a través de microorganismos y el uso de aireadores mecánicos, con el fin de mantener un líquido homogéneo que permitan aceleran la oxigenación y otorgar mayor eficiencia, además la importancia de aplicar estas técnicas juega un papel importante en la depuración de los mismos ya que se logra reutilizar el efluente para fines de agua de riego en la agricultura, debido que estos devuelven a los suelos una gran cantidad de nutrientes que ayudan a mejorar la productividad (Peralta Alba, 2005).

Antes lo mencionado la presente investigación tiene el precepto de evaluar los tiempos de aireación y los efectos de microorganismos eficientes en base a un producto de *ATP (AgroTotalPack)*, con estos materiales agrícolas se pretende encontrar un tratamiento y saneamiento de los efluentes porcinos presente en la granja porcina “*Porcinos del Ecuador Ecuapork S.A.*”, debido a que éstos presentan problemas como la degradación

y contaminación de los recursos naturales, además la proliferación de plagas y la generación de malos olores de la producción porcina.

Problema Científico:

¿Qué incidencia tiene la evaluación de un sistema de tratamiento de efluentes generados por una granja porcina con la utilización de aireación y microorganismos activos en la comuna Zapotal, provincia de Santa Elena?

Objetivo General:

Evaluar un sistema de tratamiento de efluentes generados por una granja porcina mediante el proceso de la aireación y microorganismos activos en la comuna Zapotal, provincia de Santa Elena.

Objetivos Específicos:

1. Evaluar el tratamiento de efluentes considerando tiempo de aireación (horas) y diferentes dosificaciones del producto comercial “*microorganismos activos ATP (AGRO TOTAL PACK)*”.
2. Determinar el efecto de los tiempos de aireación (días) y la dosificación constante obtenida del mejor tratamiento evaluado en horas.
3. Analizar parámetros microbiológicos y físico-químicos, antes y después de aplicar los tratamientos establecidos.

Hipótesis:

La evaluación de efluentes generados por una granja porcina mediante procesos de aireación y microorganismos activos ayudaran a reducir los parámetros físico-químicos y microbiológicos presentes en el agua a tratar en la comuna Zapotal, provincia de Santa Elena.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Producción porcina a nivel mundial

Calle Campoverde & Zamora Baque (2017) menciona que a partir de 1990 hasta la actualidad, la carne de cerdo ha sido de mayor aportación a diferencia de la producción de carne aviar y vacuno, sin embargo, la producción porcina pertenece al subsector pecuario de mayor desarrollo, cuya demanda en las últimas décadas ha tenido un fuerte incremento. Se considera que la nación con mayor registro en el consumo de carne de cerdo es Turquía con 104 kg de consumo per cápita, seguido de los países de la zona de los Balcanes, Serbia y Montenegro que emplean 98 kg per cápita.

La población mundial viene creciendo permanentemente y la mejora de las condiciones de vida del ser humano va de la mano con el nivel de ingreso económico del individuo, esto ha estimulado el crecimiento en el consumo de carnes. En este sentido, el cerdo es la carne más consumida en el mundo, a pesar de las restricciones religiosas y culturales que existen en algunos países (Brunori et al. 2012).

La producción porcina a nivel mundial lo encabeza China, que produjo 48.5 millones de toneladas de cerdo que comprende casi la mitad de la producción total mundial, seguido por la Unión Europea con 22.3 millones de toneladas y Estados Unidos con 10.5 millones de toneladas, esto significa que los 8.3 millones de toneladas de carne de cerdo que se produce esta monopolizada, sin embargo, se considera que esta actividad tiene un mercado activo, ya que requieren comprar la mercancía del exterior para cubrir la demanda de su mercado interno (Calle Campoverde & Zamora Baque , 2017).

1.2 Producción porcina a nivel de Ecuador

Yagual Reyes (2015) cita que en el Ecuador posee alrededor de 1 218 538 millones de cabeza de ganado porcino considerándose como un gran productor de carne de cerdo, de las cuales se sitúa la región sierra como una de las mayores productoras de ganado con 845 659 millones de cabeza, seguido de la región Costa con 303 045 y en último lugar la región Oriental con 69 834. Se requiere que la parte gubernamental juntamente con el sector privado, tomen iniciativas de procedimientos, estrategias y políticas, con

el fin de estimular las exportaciones de mercaderías porcícolas que conlleve a mejorar la industria porcina ecuatoriana con herramientas tecnificada.

El mismo autor dice que se hace necesario mencionar que varias décadas, la reproducción de porcino se limitaba al trabajo poco tecnificado en la crianza de cerdos traspatios, los pobladores que se dedican a esta actividad lo alimentan con residuos de desperdicios que sale de la cocina. Por este motivo, estos animales tienen poco cuidado de sus custodios, son portadores de varias enfermedades, entre ellas la triquinosis, gripe porcina, rinitis, etc.

De acuerdo a lo que menciona Yagual Reyes (2015) quien dice que las provincias de mayores producciones porcinas son Manabí con 107 911 cabezas de ganado, Guayas con 85 583, Esmeraldas con 34 837 y la provincia de Santa Elena con 6325 miles de cabeza de ganado porcino, recalando que la explotación porcina en el Ecuador comienza por la obtención de buenos reproductores, por lo tanto, existen alrededor de 30 000 madres reproductoras que se encuentran distribuidas a nivel nacional permitiendo que el dinamismo que se da a la porcicultura en el Ecuador tiende a desarrollarse, la especie porcina tiene características relevantes que, con aplicaciones tecnológica para el cuidado de ésta, se puede ir consolidando la producción de carne de cerdo.

1.3 Producción porcina en la provincia de Santa Elena

En la actualidad, la producción porcina se la considera como una potencial gestión de emprendimiento, que genera oportunidades reales de crecimientos económico para el desarrollo personal o colectiva, incidiendo positivamente en el ámbito familiar. La zona de Santa Elena tiene características básicas para la ganadería, espacios ambientales adecuados que, con el uso de tecnología y técnicas de crianza, se puede establecer una producción sostenible con poco impacto en el deterioro del entorno (Bauerizo Figueroa , 2017).

Yagual Reyes (2015) considera que la producción en la provincia de Santa Elena cuenta con 6325 miles de cabeza de ganado porcino recalando que la producción de

cerdos es una de las actividades pecuarias, que contribuyen a la seguridad alimentaria en el ser humano, y que a su vez representa una red de seguridad financiera, debido a que las personas crían con la finalidad de obtener un ingreso adicional para el diario vivir. En éste sentido, el aumento de la producción de carne de cerdo al interior de la provincia, tiene objetivos y estrategias que se deben cumplirse, estas disposiciones pretenden estimular y afianzar el trabajo de los participantes para encontrar los eslabones de la cadena del valor agregado, que se debe dar a las industrias porcícolas.

1.4 Contaminantes ambientales en producciones porcinas

Las unidades productivas porcinas de alta concentración animal pueden liberar cantidades enormes de nitrógeno y fósforo en el medio ambiente, la gran cantidad de dosis que se suministran como el cobre y zinc que persiguen acelerar el crecimiento, con el tiempo tiende a ir acumulándose, causando que el entorno se contamine, los fabricantes de estas materias primas que sirven de alimentos a los animales deben evitar en lo posible la presencia de factores que afecten a la naturaleza, en consecuencia se van perfeccionando técnicas, métodos y procedimientos operacionales para dar eficacia a la producción en las unidades porcinas, impidiendo secuelas perjudiciales que derivan en enfermedades, contaminación y deterioro de la salud pública (Gallo & Gallo, 2016).

Gallo & Gallo (2016) plantean que las excretas que son generadas en producciones porcinas son responsables de impactos generados sobre el aire, suelo y agua, a medida que se concentran en áreas reducidas y con una fuerte carga de nutrientes, metales pesados, antibióticos y patógenos, además, cuando no se lleva un tratamiento adecuado pueden generar olores indeseables y una proliferación de plagas sinantrópicas. Cabe recalcar la gran importancia del tratamiento de los residuos porcinos en las unidades de producción para conservar la sustentabilidad ambiental, la sostenibilidad en la protección del medio natural y social que dé cabida a la producción responsablemente.

1.5 Residuos porcinos

Los diversos residuos propios de la actividad pecuaria son generados por el sector comercial, industrial o de servicio, estos grupos tienen dificultad para atender el principio apreciable de la gestión ambiental para reducir y aprovechar los residuos. En este sentido, los vestigios orgánicos pecuarios provienen principalmente de la excreción de los animales, donde, cada cabeza que cuenta la unidad de producción, se considera directamente proporcional al volumen de excretas, generadas por el animal y la disminución de estos despojos se interpreta como merma de la producción de cerdos (Garzón Zúñiga & Buelna , 2013).

Gallo & Gallo (2016) destacan que las excretas que son derivadas por los cerdos están conformadas por un 55% de heces y orina con un 45%, el contenido de materia seca es del 12% y posee una humedad al 88%, mediante estos residuos son representados como purines o estiércoles, esto va a depender del sistema que se lleve a cabo. Para el dominio público, existen basuras orgánicas, inorgánicas y sanitarias, de acuerdo con el máximo instrumento legal en el país, que regula la gestión de los residuos, denominada Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos; en el artículo 5 se establece la definición de residuo y de los diferentes tipos de residuos, vistos desde su origen y características fisicoquímicas.

El cambio climático está directamente ligado a la gestión de residuos orgánicos y pecuarios, este factor es uno de los principales aportantes de gases con efecto invernadero, causante del aumento de las temperaturas promedio del planeta, esto ha propiciado incontables afecciones negativas a la humanidad, en especial a los recursos naturales. Por ello, toda iniciativa para cuidar el planeta es bienvenida, las acciones que se realizan para reducir la emisión de gases como el metano, cuya toxicidad a la salud y al ambiente tienden a ser muy superior al bióxido de carbono, que se reconoce como el gas generado por las actividades antropogénicas (Peralta Alba, 2005).

1.5.1 Explotaciones extensivas del campo

Según Beily (2015) hace referencia a las explotaciones agrícolas extensivas, estos terrenos se caracterizan por tener una superficie que deben ser muy espaciosas para conseguir la posibilidad de realizar cultivos con una menor tecnificación, así como un menor consumo de energía. Este tipo de explotación forja e impide un mayor impacto al medio ambiente debido a que los animales recorren el área libremente, las distribuciones de las heces quedan dispersas por el terreno, impidiendo que el estiércol permanezca concentrado en un mismo sitio, además, impide la saturación y erosión del suelo, evitando la contaminación del agua.

1.5.2 Sistemas mixtos

Los sistemas mixtos toman importancia en el beneficio de las cualidades que presentan en aprovechamiento para mantener en pastoreo de las hembras preñadas conjuntamente con los lechones, y encerradas a las cerdas que están alumbramiento, éstos animales permanecen separadas para que puedan dar de lactar a sus lechones, también viven en estos confinamientos los cerdos en crecimiento y engorde. A esto se debe sumar la reducción de costos en las instalaciones, mantenimiento y alimentación (Beily, 2015).

Beily (2015) manifiesta que este tipo de técnica, los cerdos como la cría se mantiene en un mejor estado físico y saludable, ya que combina estratégicamente los sistemas extensivos y en estado de confinamiento, con el fin de aprovechar de forma racional estas ventajas y esto dé un mejor rendimiento económico. Por lo tanto, la superficie donde se desarrolla el cerdo debe tener la disponibilidad de espacio, que ofrezca las condiciones apropiadas para el manejo y cuidado de los animales.

1.5.3 Sistema confinamiento

Según Beily (2015) el sistema de confinamiento consiste en encerrar al ganado en un corral y desde ese espacio proveerle de alimentos, protegerlos y darle el manejo adecuado, esto permite engendrar y producir en espacio reducido y su crecimiento se dará de manera similar, estable y permanente, es decir, que permite producir carne de

cerdo del mismo tipo, con el mismo grado de terminación y calidad. En este sistema los animales se encuentran sobre pisos enrejillados que requieren ser lavados diariamente, los residuos de estos animales pasan a formar una suspensión acuosa denominada efluente o purín, los mismos que se generan con las excretas líquidas y sólidas de los porcinos.

1.6 Efluentes o Purines porcinos

Garzón Zúñiga & Buelna (2013) plantea que los purines o efluentes son una mezcla compuesta por deyecciones sólidas y líquidas de los animales junto con restos de ellos, remanentes de agua de los bebederos, agua de lavado de la explotación y agua de lluvia. Los despojos de las granjas porcinas están compuestos por la parte seca, constituida por el estiércol de los animales, y otra líquida que se denomina purín, esta composición de deposiciones compactas y líquidas unidas al bagazo de alimentos forman los efluentes.

Se hace necesario establecer el espesor de deyección y orine que produce cada animal de acuerdo con su etapa fisiológica, como también el consumo de agua por cerdo, estos datos ayudarán a planificar con objetividad el proceso de alimentación y limpieza de los ranchos porcinos, establecer esquemas para el manejo del purín en la granja.

Vicari (2012) señala que los potenciales contaminantes de los efluentes se destacan los siguientes parámetros:

- Alto contenido de materia orgánica.
- Alto contenido de macronutrientes y micronutrientes.
- Generación de compuestos fácilmente volatilizables y gases.
- Presencia de metales pesados.

Por consiguiente, el efluente o purín tiene características de ser un líquido salobre que emana de las deposiciones, orina, desperdicios de alimentos, líquidos y lavado de salas, estas poseen cantidades importantes de sustancias como hidratos de carbono, aceites, aminoácidos, urea, albúminas y compuestos azufrados.

1.6.1 Características de los efluentes

Vicari (2012) señala que el conocimiento de los efluentes es fundamental para su tratamiento y evacuación de estas aguas residuales, sino se hace un buen procedimiento puede causar daño al medio ambiente por ende se debe tener en cuenta que los purines tienen diferentes características de concentraciones de compuestos químicos, valores de parámetros biológicos y físicos de los efluentes.

La autora describe brevemente los componentes físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales, los contaminantes importantes al tratamiento de las aguas, los métodos de análisis, y las unidades que se emplean para determinar la presencia de cada polución de los efluentes. entre la caracterización se encuentran:

Producción cuantitativa:

La cantidad total de residuos que se pueden considerar:

- Número y madurez fisiológica del animal.
- Calidad y cantidad de alimento ingerido por el animal.
- Volumen de agua consumida por el animal.
- Manejo de sistema de producción.
- Sistema de limpieza (frecuencia y volumen de agua).
- Instalaciones.

Producción cualitativa:

La concentración que forman los efluentes depende factores como:

- Estado fisiológico.
- Raza.
- La dieta en que los animales son sometidos.
- Época del año.
- Tipo de almacenamiento y tiempo de residencia del efluente.

- Productos utilizados en la desinfección.

1.6.2 Parámetros químicos y físicos de los efluentes

Cárdenas et al. (2017) determinaron que los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del efluente residual, generado en una granja porcina, a partir de reiteradas muestras y análisis de laboratorio del agua se consideran indispensables y orientativos para lograr ajustar o valorar la situación en que se encuentran las granjas porcinas, estos cumplen una función establecida que permiten identificar numéricamente estas medidas. Con estos parámetros se puede especificar la contaminación obtenida en las granjas porcinas, fundamentalmente para realizar un diseño de tratamiento de aguas residuales, se debe incorporar operaciones y procesos de sedimentación, oxidación biológica y desinfección, de manera prioritaria.

El mismo autor menciona que se debe observar la calidad de aguas esparcidas en el corral para dar el tratamiento de depuración tomando en cuenta los parámetros químicos y físicos para el reúso en la agricultura, se hace imprescindible determinar una serie de cuantificaciones mediante métodos normalizados, con la finalidad de conocer si el valor de estos parámetros se encuentra dentro del intervalo que marca la legislación vigente.

1.6.2.1 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅)

La cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para la degradación y oxidación de la materia orgánica a un tiempo y temperatura específica, impidiendo los procesos fotosintéticos de producción de oxígeno, esta se expresa en unidades de mg/litro de oxígeno disuelto a 5 días y una temperatura constante de 20 °C, además tal como lo manifiesta Malisa Medina & Malavé Sánchez (2020) que el DBO₅ es un indicador que permite determinar qué tan biodegradables es la materia orgánica presentes en el agua.

INEN (2013) menciona que la demanda de oxígeno (DBO₅) de las aguas negras, efluentes de plantas industriales, aguas contaminadas y desechos industriales, se debe

a tres clases de materiales, los cuales influyen en el balance de oxígeno en una corriente: materiales orgánicos, materiales nitrogenados oxidables y nitrógeno orgánico que sirven de nutrientes a bacterias.

1.6.2.2 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Merino & Vásconez (2014) mencionan que la demanda química de oxígeno es un parámetro, que tiende a medir la cantidad de componentes susceptibles de ser corroídas por medios químicos, para ello se utiliza el permanganato de potasio como agente oxidante, bajo estas condiciones se corroe toda materia oxidable presente, inclusive la materia orgánica que los microorganismos que no son capaces de degradar con el tiempo, esto calcula el grado de contaminación que puede existir en las granjas porcinas, lo cual permite escribirse en miligramos por litro (mg/L).

El grado de degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra da como resultado obtener información valiosa para sugerir el tratamiento de las aguas residuales producida por las granjas.

1.6.2.3 Sólidos suspendidos totales

Según Baquerizo Figueroa (2017) la crianza de cerdos genera actividades residuales cuyo manejo y disposición forjan un reto para quienes se dedican a esta tarea, se hace preciso tener conocimientos para del trato adecuado, que se les debe dar a los materiales sólidos producto de la deposición de los animales, que no pueden ser esparcidos a conveniencia del productor, sino que se debe actuar de forma que no perjudique al medio ambiente, utilizándolo como abono en huertas, flores y frutales.

Generalmente los sólidos son partículas que se encuentran flotantes en el agua, estos pueden ser trozos de vegetales, alimento, animales y entre otras que son visibles a simple vista, además, los mismos se pueden distinguir los sólidos sedimentables que son depositados por gravedad en el fondo de las lagunas o medio en donde se encuentre, estos sólidos es una medida que se aproxima a la cantidad de fango que serán eliminados mediante la sedimentación (Baquerizo Figueroa, 2017).

Blanco et al. (2015) plantea que esto es un elemento importante que se debe tomar en cuenta para evaluar la factibilidad técnico-económica de los digestores. En la recuperación de la inversión hay que valorizar el efluente residual, que puede ser manejado como abono orgánico por ser aportador de nutrientes que resultan útiles para la recuperación de los suelos y fertilizar a futuras cosechas. A los residuos sólidos, se debe dar el proceso apropiado para recuperar estos despojos y reusarlos en otros sistemas agrícolas, procurando mejorar los terrenos y conseguir su eficiencia. En consecuencia, si se da el tratamiento pertinente a los efluentes de las granjas porcinas, se puede aprovechar los sólidos totales.

1.6.2.4 Potencial hidrogeno (pH)

El Potencial de Hidrógeno (pH) es una concentración de protones ácidos, se constituye en medida para establecer el grado de alcalinidad de las granjas porcinas de los medios sólidos y líquidos en el efluente porcino, el pH varía entre 6.5 y 8.5 teniendo a la neutralidad en la medida que las excretas sean más frescas, además es un parámetro que condiciona la presencia de los microorganismos, debido que a valores extremos son perjudiciales (Merino Molina & Vásquez Ortiz, 2014).

1.7 Parámetros microbiológicos de los efluentes

Se considera al parámetro microbiológico de los afluentes como una gestión de riesgos que contamina y produce daño al medio natural y social, muestra su acción en terrenos y alimentos, estas cuantificaciones tiene su proceso dentro de las aguas residuales determinada en los sistemas de control de los productos, la localización de microorganismos y toxinas microbiológicas tiene sus especificaciones y los datos registrados son consistentes para cada tipo de agua, esto nos indica el grado de contaminación excremental. (Cabrera Espinoza, 2015).

Tintin Rea (2018) esboza que es importante determinar aquellos aspectos microbiológicos del cual abarcan: bacterias, virus, entre otros, ya que son organismos causantes de enfermedades y mediante las prácticas en la porcicultura conlleva un impacto directamente en el entorno del cual el componente hídrico es el más afectado

debido a las deyecciones sólidas y líquidas de los efluentes residuales que son generados por las granjas porcinas.

El mismo autor describe los parámetros microbiológicos a continuación:

1.7.1 Coliformes totales

Tintin Rea (2018) considera a los coliformes la designación de grupos de variedades bacterianas que tienen características bioquímicas cuya importancia notable se manifiesta como aquellos indicadores de contaminación del agua, por lo tanto estas acumulaciones de microorganismos corresponden a la familia bacterianas que lo conforman la *Klebsiella*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Serratia*, estos habitan en el intestino de los porcinos y tienen todas las características precisadas para ser un indicador de contaminación, su celeridad de mortalidad depende de la temperatura del agua, efectos de la luz solar y la población de otras bacterias.

1.7.2 Mohos y levaduras

Se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza y se pueden encontrar como parte de la flora normal de un alimento o en agentes contaminantes, son capaces de adaptarse y desarrollarse en cualquier medio, debido a esto posee una amplia distribución cosmopolita (Tintin Rea, 2018).

1.8 Tratamiento de efluentes porcinos

Para el tratamiento de efluentes porcinos se debe observar algunos parámetros que va desde la elección de ciertos métodos basados en el análisis del sistema de producción hasta los objetivos que se plantean para la utilización de los efluentes con miras de reusarlos en fertilizantes y abono, también se puede emplear para generar energía térmica y eléctrica. Sin embargo, los sistemas de tratamiento de efluentes varían según el clima, región, tamaño de la granja, entre otros factores, estos procedimientos se dan a través de lagunas a cielo abierto, sistema para el trato de aguas servidas mediante la acción de separación de sólidos, laguna anaerobia, facultativa y maduración (Brunori et al. 2012).

Brunori et al. (2012) plantea que el tratamiento del purín consiste en una serie de procesos fisicoquímicos y biológicos, cuyo propósito es eliminar o disminuir la carga de contaminantes tóxicos que se encuentran presentes en el agua, con el fin de avalar una disposición final sin el riesgo de provocar daños en el medio ambiente y a la salud humana. El acceso al efluente porcino para la utilización estratégica de los residuos permitirá dar nuevas y buenas opciones para mejorar las técnicas de reciclaje en este tipo componentes, haciéndolo más eficiente la recolección del material desechable en procura de producir productos agrícolas que conserve el ecosistema y lo haga sostenible y sustentable la vida en el planeta.

En el recuadro siguiente se presenta diferentes tipos de métodos para el tratamiento de los efluentes según el sistema de producción.

Tabla 1. Tratamiento de efluentes porcinos.

Tipos de tratamientos	
	Por gravedad
Métodos Físicos:	Mecánicos: tamices, separadores de tornillo, prensas.
Métodos Físico-Químicos	Evaporación Filtración Procedimientos mixtos
Métodos Biológicos	Lagunas Digestores Compostaje

Fuente: Cabrera Espinoza (2015).

1.8.1 Métodos Físicos

1.8.1.1 Separación de sólidos

Vicari (2012) menciona que el sistema de separación de efluentes porcinos, corresponde mencionar que este proceso otorga técnicas para disgregar la materia sólida y líquida, de esta separación se consigue obtener subproductos con mejores características para el manejo y comercialización, el componente sólido se dispone en espacios adecuado para su secado, el diseño de los métodos de separación tienen que

estar acorde con las normas de calidad implementadas por el Ministerio de Agricultura para optimizar el trabajo, cuya finalidad reconocer los rendimientos de los diferentes procesos utilizados.

Agrodigital (2021) plantea que la separación sólido-líquido, como primera etapa sencilla del tratamiento, cede a dividir el purín en dos fracciones, lo cual corresponde a una fase sólida y líquida, que presentan un alto contenido en nutrientes que corresponde especialmente de fósforo y nitrógeno una fase líquida. En la separación no cambia el contenido de las sustancias de los efluentes, pero se necesita una redistribución de estos componentes para mejorar la capacidad de gestión y cuidado del entorno, los elementos sólidos pueden reutilizarse o exportarse a zonas con plantaciones que requieran tener un mejoramiento del cultivo, ya que los purines permiten obtener nutrientes que en un momento determinado se convierta en producto comercializable.

1.8.2 Métodos Biológicos

1.8.2.1 Lagunas de estabilización

Las lagunas de estabilización llamadas también lagunas de oxidación se construyen abiertamente el agua pasa a través de una cuenca, edificada especialmente para tratar aguas residuales, tiene una estructura sencilla que sirve para almacenar agua de poca profundidad con tiempo variable de conservación de este líquido que puede durar hasta 40 días, los excedentes de agua se descargan en las lagunas de estabilización para realizar el proceso de autodepuración o estabilización natural (Moret Chiappe, 2014).

Moret Chiappe (2014) indica que estas lagunas de estabilización tienen el propósito de recoger las aguas residuales de la materia orgánica que causa la contaminación y pueden ocasionar severo daño al medio ambiente, elimina microorganismos perjudiciales que representan un grave peligro para la salud y la vida del ecosistema, al mismo tiempo, se puede reutilizar los efluentes con diferentes finalidades agrícolas. Escalante Estrada & Alarcón Hernández (2012) establecen que debido al alto contenido de sólidos que están presentes en las aguas residuales de las industrias porcícolas, es indispensable de una separación física previo al tratamiento por lagunas

de estabilización, las granjas porcinas tienen las particularidades de generar efluentes con alta carga físicas y químicas, esto se debe a la concentración de muchos animales en espacio reducido, residuos penetrantes debido al alto grado de proteína y al mal manejo del agua en las granjas.

1.8.2.2 Laguna aerobia o de maduración

Vicari (2012) cita que las lagunas aerobias funcionan como biorreactor o recipiente que mantiene el ambiente biológicamente activo, debido que son estanques poco profundos que están diseñadas con la finalidad de propagar la penetración de la luz a la vez favorecer el crecimiento de algas, por ende, esta produce la degradación de la materia orgánica mediante la actividad de bacterias aerobias que consumen oxígeno producido fotosintéticamente por las algas. La laguna de maduración tiene como propósito principal la reducción de bacterias patógenas, estos estanques tienen la función de volcar las aguas tratadas en los receptores finales para ser reutilizadas en la agricultura.

1.8.2.3 Lagunas aeróbicas aireadas mecánicamente

Vicari (2012) señala que estas lagunas aireadas configuran un proceso de tratamiento biológico natural, observan el uso de organismos celulares similares con técnicas convencionales que incorporan componentes mecanizados para la transferencia de Oxígeno, dado a que se airean de forma mecánica, la superficie necesaria de laguna es mínimo, los tiempos de detención son más cortos que varias de 3 a 10 días y la carga orgánica al ser degradada es mayor.

Las lagunas aireadas son espacios donde los microorganismos respiran oxígeno para vivir o desarrollarse, este proceso se realiza mediante aireadores mecánicos que suministra oxígeno, mantienen a los organismos aerobios en suspensión y se mezclan con el agua para alcanzar una elevada degradación orgánica.

1.9 Aguas residuales para riego

Toalongo Reyes (2012) plantea que el tratamiento de aguas residuales incorpora procesos físicos químicos y biológicos, que tratan y remueven los mismos. El objetivo del tratamiento es producir un efluente tratado que pueda ser reutilizable al ambiente, y un residuo sólido que mediante un proceso adecuado se utilice como fertilizante orgánico para la agricultura para esto se debe tener en cuenta que tan solo el 1% son residuos sólidos y 99% agua pura. En este sentido, las normativas disponen razones para el uso del agua en el sector agrícola o de riego, se entiende que se debe aprovechar para el regadío de cultivos o lugares ligadas a estas actividades.

Según el mismo autor Toalongo Reyes (2012) se necesita segmentar la irrigación en restringido y no restringido para comprobar las condiciones en que se puede descargarse este recurso hídrico del cual se describe lo siguiente:

- **Riego restringido:** tiene la finalidad de limitar o reducir el paso de agua con el objetivo de conservar el suelo agrícola con un grado de humedad que favorezca el cultivo, pueda influenciar en el crecimiento de las plantaciones y esta tenga un rendimiento propicio al menor costo posible, este tipo de riego pretende compensar la falta de lluvia o cuando ésta se torne escasa y aprovisione la carestía hídrica en la agricultura, se debe tomar en cuenta que no puede utilizar las aguas residuales en siembra de legumbres y verduras, ya que estas hortalizas se consumen de forma cruda (Toalongo Reyes, 2012).
- **Riego no restringido:** La provisión de agua es tan importante para satisfacer las necesidades de la población. En este sentido, la irrigación no restringida permite que los cultivos con aguas residuales requieren procesos de cocción e higiene antes de consumirse, estas demandan políticas referentes a obligaciones de calidad del líquido vital, en cuanto a sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas que garantice que el recurso cumpla con los requisitos mínimos de sanidad para que el producto sea adquirido por los consumidores y no se vean afectados en su salud (Toalongo Reyes, 2012).

1.9.1 Criterios de calidad de agua para uso agrícola en riego

Tabla 2. Criterios de calidad de agua.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5
Arsénico (total)	As	mg/l	0.1
Berilio	Be	mg/l	0.1
Boro	B	mg/l	0.75
Cadmio	Cd	mg/l	0.05
Zinc	Zn	mg/l	2
Cobalto	Co	mg/l	0.01
Cobre	Cu	mg/l	0.2
Cromo	Cr	mg/l	0.1
Flúor	F	mg/l	1
Hierro	Fe	mg/l	5
Litio	Li	mg/l	2.5
Mercurio	Hg	mg/l	0.001
Manganeso	Mn	mg/l	0.2
Molibdeno	Mo	mg/l	0.01
Níquel	Ni	mg/l	0.2
pH	pH		6.5-8.5
Plomo	Pb	mg/l	5
Selenio	Se	mg/l	0.02
Vanadio	V	mg/l	0.1
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1 000
Huevos de parásitos	-	-	Ausencia
Aceites y grasas	película Visible	-	Ausencia
Materia flotante	Visible	-	Ausencia

Fuente: Ministerio del Ambiente (2015).

1.10 Microorganismos eficientes

Los microorganismos eficientes producen bacterias o microbios que tiene la función de prevenir el desarrollo infeccioso del organismo, estos gérmenes pueden generarse de forma mixta ya que se realiza de manera natural, que no necesita la manipulación biología, más aún, que están presentes en los ecosistemas, estos protozoarios deben fisiológicamente tener compatibilidad unos con otros para su reproducción y multiplicación manteniéndose en el planeta de generación en generación (Pedraza, et al. 2010).

Beltrán Beltrán & Campos Beltrán (2016) señala que la eficacia de las transformaciones de la materia orgánica e inorgánica mediante las diversas formas conlleva a la actividad metabólica de los microorganismos tales como las bacterias, levaduras, hongos, protozoarios debido a que los mismos consumen gran parte del carbono orgánico y varios nutrientes. Las mezclas de microorganismos que poseen propiedades de transformación como las bacterias fotosintéticas, bacilos de ácido lácticos, gérmenes de levaduras y hongos de fermentación ayudan a mantener el equilibrio natural del entorno aportando efectos positivos para la salud y bienestar de la naturaleza.

1.10.1 Función de los microorganismos eficientes

Según Luna Feijoo & Mesa Reinaldo (2016) menciona que el uso de los microorganismos eficientes puede tener las siguientes funciones:

- **En el agua potable:** estos microorganismos pueden contaminar el agua mediante excrementos de personas y animales, filtración de agua pluvial, la penetración de agua residual o por sistemas sépticos y de canalización, se eliminan los elementos orgánicos para optimizar los procedimientos básicos en las plantas de tratamiento, la producción de compuestos orgánicos clorados en sistemas convencionales y el uso racionalizado de agentes químicos se puede obtener el agua necesaria para la actividad agrícola (Luna Feijoo & Mesa Reinaldo, 2016).
- **En el agua residual:** se considera al conjunto de aguas lúgubres que están contaminada por acción humana o natural, estas se generan por residuos de líquidos domésticos, urbanos, agrícolas, pluviales o industriales, las cuales contienen grasas, detergentes, materia orgánica, residuos industriales, agroganaderos o cualquier fraccionamiento de material que tienen distintos usos. Las mezclas de los microorganismos eficaces transforman la materia orgánica disminuyendo la producción de lodos, esto a su vez, mejora la calidad física, química y microbiológica del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales e impide la proliferación y producción de olores ofensivos para el ser humano y la naturaleza. (Luna Feijoo & Mesa Reinaldo, 2016).

- **En los residuos sólidos:** Las bacterias beneficiosas han permitido tener una alternativa para remediar diversos problemas de contaminación en el entorno, estos contaminantes forman parte de los componentes edificadores de la propagación de gérmenes en el agua, la utilización de microorganismos eficientes facilita que este elemento valioso puedan tratarse de manera segura para que el regreso al medio ambiente se produzca de manera positiva con la finalidad de reponer el balance ecológico del terreno (Luna Feijoo & Mesa Reinaldo, 2016).

1.11 Aplicaciones de microorganismo eficientes

Los microorganismos eficientes poseen amplio matiz de aplicaciones para solucionar problemas socio-ambientales, interviene en el tratamiento de aguas residuales, en el uso de baños secos, en los métodos de residuos consistentes orgánicos hasta la concentración en los vertederos de despojos sólidos urbanos, esto se debe a la presencia de bacterias fotosintéticas en su composición, tiene la propiedad de neutralizar los malos olores y prevenirlos. Los microbios fotosintéticos transforman las sustancias que producen olores desagradables en ácidos orgánicos que no producen mal olor y que no son nocivos para el hombre (Ramírez Martínez, 2006).

Morocho & Mora (2019) mencionan que para la acción de los microorganismos sea eficiente se debe conocer los requerimientos ambientales, entre ellos se destacan la humedad, temperatura y pH, se dice que existe mayor multiplicidad de microorganismos en ambientes de pH neutro entre valores de 6 a 8 y con temperaturas entre 15 °C y 45 °C. La reproducción o inoculación de los mismos se realiza bajo fermentación anaeróbica y la materia orgánica se altera ligeramente por el sistema de fermentación y no por la putrefacción, esta acción conviene para aquellos espacios donde las personas frecuentan por curiosidad, diversión o investigación.

En la actualidad existen diversas aplicaciones que se debe tener presente que estos tratamientos, perennemente la investigación tiene que constatar la fuente de

contaminación y tratar de controlarla desde su origen, las cuales se describen a continuación:

- **Agricultura:** Tiene la necesidad de mejorar la disposición del suelo para obtener calidad en los cultivos, promoviendo técnicas en el fortalecimiento y crecimiento de las plantas, tratando de suprimir diversas enfermedades concurrentes en el entorno (Morocho & Mora, 2019).
- **Animales:** Los microorganismos eficientes en la producción animal se puede utilizar en la cría de cerdos, manejo de deposiciones, cuidado de las instalaciones, aumentando la diversidad productiva y extendiendo la eficiencia de los sistemas de fertilidad, estos actúan como probiótico y antioxidante advirtiendo la aparición de enfermedades en los animales (Morocho & Mora, 2019).
- **Ambiente:** Los bacilos tienen una importancia considerable en el proceso de limpieza del agua contaminada por los desechos emanados por actividades de toda índole, para lograr un estado natural del material contaminante debe convertirse en penetrable, por ende, disgregable del medio ambiente que está contaminando. En este sentido, ayuda a recuperar la calidad de las aguas descompuestas, precipita la descomposición de residuos sólidos, contribuye en la anulación de nocivos olores que favorece a la proliferación de moscas (Morocho & Mora, 2019).

1.12 Efectos de los microorganismos eficientes

Morocho & Mora (2019) manifiesta que los microorganismos eficientes tienen efectos inoculantes para restituir el equilibrio microbiológico del suelo, optimizando las condiciones físico-químico con el incremento de la producción de los cultivos dando protección a la agricultura, además conservan los recursos naturales, generando tierra vegetal y medio ambiente más sostenible. Los productos microbianos multipropósito contienen varios tipos de organismos vivos que se propagan entre ellos mismos si existen unas condiciones adecuadas de alimento y medios ambientales.

Arias Hoyos (2010) plantea que el uso de microorganismos eficientes EM en el sector agrícola, aplicándolo en el manejo de instalaciones, alimentación, manejo de excretas ha permitido brindar al suelo un buen manejo y por consiguiente su recuperación, lo que al mismo tiempo permite obtener muy buenos resultados en el saneamiento ambiental. Los efectos en microorganismos eficaces pueden generar la transformación de la materia orgánica y en los componentes hídricos muy útil para manejo de las plantas de tratamiento de aguas residuales, el cual reducirá la carga de contaminante.

Cuando las bacterias eficaces acrecientan su población, como comunidad en el contorno en que se encuentra, se agranda la actividad de los microorganismos naturales, mejora la microflora y suprimen microorganismos patógenos, Arias Hoyos (2010) menciona que algunos de los efectos protectores en la aplicación de los microorganismos eficientes son:

- Promueve la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas.
- Mejora física, química y biológicamente el ambiente de los suelos y suprime los patógenos que promueven enfermedades.
- Aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos.
- Asegura una mejor germinación y desarrollo de las plantas.
- Incrementa la eficacia de la materia orgánica como fertilizante.
- Reduce los malos olores y por lo tanto disminuye la utilización de desinfectantes.
- Disminuye el consumo de agua de lavado, implementando el manejo de camas secas para coleccionar excretas.
- Ayuda al aprovechamiento eficiente de desechos animales.
- Mejora la calidad y aumenta la rapidez en la elaboración del abono.
- Reincorpora aguas residuales como aguas de riego.
- Mejora la calidad de los productos animales.
- Promueve la transformación aeróbica de compuestos orgánicos, evita la descomposición de la materia orgánica por oxidación, en la que se generan gases sulfurosos y amoniacales.

- Reduce la producción de lodos en sistemas de tratamientos convencionales.

1.13 Microorganismos activos AGRO TOTAL PACK

Los contenidos de Agro Total Pack poseen características multifuncionales, permitiendo acelerar o apresura la desintegración y descomposición de la materia orgánica, por lo tanto, se hace necesario la activación para que pueda transitar dentro del organismo, esta aceleración se considera un factor clave para las conexiones hacia otra fuente de energía como la melaza a través de una mezcla que incrementa la acción de distintas sustancias que actúan de manera conjunta en medio de siembra que contiene enzimas, vitaminas y componente energético que asegura la viabilidad de los microorganismos (AGEARTH , 2020).

1.14.1 Beneficios

- Mejora formación de raíces funcionales.
- Control biológico de plagas y enfermedades.
- Aumento de porcentaje de materia orgánica.
- Mejor absorción de nutrientes.
- Mejora la retención de agua.

1.14.2 Aplicaciones

AGEARTH (2020) manifiesta que los descomponedores del elemento orgánico aplican las técnicas de compostaje que se caracteriza por generar productos tecnológicos basados en microorganismos para favorecer a organizadores del crecimiento vegetal, esta se aplica en toda clase de cultivos, fomentando el sistema radicular y estimular crecimiento de las plantas con afanes de fortalecer los microorganismos beneficiosos en busca de la optimización del producto y mejorar la rentabilidad del cultivo.

Tabla 3. Composición del producto comercial.

Contenido mínimo (UFC/mL)	
Especies básica	Cantidad (UFC/mL)
Bacillus subtilis	4x10 ⁸
Bacillus megaterium	5x10 ⁸
Lactobacillus acidophilus	3x10 ⁸
Lactobacillus plantarum	5x10 ⁸
Saccharomyces cerviciae	1x10 ⁸
Ac. Grasos totales	19.23%
Aminoácidos totales	0.13%

Fuente: AGEARTH (2020).

1.14 Principales microorganismos eficientes

Romero López & Vargas Mato (2017) cita que en las condiciones del mundo moderno, el uso de ME es una opción muy atractiva, mejora la calidad del suelo, eficacia en el uso de materia orgánica para el crecimiento de las plantas, y erradica las enfermedades, que se puede aplicar con un mínimo de gastos y un máximo de beneficios, por lo que la continuidad de su estudio como biorremediadores de ambientes contaminados, tanto por materia orgánica, como por microorganismos patógenos, es una meta a cumplimentar en los años venideros a modo de contar con un ambiente más saludable y limpio.

Guaman Conde (2015) cita que las principales variantes de microorganismos eficientes están implícitas en las bacterias Fotosintéticas, bacterias de ácidos lácticos y las levaduras.

1.15.1 Bacterias fototrópicas

EEAITAJ (2013) menciona que las bacterias fototrópicas tienen energías para el crecimiento que procede de la luz solar, constituyéndose en grupo de microorganismos independientes y autosuficientes ya que elaboran su propio alimento, en este conjunto de microorganismos se encuentran dos variantes comunes, la Rhodopseudomonas

plastrus y Rhodobacter spaeroides, estas bacterias pueden crecer con o sin oxígeno, además, presentan un organismo metabólico que tienen la capacidad de aprovechar materia inorgánica, para transformarla en elemento orgánico, estas bacterias la utilizan para fabricar biomoléculas necesarias para su desarrollo y crecimiento.

1.15.2 Bacterias ácido lácticas

Mesa (2016) manifiesta que son aquellas bacterias que generan, por medio de azúcares, el ácido láctico, entre otros distintos carbohidratos comprendidos por levaduras y bacterias fototrópicas, la importancia de estos microorganismos combate gérmenes perjudiciales y estimula la desintegración del material orgánico, además, tienen la capacidad de impulsar apropiadamente la materia orgánica a través de procesos de descomposición, la velocidad para nutrirse de la sustancia vegetal o animal para disminuir sus efectos infecciosos y suprimir sus resultados negativos.

1.15.3 Levaduras

Guaman Conde (2015) menciona que este grupo de bacterias podemos citar como ejemplos las bacterias *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis* cuya función de las mismas es degradar proteínas complejas y carbohidratos.

Estas sustancias bio-activas tanto como las hormonas y las enzimas que son producidas por las levaduras incitan activamente a la división celular en las raíces, debido a que estas secreciones pueden ser de gran utilidad para los microorganismos eficientes como las bacterias ácido lácticas y actinomicetos (Guaman Conde, 2015).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización y descripción del lugar de estudio

La presente investigación se llevó a cabo mediante muestreos y análisis de agua residuales derivados de efluentes de la granja “PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A.”; resultados de los cuales se procedió a determinar los respectivos tratamientos para mejorar la calidad de agua de uso agrícola destinadas para cultivos de la hacienda “CEREALES DE ECUADOR S.C.C”. localizada en la comuna Zapotal, provincia de Santa Elena, cuyas coordenadas geográficas son: Latitud Sur $-2^{\circ}17'58''$; Longitud Oeste $-80^{\circ}32'36''$, con una altura de 40 m.s.n.m.

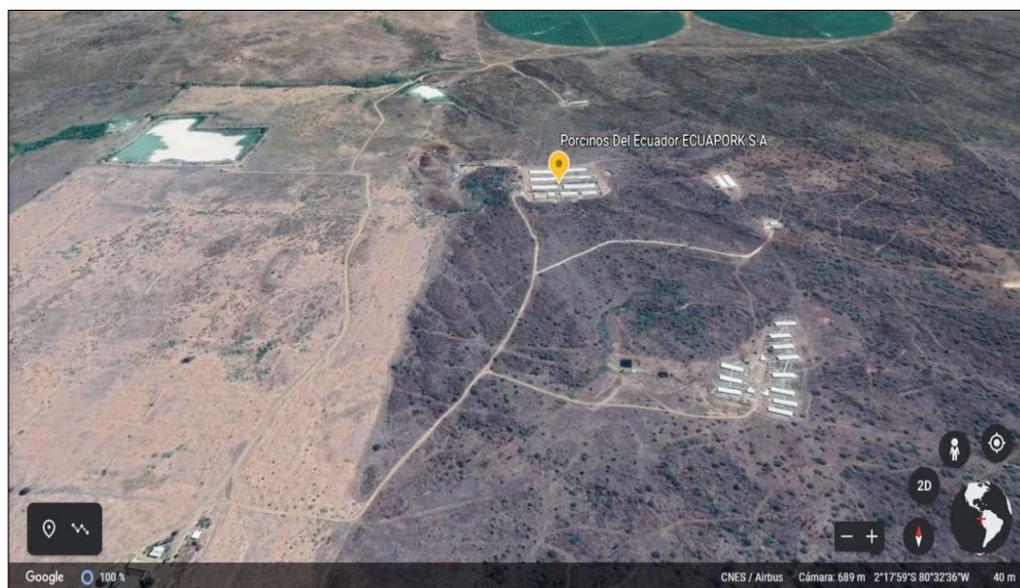


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio “Porcinos de Ecuador Ecuapork S.A”.

2.2 Características de agua residual

Las aguas residuales por años han sido utilizadas y manipuladas por las personas, contienen gran cantidad de sustancias físicas, químicas o biológicas, nocivas para el ser humano, estas tienen características de origen doméstica, industrial, pecuaria, agrícola o recreativa. A continuación, se detallan los parámetros físico-químicos y microbiológicos de la muestra inicial de agua residual de la laguna de oxidación derivados de efluentes propias de la granja “PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A.”, resultados que nos permitió conocer la calidad de agua de la zona de estudio.

Tabla 4. Análisis inicial de efluentes porcinos (laguna de oxidación).

	Parámetros	Resultados	Unidad
Físico-químicos	Potencial de Hidrógeno	7.64	-
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	1924	mg/L
	Demanda Química de Oxígeno	3130	mg/L
	Solidos Suspendidos Totales	1022.5	NMP/100 mL
Microbiológicos	Coliformes Totales	3 300 000	NMP/100 mL
	Mohos y levaduras	107 000	UFC/mL

Fuente: AGRORUM.

2.3 Normativa de calidad ambiental y descarga de efluente al recurso agua

En la Tabla 5 se muestran los límites admisibles de la normativa de calidad ambiental y de descarga del recurso agua, datos que serán interpretados mediante un análisis comparativo con los resultados obtenidos de la muestra inicial Tabla 4.

Tabla 5. Criterios de calidad de aguas para uso agrícola en riego “continua”.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5
Arsénico (total)	As	mg/l	0.1
Berilio	Be	mg/l	0.1
Boro	B	mg/l	0.75
Cadmio	Cd	mg/l	0.05
Zinc	Zn	mg/l	2
Cobalto	Co	mg/l	0.01
Cobre	Cu	mg/l	0.2
Cromo	Cr	mg/l	0.1
Flúor	F	mg/l	1
Hierro	Fe	mg/l	5
Litio	Li	mg/l	2.5
Mercurio	Hg	mg/l	0.001
Manganeso	Mn	mg/l	0.2
Molibdeno	Mo	mg/l	0.01

Níquel	Ni	mg/l	0.2
pH	pH		6.5 – 8.5
Plomo	Pb	mg/l	5
Selenio	Se	mg/l	0.02
Vanadio	V	mg/l	0.1
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1 000
Huevos de parásitos	-	-	Ausencia
Aceites y grasas	película Visible	-	Ausencia
Materia flotante	Visible	-	Ausencia

Fuente: Ministerio del Ambiente (2015).

2.4 Materiales y equipos

2.4.1 *Materiales de campo*

- Libreta de apuntes
- Esferos
- Galones de 4 L
- Alcohol
- Guantes quirúrgicos
- Mechero de bunsen
- Bata quirúrgica
- Cofia
- Recipientes plásticos
- Fundas plásticas para muestreo
- Neveras de icopor o poliuretano
- Bolsas de hielo o gel
- Cintas pegantes o de enmascarar
- Varilla telescópica de acero inoxidable
- Tiras torna sol
- Microorganismos activos ATP (*AGRO TOTAL PACK*)
- Efluentes porcino

2.4.2 Equipos

- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Laptop
- Bomba de aire modelo S-4000 B
- Mangueras de plástico

2.4.3 Parámetros por considerar

Se evaluó los parámetros físico-químicos y microbiológicos de los efluentes porcinos procesados, con el propósito de conocer cada uno de los indicadores que caracterizan al agua residual de la zona establecida, los mismos que fueron estudiados de acuerdo con la normativa ambiental de calidad de agua que de detalla en la Tabla 4 y 5.

2.4.3.1 Parámetros Físico-Químicos

- **Potencial de Hidrógeno (pH):** Permite tener una medida clara y bien definida del estado básico o ácido del agua a tratar.
- **Sólidos suspendidos totales (SST):** Son los principales responsables de la turbiedad en el agua, además permite conocer cuál es la cantidad total de sólidos.
- **Demanda Química de Oxígeno:** Es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica y oxidable que están presentes en el agua residual.
- **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅):** Permite estimar la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para la degradación y oxidación de la materia orgánica, además es un indicador de la contaminación orgánica del agua.

2.4.3.2 Parámetros microbiológicos

- **Coliformes totales:** Se emplean como indicador de la existencia de organismos productores de enfermedad.
- **Mohos y levaduras:** Poseen una amplia capacidad para adaptarse y desarrollarse en cualquier medio, además representa un gran interés ya que aportan un equilibrio al medio ambiente.

2.5 Metodología

2.5.1 Activación del producto comercial ATP

- Para la activación del producto ATP (AGRO TOTAL PACK) se necesitó de insumos secundarios como: melaza y agua que fueron activados con diferentes dosificaciones que están descritas en la Tabla 6.
- Una vez mezclado todos los insumos se dejó fermentar de 3 a 5 días en un recipiente limpio.
- A partir de los 3 a 5 días de fermentado se procedió a verificar el producto, donde se percibía un olor agridulce y se tomará el pH.
- El producto activado debe tener un pH de 3 – 3.5 lo cual nos permitió indicar que el proceso de activación ya está completado y se puede utilizar el producto.

2.5.2 Primer ensayo de tratamiento de efluentes porcinos evaluados en horas

- En el tratamiento del efluente porcino se evaluó los tiempos de aireación y la dosificación del producto comercial.
- Se realizó la activación del producto comercial con las diferentes dosificaciones ya descritas en la Tabla 6.
- Los ensayos se lo realizaron en botellas de agua destilada vacías de 1 galón, donde se los pintó de color obscuro con la finalidad de simular las condiciones ambientales de la laguna de oxidación.

- Antes de recolectar la muestra fue necesario utilizar los equipos de protección, con el fin de asegurar la integridad y salud de la persona debido a que se manejaron aguas que son tóxicas, infecciosas y corrosivas.
- Se recolectó el agua a tratar de la laguna de oxidación mediante la utilización de una varilla telescópica el cual fue trasladado al lugar de ensayo.
- Una vez recolectada el agua a tratar se procedió a llenar las botellas con un volumen estándar de 3 litros, además se aplicaron las siguientes dosis: 2%, 4% y, 6% para cada tratamiento a evaluar.
- Luego de aplicar las diferentes dosis en el agua residual, se utilizó una bomba de aire modelo S-4000 B, el cual brindo tiempos de aireación definidos a cada tratamiento, de las cuales son: 8 horas, 12 horas, 16 horas y 20 horas.
- Al finalizar cada tiempo de aireación de cada tratamiento se procedió a realizar el muestreo del agua ya tratada, que fueron enviados al laboratorio AGRORUM para los respectivos análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos.
- Se obtuvo los resultados finales de los análisis en 15 a 20 días donde se realizó la evaluación e interpretación de cada uno de los parámetros del efluente ya tratados de los cuales se escogió un mejor tratamiento.

2.5.3 Segundo ensayo de tratamiento de efluentes porcinos evaluado en días

- Una vez obtenido el mejor tratamiento se procedió a recolectar el agua de la laguna de oxidación, con un volumen total de 12 litros, los cuales fueron distribuidos en las botellas de agua destilada, del cual simuló las condiciones de la laguna de oxidación.
- Se procedió a distribuir las muestras de agua en las botellas considerando un volumen de 3 litros de muestra por cada tratamiento y se aplicó la mejor dosificación de 6% de microorganismos activos de los resultados obtenidos anteriormente.
- Aplicado la dosificación en las muestras, se empleó un tiempo de aireación que fue evaluado de la siguiente manera: 6 días, 12 días y 21 días, las muestras de cada tratamiento recibió un total de 20 horas de aireación considerando un tiempo de descanso de 4 horas.

- Finalizado los días de tratamiento de cada una de las muestras, se realizó el muestreo del agua ya descrito anteriormente que fueron remitidas al laboratorio “AGRORUM” para los respectivos análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos.

2.5.4 Toma simple del agua residual para envío de muestras

- La recolección del agua a tratar de la laguna de oxidación fue necesaria la utilización de guantes quirúrgicos, cofia, bata quirúrgica y una varilla telescópica de acero inoxidable que permitió extraer el agua para realizar los respectivos ensayos.
- Se realizó la rotulación en los envases indicando: matriz de la muestra, fecha, hora, lugar de muestreo, empresa, tratamiento y descripción del mismo.
- A continuación, se procedió a desinfectar los materiales y a esterilizar los envases mediante un mechero de bunsen con el fin de preservar la muestra.
- Antes de realizar los respectivos procedimientos para el muestreo fue necesario enjuagar el recipiente de 2 o 3 veces con el líquido muestreado (agua residual),
- Fue necesario llenar el envase completamente con el efluente tratado sin dejar alguna cámara de aire y se procedió a cerrar.
- Se conservaron las muestras en cámara fría (Neveras de icopor o poliuretano) con gel de hielo hasta que pudieran ser receptadas en el laboratorio.
- Una vez enviadas las muestras al laboratorio se esperó los resultados correspondientes al análisis de agua.

2.6 Dosificaciones para activar el producto ATP (AGRO TOTAL PACK)

En la siguiente tabla se especifica los insumos que fueron utilizados en la activación del producto comercial, las mismas que estuvieron distribuidos por las respectivas unidades experimentales; detallando el volumen total del agua utilizada y litros de solución activada destinados para cada tratamiento.

Tabla 6. Dosificación del producto comercial, microorganismos activos (AGRO TOTAL PACK), para cada tratamiento.

Activación del producto comercial % de dosificación			
Insumos	Dosificaciones		
	2%	4%	6%
Microorganismos activos (mL)	200	400	600
Melaza (mL)	200	400	600
Agua para diluir melaza (L)	4.8	4.6	4.4
Agua restante para activación del producto (L)	4.8	4.6	4.4
Volumen de solución activada/tratamiento (L)	10	10	10

Fuente: Elaboración propia.

2.7 Delineamiento experimental del primer ensayo

Se realizó un diseño completamente al azar, la Tabla 7, detalla la combinación de las variables de estudio: tiempos de aireación (A) y dosificación del producto comercial (B) (AGRO TOTAL PACK); los mismos que fueron registrados, interpretados y analizados mediante una estadística descriptiva que permitió la evaluación de cada uno de los parámetros del efluente.

Tabla 7. Diseño completamente aleatorio (DCA)

Factores de estudio		Tratamientos en estudios	
Factor A: Tiempos de aireación (horas)		Tratamientos	Descripción de tratamientos
A1: 8 horas		T0: A0B0	Sin tratamiento
A2: 12 horas		T1: A1B1	8 horas de aireación + 2%
A3: 16 horas		T2: A1B2	8 horas de aireación + 4%
A4: 20 horas		T3: A1B3	8 horas de aireación + 6%
Factor B: Dosificación de EM® (%)		T4: A2B1	12 horas de aireación + 2%
B1: 2 %		T5: A2B2	12 horas de aireación + 4%
B2: 4 %		T6: A2B3	12 horas de aireación + 6%
B3: 6%		T7: A3B1	16 horas de aireación + 2%
		T8: A3B2	16 horas de aireación + 4%
		T9: A3B3	16 horas de aireación + 6%
ATP: Microorganismos eficientes “AGRO TOTAL PACK”		T10: A4B1	20 horas de aireación + 2%
		T11: A4B2	20 horas de aireación + 4%
		T12: A4B3	20 horas de aireación + 6%
Factor A (4) *Factor B (3)		: 12 tratamientos* 2 repeticiones = 24 datos o unidades experimentales + 2 testigo	

Fuente: Elaboración propia.

2.8 Delineamiento experimental en base al mejor tratamiento seleccionado

De acuerdo con los resultados de cada uno de los parámetros evaluados del primer ensayo, se obtuvo una mejor respuesta considerando 20 horas de aireación y 6% de inclusión del producto, por lo tanto, se realizó un DCA simple considerando tiempos de aireación que fueron evaluados en días (6, 12, 21) y teniendo como variable constante la inclusión del producto ya antes mencionado de las cuales los resultados obtenidos nos permitió interpretarlos mediante el uso de la estadística descriptiva.

Tabla 8. Diseño experimental evaluados en días.

Diseño estadístico descriptivo					
Variable controlada		Variable independiente			
A4: 20 horas B3: 6% m ATP		Tiempos de aireación (días)			
Variable dependiente		T0	T1	T2	T3
Parámetros		0 días	6 días	12 días	21 días
Físico-químicos	Potencial de Hidrógeno				
	Sólidos suspendidos totales				
	Demanda química de oxígeno (DQO)				
	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)				
Microbiológicos	Coliformes totales				
	Mohos y Levaduras				

Mejor tratamiento A4B3= 20 horas de aireación+ 6% microorganismos activos ATP

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis de resultados de primeros ensayos del efluente

Ante los diferentes procesos productivos de la granja se manejan flujos constantes que son descargados a diario en las lagunas de oxidación, por tal motivo, se debe tomar en cuenta que para el presente estudio se consideraron muestreos diarios de los efluentes a tratar, siendo una muestra distinta en cada frecuencia de tratamiento (8,12,16 y 20) horas, existiendo variabilidad en los resultados obtenidos en comparación con la muestra testigo.

A continuación, se detallan los resultados de los parámetros físico-químicos y microbiológicos que fueron realizados por el laboratorio “AGRORUM”, considerando la muestra testigo de la laguna de oxidación y los tratamientos de los efluentes porcinos evaluados con horas de aireación y dosificación de microorganismos activos “*Agro Total Pack*”

Tabla 9. Análisis físico-químico del Potencial de hidrógeno (pH) del efluente.

Código	Descripción	Repeticiones		Promedio
		Primera	Segunda	
A0B0	Sin tratamiento	7.64	7.64	7.64
A1B1	8 h/a + 2% m ATP	8.34	8.33	8.34
A1B2	8 h/a + 4% m ATP	8.45	8.47	8.46
A1B3	8 h/a + 6% m ATP	8.25	8.32	8.29
A2B1	12 h/a + 2% m ATP	7.93	7.94	7.94
A2B2	12 h/a + 4% m ATP	7.07	7.69	7.38
A2B3	12 h/a + 6% m ATP	7.06	7.06	7.06
A3B1	16 h/a + 2% m ATP	7.97	8.28	8.13
A3B2	16 h/a + 4% m ATP	7.51	7.87	7.69
A3B3	16 h/a + 6% m ATP	6.93	6.52	6.73
A4B1	20 h/a + 2% m ATP	8.4	8.35	8.38
A4B2	20 h/a + 4% m ATP	8.2	7.39	7.80
A4B3	20 h/a + 6% m ATP	7.41	6.7	7.06

h/a = horas de aireación, m ATP = microorganismos activos ATP.

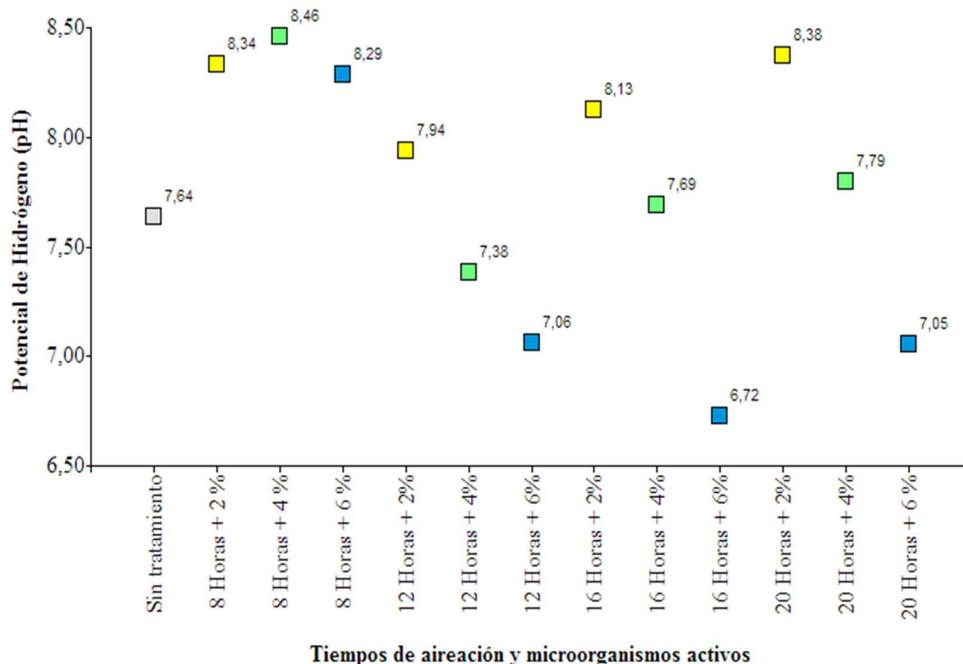


Figura 2. Incidencia de los tiempos de aireación y dosificación de microorganismos activos del Potencial de Hidrógeno.

De acuerdo con Merino Molina & Vásconez Ortiz (2014), el pH del efluente porcino varía entre 6.5 y 8.5, destacando que los valores de pH de cada uno de los tratamientos evaluados con diferentes tiempos de aireación y dosificación de microorganismos activos, se mantienen constantes con un pH de 8.34 a las 8 horas de aireación y bajo porcentaje de microorganismos y a las 20 horas de aireación y mayor porcentaje de los mismos con un pH de 7.05, determinando que se encuentran dentro de los valores óptimos ya mencionados.

Cabe recalcar, que es necesario considerar un pH adecuado para el desarrollo y colonización de los microorganismos benéficos en las aguas a tratar, esto concuerda como lo que menciona Murillo Carrión (2018), que el tratamiento biológico empleado en el efluente debe de mantener un pH neutro para un buen desarrollo de los microorganismos, lo anteriormente descrito se detalla de mejor manera en la Figura 2.

Tabla 10. Análisis físico-químico de la demanda Biológica de Oxígeno del efluente.

Código	Descripción	Repeticiones	Repeticiones		Promedio
			Primera	Segunda	
A0B0	Sin tratamiento	Demanda Biológica de oxígeno (mg/L)	1924	1924	1924
A1B1	8 h/a + 2% m ATP		1993.5	2122.5	2058
A1B2	8 h/a + 4% m ATP		3534	2932.5	3233
A1B3	8 h/a + 6% m ATP		4700.6	4738.1	4719
A2B1	12 h/a + 2% m ATP		1891.5	1999.5	1946
A2B2	12 h/a + 4% m ATP		2754	3163.5	2959
A2B3	12 h/a + 6% m ATP		4417.5	4066.5	4242
A3B1	16 h/a + 2% m ATP		1750.5	1956	1853
A3B2	16 h/a + 4% m ATP		2380.5	2763	2572
A3B3	16 h/a + 6% m ATP		4249.5	3915	4082
A4B1	20 h/a + 2% m ATP		1831.5	1423.5	1628
A4B2	20 h/a + 4% m ATP		2287.5	2641.5	2465
A4B3	20 h/a + 6% m ATP		3733.5	3741	3737

h/a = horas de aireación, m ATP = microorganismos activos ATP.

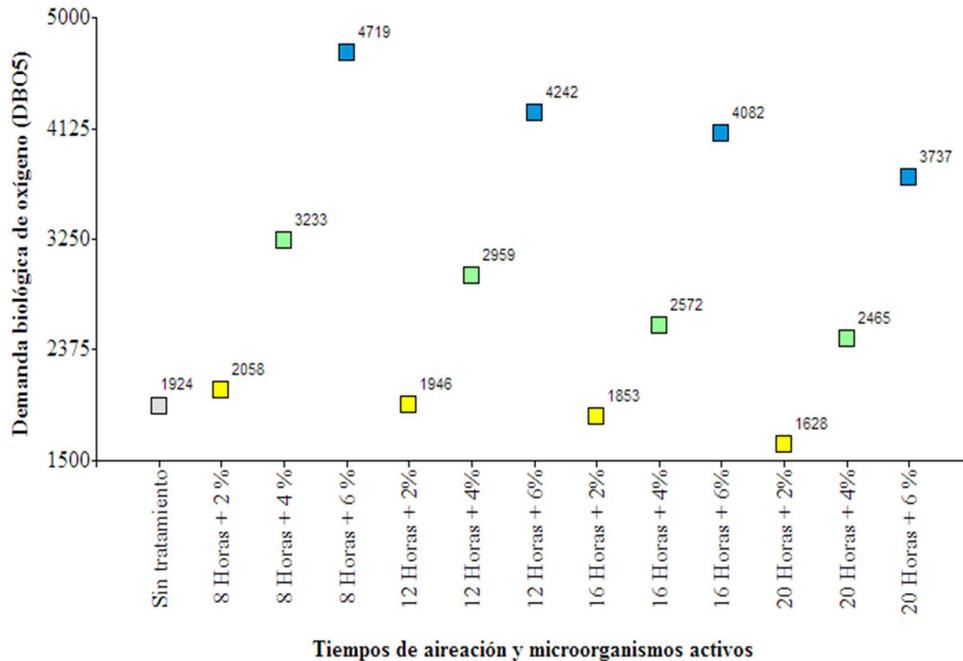


Figura 3. Incidencia de los tiempos de aireación y dosificación de microorganismos activos en la demanda biológica de oxígeno (mg/L).

En la Figura 3, se denota, el comportamiento de la demanda biológica de oxígeno (DBO₅) del efluente es muy variable, en los diferentes tratamientos evaluados donde, se puede observar que el DBO₅ disminuye a medida que aumentan las horas de

aireación y existe un mayor porcentaje de microorganismos, tal como se muestra en los resultados de la investigación, Tabla 10, debido a que los tiempos de aireación y la inclusión de 6% de microorganismos a la muestra se logró evidenciar que el efecto que ocasiona la aplicación de los mismos reduce de una forma significativa de DBO₅, tal como se observa en la muestra de 8 horas con una concentración inicial de 4 719.35 mg/L y una reducción significativa a las 20 horas de 3 737.35 mg/L, a diferencia de los demás tratamientos.

Según la investigación de Valdez Pino (2016) quienes evaluaron diferentes dosificaciones de microorganismos eficientes (1%, 1,5%, 2%) teniendo como resultado 147.07 mg/L al 1%, 131.07 mg/L al 1,5% y 117.33 mg/L al 2%, lo cual, disminuye el DBO₅ aumentando las dosificaciones, tal como sucede con los resultados obtenidos en los tratamientos evaluados, esto es debido a que mientras más porcentaje de inclusión los microorganismos y mayor tiempos de aireación, se aceleró la descomposición de la materia orgánica de la muestra a tratar y se obtuvo mejores resultados de DBO₅, los resultados encontrados se pueden comprobar con la afirmación que hacen Romero López & Vargas Mato (2017) señalando que el producto actúa en el agua a tratar de manera inmediata y en el transcurso de 24 horas de inclusión se logra disminuir el grado de contaminación que existen en los efluentes.

Tabla 11. Análisis físico-químico de la demanda química de oxígeno del efluente.

Código	Descripción		Repeticiones		Promedio
			Primera	Segunda	
A0B0	Sin tratamiento	Demanda química de oxígeno (mg/L)	3130	3130	3130
A1B1	8 h/a + 2% m ATP		3860	4360	4110
A1B2	8 h/a + 4% m ATP		6810	5790	6300
A1B3	8 h/a + 6% m ATP		9200	9220	9210
A2B1	12 h/a + 2% m ATP		3820	4130	3975
A2B2	12 h/a + 4% m ATP		5650	6420	6035
A2B3	12 h/a + 6% m ATP		8600	8360	8480
A3B1	16 h/a + 2% m ATP		3690	3770	3730
A3B2	16 h/a + 4% m ATP		4870	5350	5110
A3B3	16 h/a + 6% m ATP		8680	7770	8225
A4B1	20 h/a + 2% m ATP		3500	2730	3115
A4B2	20 h/a + 4% m ATP		4600	5430	5015
A4B3	20 h/a + 6% m ATP		7590	7810	7700

h/a = horas de aireación, m ATP = microorganismos activos ATP.

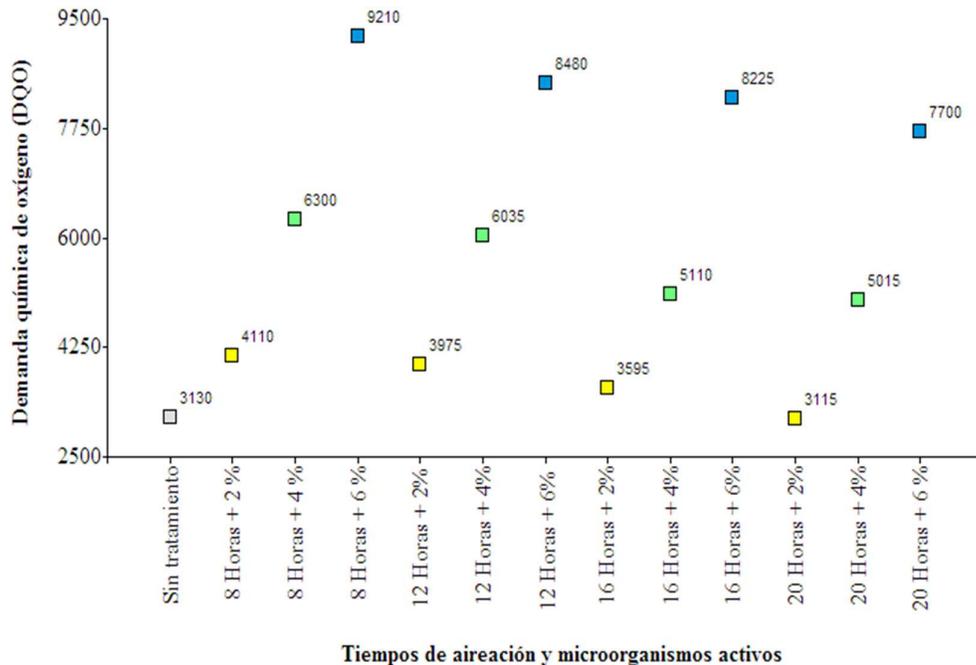


Figura 4. Incidencia de los tiempos de aireación y dosificación de microorganismos activos en la demanda química de oxígeno (mg/L).

El parámetro de la demanda química de oxígeno presenta un comportamiento similar a la demanda biológica de oxígeno, esto es debido a que ambos parámetros miden la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar y oxidar la materia orgánica, que se encuentran presentes en el agua a tratar, por lo tanto, se puede observar que el DQO disminuye en cada uno de los tratamientos evaluados, sin embargo, la muestra donde se obtuvo una mejor eficiencia de remoción de DQO fue en el tratamiento de 20 horas más la inclusión al 6% de microorganismos, con una concentración inicial de 9210 mg/L y un resultado final de 7700 mg/L, lo cual demuestra una reducción favorable a diferencia de los demás tratamientos.

Reyes Araujo (2020) menciona que la aireación es esencial en los procesos de tratamiento de aguas, debido a que genera una transferencia de aire permitiendo que los procesos de degradación se lleven a cabo, mediante la aplicación de microorganismos favorece la aceleración del proceso con la finalidad de remover la mayor cantidad de carga orgánica.

Destacando los resultados obtenidos de la investigación se deduce que a medida que aumentan las horas de aireación contrarresta la concentración de DQO y a su vez, con la participación de microorganismos activos con una dosificación alta al 6%, permiten

acelerar la descomposición, lo cual, se corrobora con la investigación realizada por Valdez Pino (2016) donde demuestran una reducción del DQO a mayor porcentaje de microorganismos, donde obtuvieron 367.67 mg/L a 1%, 327.27 mg/L a 1,5% y 293.33 mg/L al 2%, quedando demostrado que a mayor % de los mismos se logra una mayor reducción de DQO.

Así como lo afirma Guaman Conde (2015), quien manifiesta que a través la tecnología de microorganismos actúa de inmediato degradando la materia orgánica y a su vez disminuyendo los niveles de DQO.

Tabla 12. Análisis fisico-químico de los sólidos suspendidos totales en el efluente.

Código	Descripción	Repeticiones		Promedio
		Primera	Segunda	
A0B0	Sin tratamiento	1022.5	1022.5	1022.5
A1B1	8 h/a + 2% m ATP	400	880	640
A1B2	8 h/a + 4% m ATP	1022.5	1022.5	1022.5
A1B3	8 h/a + 6% m ATP	766.7	566.6	666.65
A2B1	12 h/a + 2% m ATP	330	550	440
A2B2	12 h/a + 4% m ATP	640	750	695
A2B3	12 h/a + 6% m ATP	1022.5	1022.5	1022.5
A3B1	16 h/a + 2% m ATP	350	350	350
A3B2	16 h/a + 4% m ATP	340	490	415
A3B3	16 h/a + 6% m ATP	510	390	450
A4B1	20 h/a + 2% m ATP	1050	2280	1665
A4B2	20 h/a + 4% m ATP	1637.5	510	1073.75
A4B3	20 h/a + 6% m ATP	4050	550	2300

Sólidos suspendidos totales (mg/L)

h/a = horas de aireación, m ATP = microorganismos activos ATP.

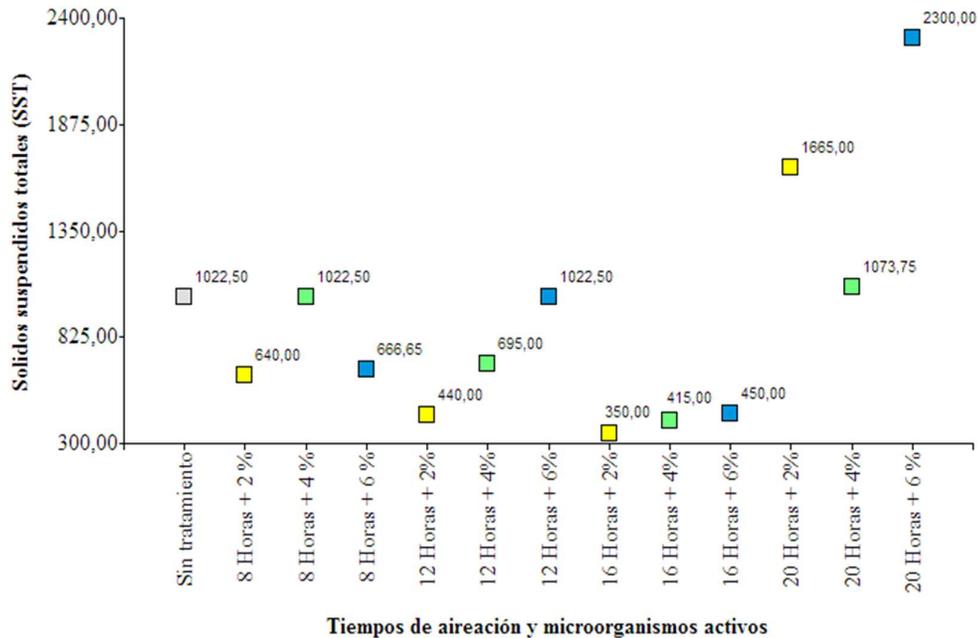


Figura 5. Incidencia de los tiempos de aireación y dosificación de microorganismos activos de los sólidos suspendidos totales (mg/L).

Según Garzón Zúñiga & Buelna (2013) mencionan que los valores de sólidos suspendidos totales varían en sus concentraciones según el tamaño de la granja, sitio o procesos productivos y la cantidad de animales que incluyan los mismos; no obstante, los efluentes que ingresan a las lagunas de oxidación son tratados desde granja con el fin de contrarrestar la mayor cantidad de sólidos, por tal motivo, existen bajas reducciones de contaminantes en los purines.

Tal como se muestra en los resultados obtenidos por los mismos autores, quienes reportaron dentro de sus investigaciones que una granja dedicada a los procesos productivos de maternidad, destete, gestación y engorde reflejan sólidos suspendidos totales de 1000 a 2980 mg/L; valores que se encuentran dentro de los resultados obtenidos en el presente estudio, en donde, se pudo determinar que la toma de fluidos diarios que se recolectaron para los respectivos tratamientos afectó en tal medida que los tiempos de aireación (horas) y los diferentes porcentajes de inclusión de microorganismos activos no influyeron en la remoción de SST.

Tabla 13. Análisis microbiológico de Coliformes totales en el efluente.

Código	Descripción	Repeticiones		Promedio
		Primera	Segunda	
A0B0	Sin tratamiento	3 300 000	3 300 000	3 300 000
A1B1	8 h/a + 2% m ATP	185 000	1 650 000	917 500
A1B2	8 h/a + 4% m ATP	155 000	310 000	232 500
A1B3	8 h/a + 6% m ATP	1 700 000	400 000	1 050 000
A2B1	12 h/a + 2% m ATP	230 000	270 000	250 000
A2B2	12 h/a + 4% m ATP	4 065 000	1 700 000	2 882 500
A2B3	12 h/a + 6% m ATP	13 000 000	4 900 000	8 950 000
A3B1	16 h/a + 2% m ATP	2 150 000	96 500 000	49 325 000
A3B2	16 h/a + 4% m ATP	131 000 000	21 400 000	76 200 000
A3B3	16 h/a + 6% m ATP	92 000 000	11 600 000	51 800 000
A4B1	20 h/a + 2% m ATP	2 300 000	920 000 000	461 150 000
A4B2	20 h/a + 4% m ATP	920 000 000	140 000 000	530 000 000
A4B3	20 h/a + 6% m ATP	23 000 000	202 000 000	112 500 000

h/a = horas de aireación, m ATP = microorganismos activos ATP.

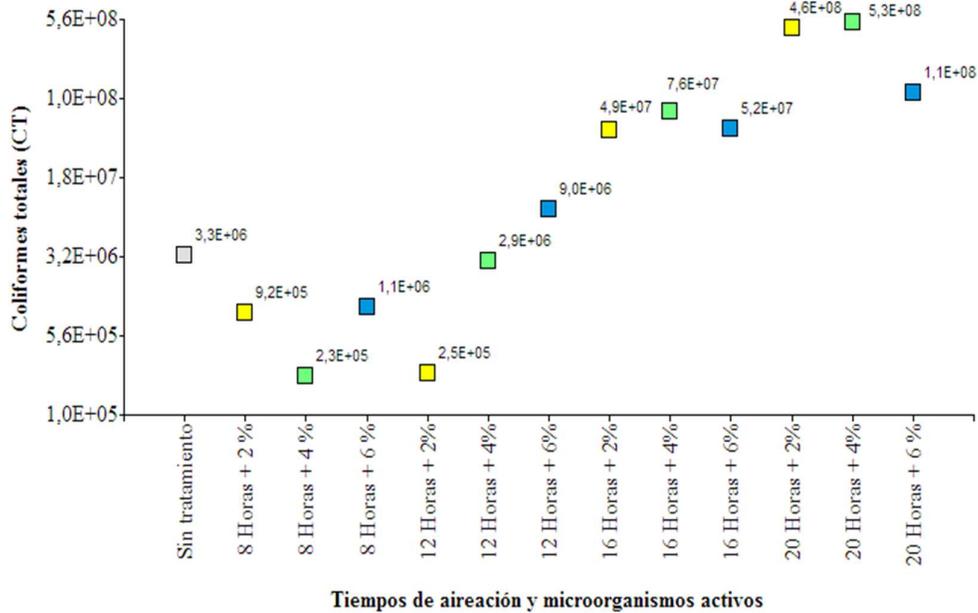


Figura 6. Incidencia de los tiempos de aireación y dosificación de microorganismos activos de los coliformes totales (NMP/100 mL).

Es necesario destacar que las muestras de agua residual a tratar son descargadas diariamente en la laguna de oxidación, tal como se muestra en la Figura 6, existen variabilidad en cada uno de los tratamientos, esto se vio afectado debido a la toma de

muestras diarias para cada tratamientos dando como respuesta alteraciones en este parámetro, teniendo como resultados que la muestra inicial tiene una concentración de 3 600 000 NMP/100 mL y una concentración final alta de coliformes totales de 530 000 000 NMP/100 mL, llegando a la conclusión que a medida que transcurren las horas en los tratamientos y aumentan los porcentajes de inclusión de los microorganismos, en vez de reducir la presencia de coliformes totales solo demuestra una alta población de los mismos en el agua tratada.

Cabe destacar que el papel importante de los tratamiento brindados es la remoción de cargas orgánicas y la exclusión de microorganismos patógenos lo cual se observa en el presente estudio que la remoción de coliformes totales no son los resultados esperados, esto también se vio afectado debido a que el producto no actuó de manera inmediata en la remoción de los mismo, considerando lo que menciona Izquierdo Cardona, et al (2017) que los microorganismos son sensibles a la presencia de componentes tóxicos que se encuentran en el agua residual, por lo tanto es necesario brindarle un tiempo suficientemente largo para que lleguen adaptarse al nuevo medio.

Debido a las razones mencionadas no hubo una reducción de coliformes totales en los tratamientos ya que no se brindó el tiempo necesario para cumplir el crecimiento biológico de los microorganismos, para esto se concluye que se debe otorgar un tiempo de permanencia en el agua lo suficiente para que se puedan adaptar y reproducir hasta mostrar una tasa de crecimiento exponencial de los mismos y comiencen actuar en el medio de manera que se demuestre una reducción de agentes patógenos como los coliformes.

Esto concuerda con lo que comenta Apella & Araujo (2015) en sus investigaciones, que los microorganismos poseen su propia curva de crecimiento lo cual les permite duplicarse, algunos microorganismos llegan a reproducirse de manera rápida dependiendo de las condiciones en las que se adapten esto puede llevarse de 30 minutos, horas o días, dando como conclusión en la presente investigación que la presencia de microorganismos activos empleado en horas no ayuda a la reducción de coliformes totales, más bien es necesario que se brinde un tiempo prolongado para que los mismo puedan actuar de manera eficaz.

Tal como se demuestra en la Figura 7 de mohos y levaduras donde posee se puede visualizar como actuó el producto en cada uno de los tratamientos, destacando que a las 20 horas más 6% de microorganismos comienzan a tener un gran incremento en su población microbiana.

Tabla 14. Análisis microbiológico de Mohos y levaduras en el efluente.

Código	Descripción	Repeticiones		Promedio
		Primera	Segunda	
A0B0	Sin tratamiento	107 000	107 000	107 000
A1B1	8 h/a + 2% m ATP	192 000	800 000	496 000
A1B2	8 h/a + 4% m ATP	150 000	50 000	100 000
A1B3	8 h/a + 6% m ATP	131 500	110 000	120 750
A2B1	12 h/a + 2% m ATP	1 050 000	1 625 000	1 337 500
A2B2	12 h/a + 4% m ATP	1 000 000	390 500	695 250
A2B3	12 h/a + 6% m ATP	336 500	197 500	267 000
A3B1	16 h/a + 2% m ATP	600 000	1 000 000	800 000
A3B2	16 h/a + 4% m ATP	2 150 000	2 250 000	2 200 000
A3B3	16 h/a + 6% m ATP	1 100 000	1 055 000	1 077 500
A4B1	20 h/a + 2% m ATP	10 000	700 000	355 000
A4B2	20 h/a + 4% m ATP	1 250 000	700 000	975 000
A4B3	20 h/a + 6% m ATP	2 150 000	400 000	1 275 000

h/a = horas de aireación, m ATP = microorganismos activos ATP.

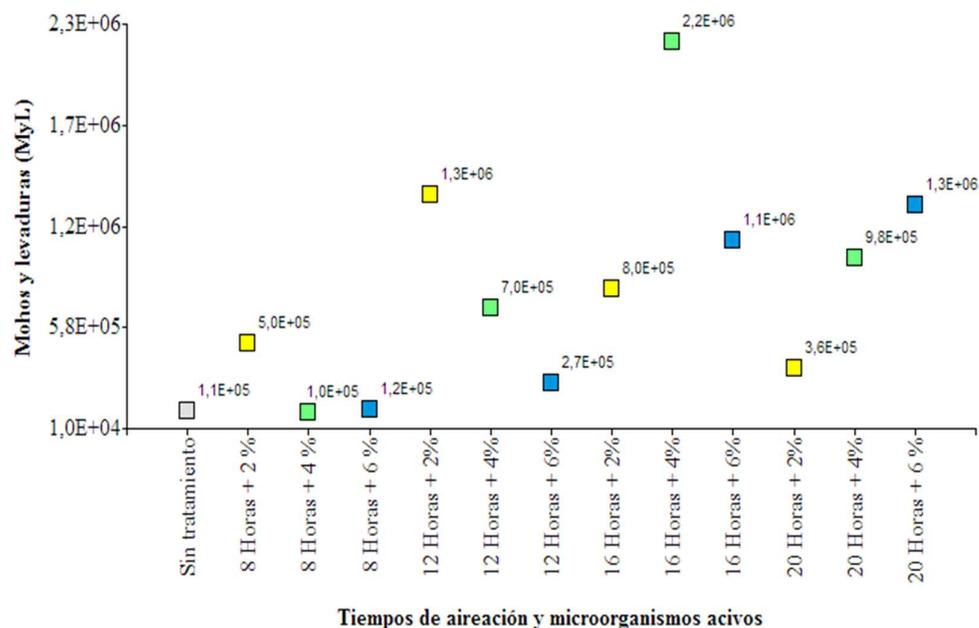


Figura 7. Relación de los tiempos de aireación y dosificación de microorganismos activos de Mohos y levaduras (UFC/mL).

Se puede evidenciar en el análisis microbiológico de mohos y levaduras del efluente porcino mediante la inclusión de microorganismos activos al 2% con tiempo de aireación de 8 horas es de 49 600 UFC/mL en la cual aumenta a las 12 horas de tratamientos a 1 337 500 UFC/ mL, sin embargo, a medida que se incrementa las horas de aireación a 16 y 20 horas disminuyen drásticamente. Lo mismo sucede con la inclusión de microorganismos al 4% con 8 horas con una cantidad de 100 000 UFC/mL destacando que hay una concentración alta de mohos y levaduras a las 16 horas con 2 200 000 UFC/mL y disminuye a las 20 horas de tratamiento, en comparación al 6% de producto en cada muestra se denota un incremento en las diferentes horas de cada tratamiento con una concentración inicial de 120 750 UFC/mL a 8 horas y una concentración final de 1 275 000 UFC/mL a 20 horas.

Esto significa que existe una correcta fermentación del producto lo cual ayudaran al proceso de saneamiento a la muestra a evaluar, tal como lo corrobora en sus estudios Tintin Rea (2018) en la evaluación de microorganismos para la depuración de aguas residuales, demostrando un aumento de mohos y levaduras entre el agua inicial de 40 UFC/mL y mediante la inclusión de microorganismos benéficos evaluado en 15 días se aumentan a 75 600 UFC/mL.

Esto se relaciona a la investigación realizada considerando que se mostró un aumento de los mismos a las 20 horas de tratamiento y un mayor porcentaje de microorganismos debido a que se les proporciona aireación para acelerar el proceso de depuración, por lo tanto, se puede deducir que mientras se demuestre un aumento de mohos y levaduras, las mismas se caracterizaran por una buena fermentación de materia orgánica y microorganismos que complementa al tratamiento de aguas residuales.

3.2 Análisis físico - químicos y microbiológicos del mejor tratamiento evaluado por días al 6% de inclusión de microorganismos

A continuación se muestran los resultados del mejor tratamiento que se realizaron en base a la primer ensayo evaluados en el efluente porcino, considerando un tiempo en días de aireación (6, 12, 21) y la inclusión de una variable constante al 6% de inclusión de microorganismos a cada muestra, para este ensayo se consideró un volumen total de 12 L que fueron recolectados de la laguna de oxidación para la distribución en cada

uno de los tratamientos y evitar variación en los parámetros a evaluar, tal como se mostró en el primer ensayo.

Tabla 15. Análisis físico-químico evaluados en días del potencial de hidrógeno.

Segundo Ensayo			
Tratamientos	Dosificación	Tiempo / Días	Potencial de Hidrógeno
M1	0% m ATP	0 días	7.64
M2	6% m ATP	6 días	8.61
M3	6% m ATP	12 días	8.91
M4	6% m ATP	21 días	9.09

m ATP = microorganismos activos ATP.

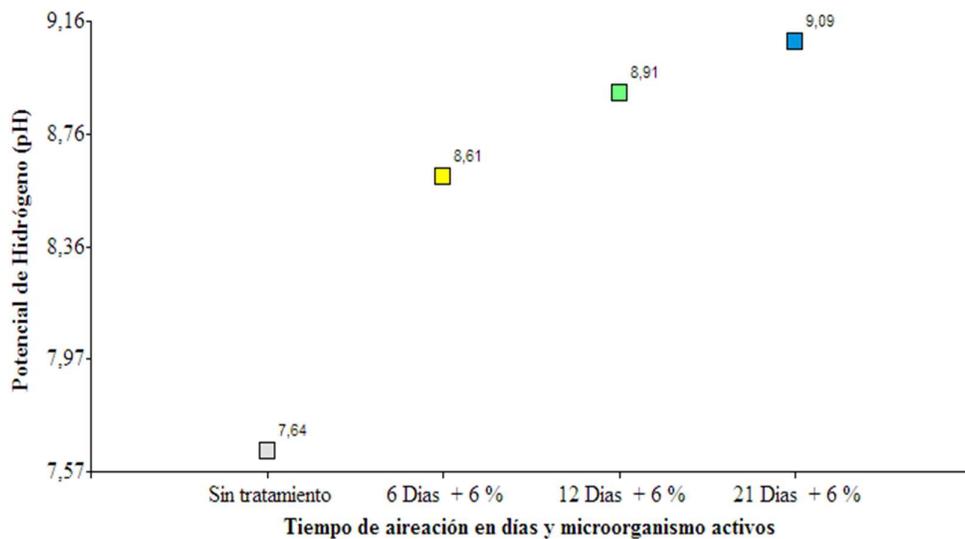


Figura 8. Incidencia de los tiempos de aireación evaluado en días y la inclusión de microorganismos al 6% del potencial de hidrogeno.

En la Figura 8 se puede denotar que la muestra testigo presenta un pH de 7.64 y que a medida que aumenta los días de tratamiento, en cada una de las muestras evaluadas van incrementando su pH, teniendo en cuenta que la muestra a los 6 días presenta un pH de 8.61 y a los 12 días de tratamiento tiene un pH de 8.91 considerándose neutro, lo cual se demuestra que se encuentran en los rangos permitidos para el desarrollo de la actividad microbiana.

De acuerdo con Tintin Rea (2018), la inclusión de los microorganismos al medio a tratar empieza a propagarse siempre y cuando tengan las condiciones óptimas para su

desarrollo, debido a que la participación de la mismas es una de las claves principales para alcanzar resultados deseados, cabe recalcar que la muestra de 21 días llegó a un pH de 9.06 convirtiéndose en alcalino generando un problema para el desarrollo y reproducción de los microorganismos.

Tabla 16. Análisis físico-químico evaluados en días de la demanda biológica de oxígeno.

Segundo Ensayo			
Tratamientos	Dosificación	Tiempo / Días	Demanda Biológica de oxígeno (mg/L)
M1	0% m ATP	0 días	1924
M2	6% m ATP	6 días	853.5
M3	6% m ATP	12 días	487.5
M4	6% m ATP	21 días	362

m ATP = microorganismos activos ATP.

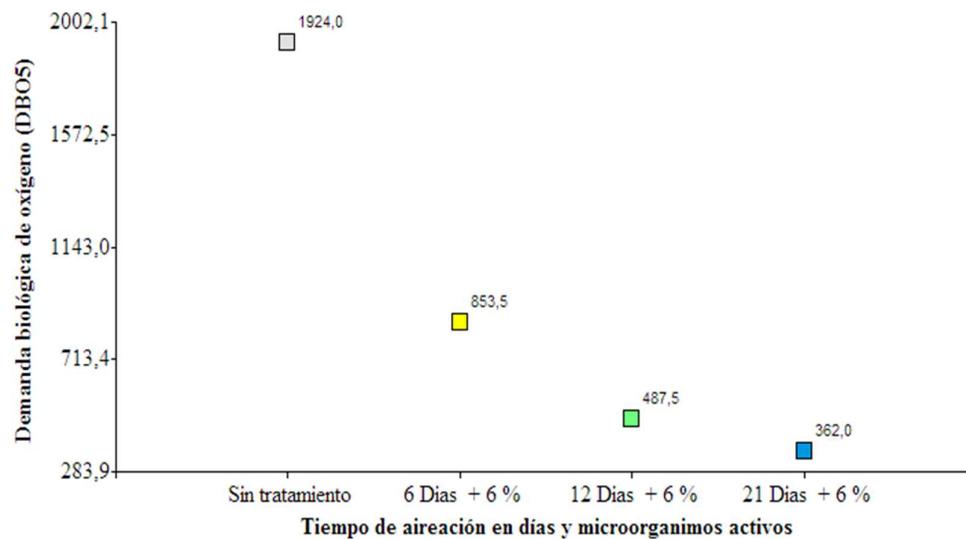


Figura 9. Incidencia de los tiempos de aireación evaluado en días y la inclusión de microorganismos al 6% de la demanda biológica de oxígeno (mg/L).

La muestra testigo, presenta una concentración inicial de DBO₅ de 1924 mg/L y a medida que transcurren los días de tratamiento se observa una reducción significativa a los 6 días de aireación con 853.5 mg/L y a los 12 días de tratamiento con 487.5 llegando a una reducción de DBO₅ favorable.

Estos resultados se pueden comparar con los encontrados por Mamani Ccama & Chavez Molina (2018) quienes realizaron evaluaciones a los 5, 10 y 15 días con diferentes aplicaciones de microorganismos eficientes e intervalos de aireación de 10 horas,

donde tuvieron una concentración inicial de 177 mg/L y a medida que transcurrieron los días la concentración de los mismos disminuyó, en los diferentes tratamientos, teniendo como resultado una reducción a los 5 días con 3 L de EM de 62 mg/L a los 10 días de 63 mg/L y a los 15 días de 53 mg/L y el tratamiento de 4 L de EM a los 5 días disminuyó a 58 mg/L a los 10 días a 51 mg/L y a los 15 días a 39 mg/L donde obtuvieron una reducción significativa de DBO_5 a diferencia de los demás tratamientos

Dando como conclusión que en la investigación realizado por los autores ya mencionados demostraron que durante los 15 días con la mayor cantidad de aplicación de microorganismos se obtiene una mayor remoción de los mismos, destacando el tratamiento a los 10 días con la aplicación de 3 L no disminuyo debido a que presentaron problemas en el caudal de aireación a la muestra donde afecto la falta de aire que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica, por lo tanto la presencia de aire es indispensable para los procesos de depuración de las aguas.

Tal como lo afirma Espín Saltos (2013) que mediante los procesos de aireación y la aplicación de microorganismos permiten acelerar la descomposición de materia orgánica logrando bajas concentraciones de DBO_5 , debido a que el tratamiento proporciona oxígeno para el consumo de los microorganismos que son responsables en el tratamiento de efluentes y mediante las investigaciones realizadas se demuestra que a mayor tiempo y mayor cantidad de microorganismos ayudaran a reducir el DBO_5 , además, es necesario mencionar que la reducción de DBO_5 a los 21 días de tratamiento no fue significativa en comparación de las otras muestras, destacando lo antes mencionado los microorganismos no actúan de manera eficaz degradando la materia orgánica debido a que el medio no se encuentra en condiciones adecuadas considerando un pH alcalino a los 21 días.

Tabla 17. Análisis físico-químico evaluados en días de la demanda química de oxígeno.

Segundo Ensayo			
Tratamientos	Dosificación	Tiempo / Días	Demanda química de oxígeno (mg/L)
M1	0% m ATP	0 días	3130
M2	6% m ATP	6 días	1990
M3	6% m ATP	12 días	1005
M4	6% m ATP	21 días	850

m ATP = microorganismos activos ATP.

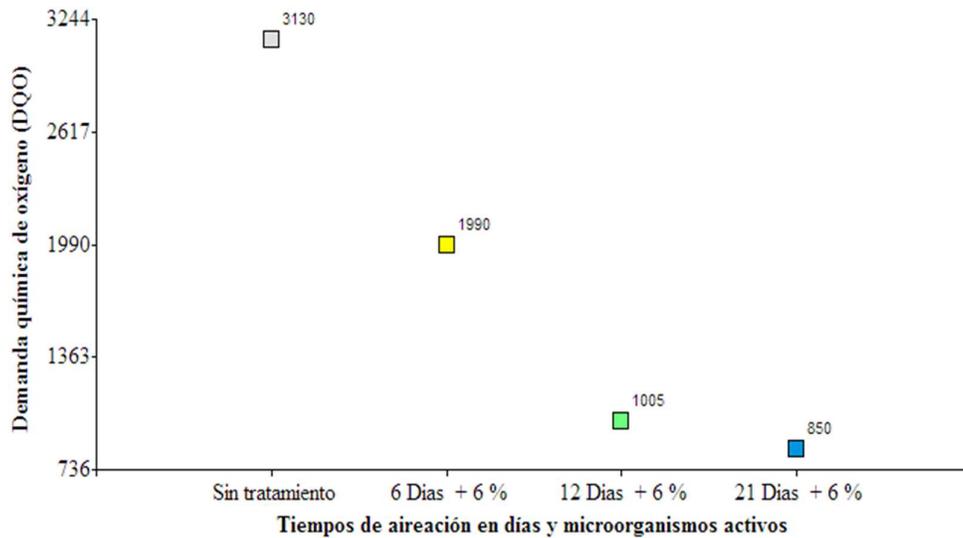


Figura 10. Incidencia de los tiempos de aireación evaluado en días y la inclusión de microorganismos al 6% de la demanda química de oxígeno.

Como se puede observar, la demanda química de oxígeno tiene una concentración inicial elevada de 3130 mg/L, mediante los tratamientos de aireación y aplicación de microorganismos al efluente porcino al 6%, tiende a tener una remoción significativa de DQO a los 6 días de 1990 mg/L y a los 12 días de 1 005 mg/L destacando que los tratamientos establecidos lograron disminuir las concentraciones de DQO, a diferencia del tratamiento de 21 días la remoción del DQO no fue tan demostrativa debido a las condiciones que presentaba el efluente ya no era favorable debido a las características ya explicadas anteriormente.

Tal como lo menciona Alasino (2009), que mediante las condiciones adecuadas sean estos pH, presencia de oxígeno y temperatura, es posible que los microorganismos lleven a cabo sus funciones vitales para su crecimiento y reproducción capaces de

depurar el agua hasta lograr alcanzar los resultados deseados, caso contrario no se obtendrá resultados deseados en el tratamiento biológico.

Tabla 18. Análisis físico-químico evaluados en días de Sólidos suspendidos totales.

Segundo Ensayo			
Tratamientos	Dosificación	Tiempo / Días	Sólidos suspendidos totales (mg/L)
M1	0% m ATP	0 días	1022.5
M2	6% m ATP	6 días	1022.5
M3	6% m ATP	12 días	1022.5
M4	6% m ATP	21 días	1022.5

m ATP = microorganismos activos ATP.

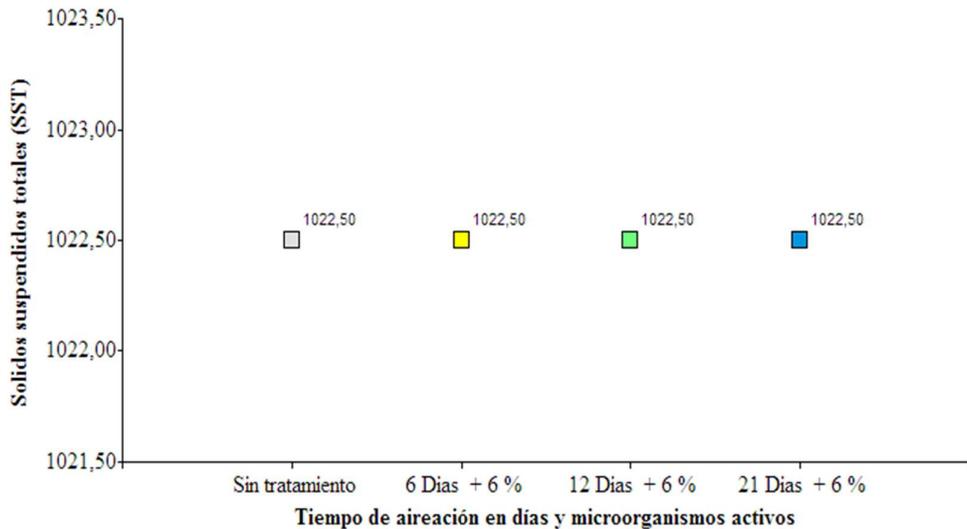


Figura 11. Incidencia de los tiempos de aireación evaluado en días y la inclusión de microorganismos al 6% de los sólidos suspendidos totales (mg/L).

En la Figura 11 se observa que la muestra tiene una concentración inicial de sólidos suspendidos totales de 1 022,50 mg/L, es importante mencionar que para este segundo ensayo evaluado en días se consideró un volumen total que fueron distribuidos para cada tratamiento para evitar variaciones en los mismos tal como se muestra en la Figura 5, lo cual se concluyó que a medida que transcurren los días de aireación más la inclusión de 6% de microorganismos eficientes no influyen en los tratamientos evaluados manteniéndose la misma concentración a los 21 días, lo mismo que se corrobora con lo antes mencionado.

Tabla 19. Análisis microbiológico evaluados en días de Coliformes totales.

Segundo Ensayo			
Tratamientos	Dosificación	Tiempo / Días	Coliformes totales (NMP/100 mL)
M1	0% m ATP	0 días	3 300 000
M2	6% m ATP	6 días	1 600 000 000
M3	6% m ATP	12 días	160 000 000
M4	6% m ATP	21 días	920 000

m ATP = microorganismos activos ATP.

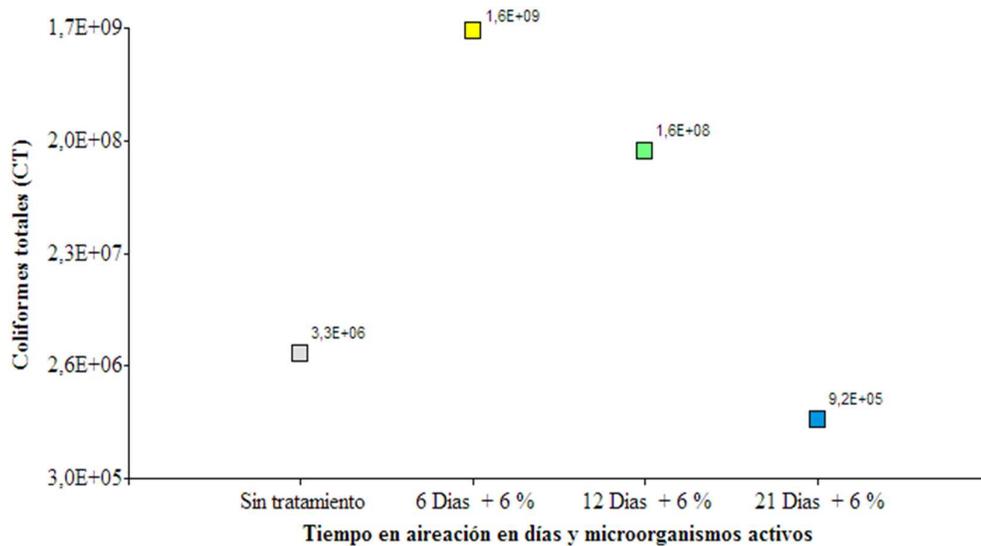


Figura 12. Incidencia de los tiempos de aireación evaluado en días y la inclusión de microorganismos al 6% en los coliformes totales (NMP/100 mL).

La Figura 12 tiene una concentración inicial de coliformes totales de 3 300 000 NMP/100 mL donde se puede deducir que a los 6 días de tratamiento incrementan los coliformes totales a 1 600 000 000 NMP/100 mL esto va en relación con el parámetro de mohos y levaduras donde en la Figura 13 se demuestra un ligero incremento de los mismos a los 6 días deduciendo que el producto activado al 6% de las muestras comienza a tener una buena fermentación, sin embargo, a los 12 días posee un gran crecimiento significativo de mohos y levaduras que ayudaran al proceso de depuración y de exclusión de patógenos que se encuentran en las muestras evaluadas.

Tal como se observa a los 12 días teniendo como resultado la reducción de los coliformes totales a 160 000 000 NMP/100 mL y a los 21 días de 920 000 NMP/100 mL. Así como lo muestra la investigación de Vargas Meneses (2010) donde demuestra

que a mayor cantidad de crecimiento de microorganismos eficientes que estén presentes en agua y mediante un sistema de aireación evaluadas en un reactor aerobio presentaron una concentración inicial de 610 000 UFC/mL lo cual se duplica en el tratamiento dando como resultado 1 2000 000 UFC/mL en comparación a la muestra inicial, lo cual indicaba que el proceso de descontaminación de las aguas en tratamiento tiene una mayor eficiencia.

Esto es debido a una buena fermentación de los microorganismos activos permitiendo una biorremediación de las aguas contrarrestando los coliformes totales y obtener una mayor eficiencia de los procesos de descontaminación tal como se pudo observar en el presente estudio.

Tabla 20. Análisis microbiológico evaluados en días de mohos y levaduras.

Segundo Ensayo			
Tratamientos	Dosificación	Tiempo / Días	Mohos y levaduras (UFC/mL)
M1	0% m ATP	0 días	107 000
M2	6% m ATP	6 días	310 000
M3	6% m ATP	12 días	4 500 000
M4	6% m ATP	21 días	750

m ATP = microorganismos activos ATP.

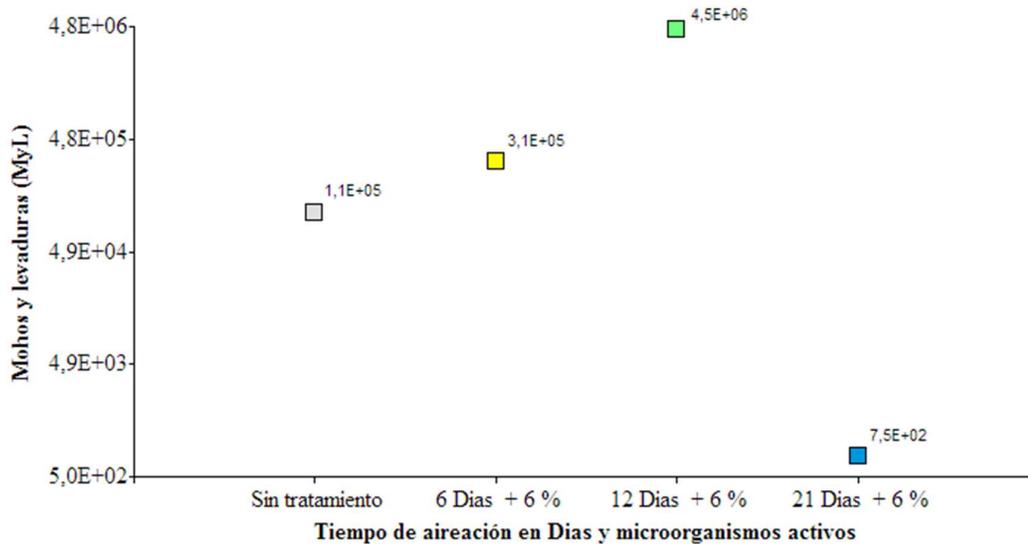


Figura 13. Incidencia de los tiempos de aireación evaluado en días y la inclusión de microorganismos al 6% de mohos y levaduras (UFC/mL).

Se puede observar que en el parámetro microbiológico tiene una concentración inicial de mohos y levaduras de 107 000 UFC/mL y en el transcurso de los días en el tratamiento aumenta, es decir, que a los 6 días de aireación y la inclusión de microorganismos activo al 6% aumenta ligeramente a 310 000 UFC/mL y a 12 días de tratamiento, tiende a incrementar significativamente a 4 500 000 UFC/mL, lo cual significa que tuvo una correcta fermentación de 6 a 12 días de tratamiento, que ayudaron a disminuir los parámetros físico químicos y microbiológicos debido al crecimiento y reproducción del producto, en cuanto al tratamiento de 21 días se denota que hubo un declive teniendo como resultado 750 UFC/mL que significo que no hubo buena respuesta a los resultados esperados.

Tal como se demuestra en la investigación de Tintin Rea (2018) debido a que tuvo una disminución de los mismos evaluando a los 30 días debido a una variación de pH que se mostró (7.4 - 9) lo cual se demuestra en los resultados de la presente investigación.

De acuerdo con Izquierdo Cardona, et al (2017), la disminución o aumento de pH que no se encuentren dentro de los rangos óptimos va a proveer un medio que no favorece a la proliferación de los mohos y levaduras, lo que va a permitir una disminución drástica de los microorganismos para realizar sus procesos metabólicos, tal como se demostró en los tratamientos brindados en el agua a tratar.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Los parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados mediante aireación y la inclusión de microorganismos activos ayudaron a reducir las concentraciones de DBO₅ y DQO teniendo una remoción significativa de los mismos a las 20 horas más la inclusión de 6% del producto.
- La aplicación de microorganismos activos y los tiempos de aireación juegan un papel importante demostrando una alternativa viable para el manejo de efluentes que son generados de una granja porcina debido a la gran participación de remoción de materia orgánica presentes en las mismas, lo cual permite corroborar en el segundo ensayo una mayor remoción al 6% de los mismos a los 12 días de aireación.
- Los tratamientos evaluados en horas y días para comprobar una reducción de los parámetros físico - químicos, demostraron un declive favorable de los mismos, además en los parámetros microbiológicos que se encuentra en el efluente porcino, se determinó que el producto necesita de un lapso de tiempo de 6 a 12 días para que las bacterias tiendan a reproducirse y así permitir la reducción del número de coliformes totales.

Recomendaciones

- Debido a la variabilidad de sólidos suspendidos totales en los tratamientos evaluados de los efluentes porcícolas al no tener una remoción de los mismos mediante los tratamientos de aireación y la inclusión de microorganismos activos, se recomienda un separador de sólidos para el tratamiento de efluentes.
- La poca información acerca de la remoción de sólidos suspendidos totales aplicando microorganismos activos y tiempos de aireación se recomienda realizar más estudios sobre diferentes metodologías de tratamiento de efluentes que puedan ayudar a la toma de decisiones dependiendo el tipo de tratamiento adecuado.
- Se recomienda que en base a los datos obtenidos en los pequeños ensayos sea una guía para proyectar o implementar a escala real el tratamiento de efluentes porcinos que genera la granja con la finalidad reutilizar las mismas en el sector agrícola.
- Para ampliar la investigación se recomienda utilizar el efluente tratado para la aplicación del mismo en el ámbito agrícola para demostrar de qué manera llega a actuar el efluente como agua para riego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGEARTH. (2020) *Asociación de graduados de Earth Ecuador*. Disponible en: <https://www.agearthecuador.org/wp2020/product/agro-total-pack/>
Consultado: Fecha en formato 11/02/2021.
- Agrodigital. (2021) *Raza porcina*. Disponible en: <https://razasporcinas.com/metodos-para-la-separacion-solido-liquido-de-los-purines-porcinos/>. Consultado: Fecha en formato 24/01/2021.
- Alasino, N. (2009) *Síntesis y diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales*, Argentina : Universidad Nacional del Litoral.
- Apella, M. C. and Araujo, P. Z. (2015) *Microbiología de agua*, Argentina: Consejo nacional de investigaciones científicas y técnicas .
- Arias Hoyos, A. (2010) ‘Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente’, *JOURNAL DE CIENCIA E INGENIERÍA*, 20 Agosto, 02(02), pp. 42 - 45.
- Baquerizo Figueroa, B. G. (2017) *Elaboración de un estudio técnico para la reutilización de aguas residuales mediante un sistema de tratamientos de aguas residuales casero en el sector Santa Rosa, Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena*, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Beily, M. E. (2015) *Caracterización de efluentes de cerdos, con énfasis en su biodegradabilidad anaeróbica*, Buenos Aires: Instituto tecnologico de Buenos Aires.
- Beltrán Beltrán, T. R. and Campos Beltrán, C. M. (2016) *Influencia de microorganismos eficaces sobre la calidad de agua y lodo residual, planta de tratamiento de Jauja.*, Huancayo: Universidad Nacional del Centro de Perú.
- Blanco, D. Suárez, J. Jiménez, J. González, F. Álvarez , L M. Cabeza , Evelyn. and Verde, J. (2015) ‘Eficiencia del tratamiento de residuales porcinos en digestores de laguna tapada’, *SciELO*, pp. 441-447.
- Bravo Garzón, E. M. (2017) *Mejora de procesos y optimización de la producción porcícola en la granja de la universidad e la Américas*, Guayaquil: Universidad de las Américas .
- Brunori, Jorge. Campagna, Daniel. Cottura, Germán. Crespo, Diana. Denegri, David. Ducommun, M Luz. Faner, Claudio. Figueroa, Maria Eugenia. Franco, Raúl. , Fabiana Giovannini. Geonaga, Pedro. Lomello, Viviana. Lloveras, Marcela.

Millares, Patricia. Odetto, Silvina. Panichelli, Dario. Pietrantonio, Julio. Rodriguez Fazzone, Marcos. Suárez, Rubén. Spiner, Naum. and Zielinsky, Gustavo. (2012) *Buenas prácticas pecuarias para la producción y comercialización porcina familiar*, Argentina: FAO.

- Cabrera Espinoza , A. L. (2015) *Tratamiento de las aguas residuales porcinas mediante el uso de coagulantes y consorcios microbianos.*, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Calle Campoverde, V. A. and Zamora Baque , J. J. (2017) *Estudio de prefactibilidad para la producción intensiva de carne porcina en el recinto el Rosario, cantón Naranjito, provincia del Guayas*, Guayaquil: Universidd Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
- Cárdenas , M., Espinosa, S. and Cárdenas, M. (2017) ‘Determinación de parámetros del agua residual de una granja porcina en el municipio Torbes, Táchira’, *CIENTIFICA UNET*, p. 170.
- EEAITAJ, (2013) *Estación Experimental Agropecuaria para la introducción de Tecnologías apropiadas de Japón.*

Disponible en:

http://emuruguay.org/PDF/Microorganismos_Eficaces_EM_Presentacion_breve.pdf

Consultado: Fecha en formato 12 12 2020.

- Escalante Estrada, V. E. and Alarcón Hernández , D. E. (2012) ‘Tratamiento de elfuentes porcolos en lagunas de estabilización’, *XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental*, p. 7.
- Espín Saltos, A. C. (2013) *Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para el camal municipal del canton Alausi*, Chimborazo: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Gallo, B. E. and Gallo, D. L. (2016) *Dimensionamiento de instalaciones para el tratamiento de urines de una empresa porcina en confinamiento*, Peru: Universidad Nacional de la Pampa.
- Garzón Zúñiga, M. A. and Buelna, G. (2013) *Caracterización de aguas residuales porcinas y su tratamiento por diferentes procesos en México*, México : Instituto Mexicano de tecnologia de aguas .

- Guaman Conde, L. Á. (2015) *Evaluación de la eficiencia de microorganismos nativos en el tratamiento de pozas sépticas de una granja porcina del Cantón Piñas, Provincia el Oro*. El Oro: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK.
- INEN, I. E. D. N. (2013) *Agua, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)*, QUITO: WATER. BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND.
- Izquierdo Cardona, J. E. Montealegre Palma, O. J. and Muñoz Tobón, E. (2017) *Evaluación y formulación de microorganismos eficaces para el tratamiento de aguas residuales generadas en una industria porcina de municipio Pereira, Risaralda*, Pereira: Universidad Libre Seccional Pereira Belmonte.
- Luna Feijoo, M. A. and Mesa Reinaldo, J. R. (2016) ‘Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores’, *Revista científica Agroecosistemas*, 4(02), pp. 31- 40.
- Malisa Medina, E. J. and Malavé Sánchez, K. F. (2020) *Evaluación y planteamiento de posibles soluciones del sistema de alcantarillado sanitario de las comunas San Pedro-Valdivia del Cantón Santa Elena*, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Mamani Ccama, N. T. and Chavez Molina, R. D. (2018) *Evaluación de la remoción de materia orgánica a través de un sistema aerobio con microorganismos eficientes (EM) en aguas residuales domesticas - Puno 2018*, Peru: Universidad Peruana Unión.
- Merino Molina, A. A. and Vásconez Ortiz, P. T. (2014). *Evaluación de la eficiencia de biorremediación en la recuperación de efluentes porcinos in vitro con helecho Azolla filiculoides mediante análisis DQO Y DBO*, Quito: Universidad central del Ecuador .
- Mesa, M. I. y. J. (2016) ‘Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores’, *Revista científica Agroecosistemas* .
- Ministerio del Ambiente, (2015) Acuerdo N° 97/A - ‘Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua’, En: L. T. Nuñez, ed. *Anexo 1, Libro VI de la calidad ambiental, del Texto unificados de la Legistación Secundaria del Ambiente..* Quito: Ministerio del ambiente, p. 40.
- Moret Chiappe, I. (2014) *Optimización de launas de estabilización mediante el uso de macrofitas*, Perú: Universidad de Piura.

- Morocho, M. and Mora, M. (2019) 'Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas', *Scielo*, abril-junio, 46(2), p. 11.
- Moya Gil, M. Ramírez González, F. León Hidalgo, R. and Mujica Caicoya, C. (2016) 'Efecto de biopreparados sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del arroz (*Oryza Sativa* L.) en Aguada de Pasajeros', *Revista Científica Agroecosistemas [seriada en línea]*, 04(02), pp. 6-10.
- Murillo Carrión, B. N. (2018) *Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales en la industria alimentaria*, Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Pedraza, Raúl O. Teixeira, Kátia. Scavino, Ana Fernández. García de Salamone, Inés. Baca, Beatriz E. Azcón, Rosario. Baldani, Vera L.D. and Bonilla, Ruth. (2010) 'Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos', *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(2), pp. 155-164.
- Peralta Alba, J. M. (2005) *Recomendaciones técnicas para gestión ambiental en el manejo de purines de la explotación porcina*, Chile : Instituto de investigaciones agropecuarias ministerio de agricultura .
- Ramírez Martínez, M. A., 2006. *Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicanda a la agricultura y medioambiente sostenible*. Bucaramanga: Tecnologías de microorganismos.
- Reyes Araujo, W. (2020) *Optimización del tratamiento de aguas residuales domésticas mediante la implementación del sistema MBBR en la provincia de Caylloma*, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos .
- Romero López, T. D. J. and Vargas Mato, D. (2017) 'Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas', *Scielo*, XXXVIII(3), pp. 88-100.
- Tintin Rea, V. A. (2018) *Aplicación de microorganismos benéficos (MOBs) para la depuración de aguas residuales del hato ganadero de la granja experimental Paute - Universidad Politécnica Salesiana*, Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Toalongo Reyes, E. R. (2012) *Diseño de un sistema de recolección, depuración y aprovechamiento de aguas residuales para fincas agroecológicas familiares en la parroquia El Valle Cantón Cuenca*, Cuenca: Universidad de Cuenca.

- Valdez Pino, A. (2016) *Aplicación de microorganismos eficaces (EM) para el tratamiento de aguas residuales domesticas en la localidad de Chucuito*, s.l.: Universidad Nacional del Altiplano.
- Vargas Meneses, C. (2010) *Análisis de bacterias comunes en plantas de tratammientos de diferentes efluentes que son indicadores de alta eficiencia en remoción de contaminantes*, Costa Rica: Universidad de Costa Rica .
- Vicari, M. P. (2012) *Efluentes en producción porcina en Argentina: Generación, impacto ambiental y posible tratamientos*, Argentina : Universidad Católica Argentina.
- Yagual Reyes, G. G. (2015) *Estudio de factibilidad financiera para la implementación de una granja de lechones*, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.

ANEXOS

Anexo 1. Prueba de Hipótesis.

Hipótesis general

La evaluación de un sistema de tratamiento de efluentes generados por una granja porcina mediante procesos de aireación y microorganismos activos ayudaran a reducir los parámetros físico químico y microbiológicos presentes en el agua a tratar en la comuna Zapotal, provincia de Santa Elena.

Hipótesis específicas

Hipótesis nula: H₀: No hay diferencias en los tratamientos mediante tiempos de aireación e inclusión de microorganismos del efluente porcino.

Hipótesis alternativa: Existe diferencias significativas en los tratamientos mediante tiempos de aireación e inclusión de microorganismos.

Anexo 2. Análisis de varianza de parámetros físico químicos y microbiológicos.

Tabla 21. Análisis de varianza del Potencial de hidrogeno.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,72	12	0,64	8,60	0,0002
Tratamientos	7,72	12	0,64	8,60	0,0002
Error	0,97	13	0,07		
Total	8,70	25			

Prueba de Tukey al 0,05

Error: 0,0749 gl: 13

Tratamientos	Medias	n	E.E.
16 Horas + 6%	6,73	2	0,19 A
20 Horas + 6 %	7,06	2	0,19 A B
12 Horas + 6%	7,06	2	0,19 A B
12 Horas + 4%	7,38	2	0,19 A B C
Sin tratamiento	7,64	2	0,19 A B C
16 Horas + 4%	7,69	2	0,19 A B C
20 Horas + 4%	7,80	2	0,19 A B C
12 Horas + 2%	7,94	2	0,19 B C
16 Horas + 2%	8,13	2	0,19 B C
8 Horas + 6 %	8,29	2	0,19 C
8 Horas + 2 %	8,34	2	0,19 C
20 Horas + 2%	8,38	2	0,19 C
8 Horas + 4 %	8,46	2	0,19 C

Interpretación: En el análisis de varianza del potencial de hidrógeno indica que si hay diferencias significativas entre los tratamientos teniendo un p-valor (0.0002), lo

cual permite aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula, tales resultados se describen de mejor manera en la Figura 2.

Tabla 22. Análisis de varianza de la Demanda biológica de oxígeno.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25806046,17	12	2150503,85	43,86	<0,0001
Tratamientos	25806046,17	12	2150503,85	43,86	<0,0001
Error	637333,87	13	49025,68		
Total	26443380,04	25			

Prueba de Tukey al 0,05

Error: 49025,6827 gl: 13

Tratamientos	Medias	n	E.E.				
16 Horas + 2%	1627,50	2	156,57	A			
20 Horas + 2%	1853,25	2	156,57	A	B		
Sin tratamiento	1924,00	2	156,57	A	B		
12 Horas + 2%	1945,50	2	156,57	A	B		
8 Horas + 2%	2058,00	2	156,57	A	B		
20 Horas + 4%	2464,50	2	156,57	A	B	C	
16 Horas + 4%	2571,75	2	156,57		B	C	
12 Horas + 4%	2958,75	2	156,57			C	D
8 Horas + 4%	3233,25	2	156,57			C	D E
20 Horas + 6%	3737,25	2	156,57			D	E F
16 Horas + 6%	4082,25	2	156,57				E F G
12 Horas + 6%	4242,00	2	156,57				F G
8 Horas + 6%	4719,35	2	156,57				G

Interpretación: Mediante el análisis de varianza de la demanda biológico de oxígeno se demuestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de alternativa, lo cual se describe en la Figura 3.

Tabla 23. Análisis de varianza de la Demanda química de oxígeno.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	108770661,54	12	9064221,79	53,17	<0,0001
Tratamientos	108770661,54	12	9064221,79	53,17	<0,0001
Error	2216250,00	13	170480,77		
Total	110986911,54	25			

Prueba de Tukey al 0,05

Error: 170480,7692 gl: 13

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
16 Horas + 2%	3115,00	2	291,96	A	
Sin tratamiento	3130,00	2	291,96	A	
20 Horas + 2%	3730,00	2	291,96	A	B
12 Horas + 2%	3975,00	2	291,96	A	B

8 Horas + 2%	4110,00	2	291,96	A	B
20 Horas + 4%	5015,00	2	291,96		B C
16 Horas + 4%	5110,00	2	291,96		B C
12 Horas + 4%	6035,00	2	291,96		C
8 Horas + 4%	6300,00	2	291,96		C D
20 Horas + 6%	7700,00	2	291,96		D E
16 Horas + 6%	8225,00	2	291,96		E
12 Horas + 6%	8480,00	2	291,96		E
8 Horas + 6%	9210,00	2	291,96		E

Interpretación: De acuerdo al análisis de varianza de la demanda química de oxígeno se demuestra un p-valor (<0.0001) lo cual se concluye que, si existe diferencias significativas en cada tratamiento, lo cual permite aceptar la hipótesis alterna y rechaza la hipótesis nula, estos resultados se detallan en la Figura 4.

Tabla 24. Análisis de varianza de Sólidos suspendidos totales.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7472061,39	12	622671,78	1,05	0,4626
Tratamientos	7472061,39	12	622671,78	1,05	0,4626
Error	7700998,13	13	592384,47		
Total	15173059,52	25			

Prueba de Tukey al 0,05

Error: 592384,4715 gl: 13

Tratamientos	Medias	n	E.E.
16 Horas + 2%	350,00	2	544,24 A
16 Horas + 4%	415,00	2	544,24 A
12 Horas + 2%	440,00	2	544,24 A
16 Horas + 6%	450,00	2	544,24 A
8 Horas + 2%	640,00	2	544,24 A
8 Horas + 6%	666,65	2	544,24 A
12 Horas + 4%	695,00	2	544,24 A
8 Horas + 4%	1022,50	2	544,24 A
12 Horas + 6%	1022,50	2	544,24 A
Sin tratamiento	1022,50	2	544,24 A
20 Horas + 4%	1073,75	2	544,24 A
20 Horas + 2%	1665,00	2	544,24 A
20 Horas + 6%	2300,00	2	544,24 A

Interpretación: En el análisis de varianza de sólidos suspendidos totales se obtiene un p-valor de (0,4626), lo que significa que no presenta diferencias significativas entre los tratamientos, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y rechaza la hipótesis alterna, tal como se muestra en la Figura 5.

Tabla 25. Análisis de varianza de Coliformes totales.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	775055820463462000	12	64587985038621800,00	1,11	0,4240
Tratamiento	775055820463462000	12	64587985038621800,00	1,11	0,4240
Error	755033798787500000	13	58079522983653800,00		
Total	1,53008961925096	25			

Prueba de Tukey al 0,05

Error: 58079522983653848,0000 gl: 13

Tratamientos	Medias	n	E.E.
8 Horas + 4%	232500,00	2	170410567,43 A
12 Horas + 2%	250000,00	2	170410567,43 A
8 Horas + 2%	917500,00	2	170410567,43 A
8 Horas + 6%	1050000,00	2	170410567,43 A
12 Horas + 4%	2882500,00	2	170410567,43 A
Sin tratamiento	3300000,00	2	170410567,43 A
12 Horas + 6%	8950000,00	2	170410567,43 A
16 Horas + 2%	49325000,00	2	170410567,43 A
16 Horas + 6%	51800000,00	2	170410567,43 A
16 Horas + 4%	76200000,00	2	170410567,43 A
20 Horas + 6%	112500000,00	2	170410567,43 A
20 Horas + 2%	461150000,00	2	170410567,43 A
20 Horas + 4%	530000000,00	2	170410567,43 A

Interpretación: Se deduce que en el análisis de varianza de coliformes totales presentan un p-valor de (0.4240) por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y rechaza la hipótesis alterna dando como resultado que no hay diferencias significativas de cada uno de los tratamientos evaluados, tal como se demuestra y se detalla en la Figura 6.

Tabla 26. Análisis de varianza de Mohos y levaduras.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9144306788461,54	12	762025565705,13	3,87	0,0110
Tratamientos	9144306788461,54	12	762025565705,13	3,87	0,0110
Error	2557343750000,00	13	196718750000,00		
Total	11701650538461,50	25			

Prueba de Tukey al 0,05

Error: 196718749999,9999 gl: 13

Tratamientos	Medias	n	E.E.
8 Horas + 4%	100000,00	2	313622,98 A
Sin tratamiento	107000,00	2	313622,98 A
8 Horas + 6%	120750,00	2	313622,98 A
12 Horas + 6%	267000,00	2	313622,98 A
20 Horas + 2%	355000,00	2	313622,98 A
8 Horas + 2%	496000,00	2	313622,98 A B
12 Horas + 4%	695250,00	2	313622,98 A B
16 Horas + 2%	800000,00	2	313622,98 A B
20 Horas + 4%	975000,00	2	313622,98 A B

16 Horas + 6%	1077500,00	2	313622,98	A	B
20 Horas + 6%	1275000,00	2	313622,98	A	B
12 Horas + 2%	1337500,00	2	313622,98	A	B
16 Horas + 4%	2200000,00	2	313622,98		B

Interpretación: Se concluye que el análisis de varianza de mohos y levaduras demuestra que, si hay diferencia diferencias significativas en los diferentes tratamientos lo que permite aceptar la hipótesis alterna y rechaza la hipótesis nula, estos resultados se detallan en la Figura 7.

Anexo 3. Registro de parámetros físico-químicos y microbiológicos.

Variable dependiente		Variable independiente												
		Tratamientos												
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Parámetros		A0B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3	A4B1	A4B2	A4B3
Físico-químicos	Potencial de Hidrógeno (pH)													
	Sólidos suspendidos totales (SST)													
	Demanda química de oxígeno (DQO)													
	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)													
Microbiológicos	Materia orgánica													
	Coliformes totales													
	Mohos													

Fuente: Elaboración propia

7	Interpretación y análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (muestra inicial)	x							
8	Avance del borrador de la propuesta de tesis		x	x	x	x	x	x	
9	Entrega del borrador de la propuesta de tesis								x
10	Preparación y adecuación del área de estudio para primeros ensayos								x
11	Activación del producto comercial Microorganismos eficientes AGROTOTALPACK								x
12	Recolección de muestras de agua residual para cada una de las unidades experimentales								x

13	Inicio de tratamientos (método de aireación + dosificación del producto comercial en muestras de agua residual).	x			
14	Muestreos de los primeros ensayos para sus respectivos análisis de agua	x			
15	Avance del borrador del marco teórico		x	x	x
16	Entrega de los análisis del agua residual de los tratamientos				x
17	Interpretación y análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del primer ensayo				x
18	Recolección de muestras de agua residual en la laguna de oxidación para los segundos ensayos				x

19	Inicio del segundo ensayo aplicando tiempos de aireación en días (6,12, 21) y mayor porcentaje de microorganismos eficientes	x				
20	Finalización de los diferentes tratamientos de efluentes porcinos evaluado en días		x			
21	Entrega de los análisis de efluentes porcinos tratados del segundo ensayo			x	x	x
22	Procesamiento de datos obtenidos en la investigación					x
23	Obtención de resultados					x
24	Elaboración y presentación del borrador de tesis					x
25	Presentación de tesis					x

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Fotografías de las actividades realizadas.



Figura 1A. Reconocimiento de la laguna de oxidación (Sitio 1) de la granja ECUAPORK S.A.



Figura 2A. Pintado de botellas para simular la laguna de oxidación en los muestras a evaluar.



Figura 3A. Preparación y activación del producto de microorganismos activos (Agro total pack).



Figura 4A. Activación del producto con las respectivas dosificaciones de los ensayos.



Figura 5A. Recolección del agua residual para trasladar al lugar de ensayo.



Figura 6A. Tratamiento de agua residual mediante aireación y dosificación de microorganismos activos.



Figura 7A. Desinfección y esterilización de los materiales a utilizar.



Figura 8A. Envasado del agua residual tratada para envío de las muestras al laboratorio.



Figura 9A. Muestras rotuladas para análisis físico químicos y microbiológicos.



Figura 10A. Empacado de las muestras en la neveras de icopor para el traslado al laboratorio.

Anexo 6. Primera repetición de análisis físico químico y microbiológico evaluado en horas.



Informe Analítico: IA-21-LB-000084-01
Lab-ID: GYE-210338-1/2

Lugar de ejecución del ensayo: AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. attn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. gardenia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal sin Zapotal - Ecuador
---	---

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTRO 8:
Descripción de la muestra:	Agua residual	A1B1 1era repetición.
Lote N°:	---	B horas + 2% ATP

DATOS DEL MUESTREO	
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	Zapotal
Muestreado por:	---
Norma Técnica de Muestreo:	---

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-10
Cantidad de muestra:	- 2 425 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y funda estéril.
Temperatura de Recepción:	5,2 °C

Fecha inicio:	2020-02-10
Fecha fin análisis:	2020-02-17

RESULTADOS DE ANÁLISIS							
Parámetro	Unidad	Resultado	U (n=2)	LMI*	LDQ	Método de ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	---	8,34	0,34	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-11 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	1 983,6	347,3	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-15 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	3 860	220	---	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-11 IM
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	400	52	---	---	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-12 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMP/ 100 mL	185 000	---	---	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-14 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/ mL	192 000	---	---	10	T-LB-066 Referenciado a SM 9610 B	2021-02-17 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD:

Informe Analítico: IA-21-LB-000137-01
Lab-ID: GYE-21/0341-1/2

Lugar de ejecución del ensayo: AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. attn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. garderia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
---	---

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTRO 8: Productor: Ing. Esteban Cevallos
Descripción de la muestra:	Agua residual	Tratamiento: A1B3 1era repetición
Lote N°:	Laguna de oxidación - Sitio 1	Descripción: 8 horas de aireación + 6 % de ATP

DATOS DEL MUESTREO	
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-11 Zapotal, Porcinos Del Ecuador Ecuapork S.A.
Muestreado por:	Gdalyz Castillo - Katherine Panchana
Norma Técnica de Muestreo:	---

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-11
Cantidad de muestra:	~ 2 429 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y funda estéril.
Temperatura de Recepción:	5,0 °C

Fecha Inicio:	2020-02-11
Fecha fin análisis:	2021-02-18

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	U (x=2)	LMI*	LOD	Método de Ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	---	8,25	0,34	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-11 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	4 700,6	818,8	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-16 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	9 200	524	---	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-11 IM
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	766,7	99,7	---	---	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-12 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMP/100 mL	1 700 000	---	---	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-015 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/ ml.	131 500	---	---	10	T-LB-006 Referenciado a SM 9810 B	2021-02-18 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

Informe Analítico: IA-21-LB-000155-01
Lab-ID: GYE-21.0331-1/2

Lugar de ejecución del ensayo: AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. attn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. gardenia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
---	---

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTRO: Productor: Ing. Esteban Cevallos
Descripción de la muestra:	Agua residual	Tratamiento: A2 B1 - 1era repetición
Lote N°:	Laguna de oxidación - S00 1	Descripción: 12 horas de aireación + 2 % de ATP

DATOS DEL MUESTREO	
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-05 Zapotal, Porcinos Del Ecuador Ecuapork S.A.
Muestreado por:	Odalys Castillo - Katherine Panchana
Norma Técnica de Muestreo:	---

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-05
Cantidad de muestra:	~ 2 435 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y fundas estériles.
Temperatura de Recepción:	5.3 °C
Fecha Inicio:	2021-02-05
Fecha fin análisis:	2021-02-12

RESULTADOS DE ANÁLISIS							
Parámetro	Unidad	Resultado	U (x=2)	LM ¹	LCQ	Método de ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	---	7,93	0,33	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-05 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	1 891,5	329,5	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-10 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	3 820	218	---	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-05 IM
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	330	43	---	---	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-08 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMP/ 100 mL	230 000	---	---	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-10 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/ mL	1 050 000	---	---	10	T-LB-068 Referenciado a SM 9610 B	2021-02-12 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

Informe Analítico: IA-21-LB-000083-01

Lab-ID: GYE-210337-1/2

Lugar de ejecución del ensayo:
AGROURUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental)
info@agrorum.net
Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste
Guayaquil - Ecuador

PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A.
attn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A.
gardenia.suarez@ecuapork.com.ec
Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n
Zapotal - Ecuador

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Matriz de la muestra:	Agua residual	OTRO 8:
Descripción de la muestra:	Agua residual	A2B3 1era repetición.
Lote N°:	---	12 horas + 6% ATP

DATOS DEL MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	Zapotal
Muestreado por:	---
Norma Técnica de Muestreo:	---

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO

Fecha de Recepción:	2021-02-10
Cantidad de muestra:	~ 2 426 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y faldas estéril.
Temperatura de Recepción:	5,4 °C

Fecha Inicio:	2020-02-10
Fecha fin análisis:	2020-02-17

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	U (k=2)	LMI'	LOC	Método de Ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	---	7,06	0,29	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-11 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	4 417,5	769,5	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-15 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	8 600	490	---	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-11 IM
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	>1 022,5	---	---	---	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-12 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMP/100 mL	13 000 000	---	---	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-14 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/ mL	336 500	---	---	10	T-LB-066 Referenciado a SM 9610 B	2021-02-17 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

Informe Analítico: IA-21-LB-000126-01
Lab-ID: GYE-21/0324-12

Lugar de ejecución del ensayo: AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. attn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. gardenia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
---	---

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Matriz de la muestra:	Agua residual	OTRO:
Descripción de la muestra:	Agua residual	
Lote N°:	A3 B1 16 horas + 2% ATP	

DATOS DEL MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-03 15:00 Zapotal
Muestreado por:	—
Norma Técnica de Muestreo:	—

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO

Fecha de Recepción:	2021-02-03
Cantidad de muestra:	~2 000 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y funda estéril
Temperatura de Recepción:	5,3 °C

Fecha inicio:	2021-02-03
Fecha fin análisis:	2021-02-09

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	U (k=2)	LMI*	LCQ	Método de ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	—	7,97	0,33	—	—	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-04 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	1750,5	319,0	—	—	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-08 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	3 690	200	—	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-04 IM
Sólidos Suspensos Totales	mg/L	390	42	—	—	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-06 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes totales (*)	NMP/100 mL	2 150 000	—	—	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-08 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/mL	600 000	—	—	10	T-LB-066, Referenciado e SM 2610 B	2021-02-09 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD:

Informe Analítico: IA-21-LB-000145-01

Lab-ID: GYE-21/0328-1/2

Lugar de ejecución del ensayo:
AGRO RUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental)
info@agrorum.net
Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste.
Guayaquil - Ecuador

PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A.
atn: PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A.
gardenia.suarez@ecuapork.com.ec
Recinto Las Mercedes Av. Principal sh
Zapotal - Ecuador

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Matriz de la muestra:	Agua residual	OTRO E: Productor: Ing. Esteban Cevallos
Descripción de la muestra:	Agua residual	Tratamiento: A3 B2 - 1era repelición
Lote N°:	Laguna de oxidación - Sitio 1	Descripción: 16 horas de aireación + 4 % de ATP

DATOS DEL MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-04, Zapotal, Porcinos Del Ecuador Ecuapork S.A.
Muestreado por:	Odalys Castillo - Katherine Panchana.
Norma Técnica de Muestreo:	—

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO

Fecha de Recepción:	2021-02-04
Cantidad de muestra:	~ 2 700 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y fundas estériles.
Temperatura de Recepción:	4,6 °C

Fecha Inicio:	2021-02-04
Fecha fin análisis:	2021-02-12

RESULTADOS DE ANALISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	U (x=2)	LMI*	LOQ	Método de ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	—	7,51	0,31	—	—	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-04 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	2 380,5	414,7	—	—	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-09 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	4 870	278	—	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-05 IM
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	340	44	—	—	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-06 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMP/ 100 mL	131 000 000	—	—	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-07 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/ mL	2 150 000	—	—	10	T-LB-006 Referenciado a SM 9610 B	2021-02-12 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD:

Informe Analítico: IA-21-LB-000150-01
Lab-ID: GYE-210330-1/2

Lugar de ejecución del ensayo: AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. attn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. garderia.suarez@ecuapork.com.ec Rincón Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
---	--

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTRO8: Productor: Ing. Esteban Cevallos
Descripción de la muestra:	Agua residual	Tratamiento: A3 B3 1era repetición
Lote N°:	Laguna de oxidación - Sitio 1	Descripción: 16 horas de aireación + 6 % de ATP

DATOS DEL MUESTREO	
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-04, Zapotal, Porcinos Del Ecuador Ecuapork S.A.
Muestreado por:	Odalys Castillo - Katherine Panchana.
Norma Técnica de Muestreo:	—

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-04
Cantidad de muestra:	2 700 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y fundas estériles
Temperatura de Recepción:	5,0 °C

Fecha Inicio:	2021-02-04
Fecha fin análisis:	2021-02-12

RESULTADOS DE ANÁLISIS							
Parámetro	Unidad	Resultado	U (n=2)	LMI*	LOD	Método de ensayo	Análisis
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	—	6,93	0,28	—	—	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-04 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	4 249,5	740,3	—	—	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-09 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	8 680	485	—	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 8220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-05 IM
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	510	86	—	—	T-LB-006, SM 2540 D	2021-02-06 DS
Parámetros microbiológicos							
Cófilomas Totales (*)	NMP/ 100 mL	82 000 000	—	—	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-07 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/ mL	1 100 000	—	—	10	T-LB-086 Referenciado a SM 9610 B	2021-02-12 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

Informe Analítico: IA-21-LB-000068-01

Lab-ID: GYE-21/0319-1/2

Lugar de ejecución del ensayo: AGROURUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. attn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. gardania.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
--	---

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTROS:
Descripción de la muestra:	Agua residual	
Lote N°:	A4 B1 20 horas + 2% ATP aeración R1	

DATOS DEL MUESTREO		
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-02	15:00 Zapotal
Muestreado por:	—	
Norma Técnica de Muestreo:	—	

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-02
Cantidad de muestra:	2 701 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y fundas para microbiología.
Temperatura de Recepción:	4,3 °C

Fecha inicio:	2021-02-02
Fecha fin análisis:	2021-02-10

RESULTADOS DE ANÁLISIS							
Parámetro	Unidad	Resultado	U (k=2)	LM ¹	LOD	Método de ensayo	Análisis
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno a 25°C	—	8,40	0,35	—	—	T-LB-004, SM 4500 H+H	2021-02-02 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	1 831,5	304,9	—	—	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-07 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	3500	210	—	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cenado	2021-02-04 IM
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	1050	137	—	—	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-06 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMP/100 mL	2 300 000	—	—	—	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-08 NF
Mohos y Levaduras (*)	UFC/mL	10 000	—	—	—	T-LB-066 Referenciado a SM 9610 B	2021-02-10 NF

Informe Analítico: IA-21-LB-000106-01
Lab-ID: GYE-21/0322-1/2

Lugar de ejecución del ensayo:
AGRO RUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental)
info@agrorum.net
Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste.
Guayaquil - Ecuador

PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A.
atn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A.
gardenia.suarez@ecuapork.com.ec
Recinto Las Mercedes Av. Principal sh
Zapotal - Ecuador

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE	
Matriz de la muestra:	Agua residual
Descripción de la muestra:	Agua residual
Lote N°:	A4 B3 20 horas + 6% ATP Aireación
OTRO:	

DATOS DEL MUESTREO	
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-02 15:00 Zapotal
Muestreado por:	---
Norma Técnica de Muestreo:	---

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-02
Cantidad de muestra:	2 701 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y fundas para microbiología.
Temperatura de Recepción:	5.2 °C

Fecha Inicio:	2021-02-02
Fecha fin análisis:	2021-02-10

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	U (k=2)	LMI*	LOQ	Método de Ensayo	Análisis
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno a 25°C	---	7,41	0,30	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-02 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	3 733,5	650,4	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-07 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	7 590	433	---	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-04 IM
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	4 050	527	---	---	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-08 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMP/100 mL	23 000 000	---	---	---	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-08 MF
Mohos y Levaduras (*)	UFC/mL	2 150 000	---	---	---	T-LB-088 Referenciado a SM 9610 B	2021-02-10 MF

Anexo 7. Segunda repetición de análisis físico químicos y microbiológicos evaluado en horas.



Informe Analítico: IA-21-LB-000125-01
Lab-ID: GYE-210323-1/2

Lugar de ejecución del ensayo: AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. atn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. gardenia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
---	--

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTROS:
Descripción de la muestra:	Agua residual	
Lote N°:	A1 B1 B horas + 2% ATP	

DATOS DEL MUESTREO		
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-03 15:00 Zapotal	
Muestreado por:	---	
Norma Técnica de Muestreo:	---	

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO		
Fecha de Recepción:	2021-02-03	
Cantidad de muestra:	2 700 mL	
Tipo de envase:	Botellas plásticas y fundas estériles	
Temperatura de Recepción:	5,0 °C	

Fecha inicio:	2021-02-03
Fecha fin análisis:	2021-02-09

RESULTADOS DE ANÁLISIS							
Parámetro	Unidad	Resultado	U (n=2)	LMI*	LOD	Método de ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos:							
Potencial de Hidrógeno	---	8,33	0,34	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+ B	2021-02-04 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	2 122,5	369,7	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-08 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	4 360	249	---	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-04 IM
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	680	114	---	---	T-LB-006, SM 2540 D	2021-02-06 DS
Parámetros microbiológicos:							
Coliformes totales (*)	NMP/ 100 mL	1 650 000	---	---	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-08 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/mL	800 000	---	---	10	T-LB-066, Referenciado a SM 9610 B	2021-02-09 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD:

Informe Analítico: IA-21-LB-000133-01
Lab-ID: GYE-210342-12

Lugar de ejecución del ensayo: AGROURUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Deste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. cda. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. gardenia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
--	--

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTRO \$: Productor: Ing. Esteban Cevallos
Descripción de la muestra:	Agua residual	Tratamiento: A1B2 2da repetición
Lote N°:	Laguna de oxidación - Sitio 1	Descripción: 8 horas de aireación + 4 % de ATP

DATOS DEL MUESTREO	
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-11 Zapotal Porcinos Del Ecuador Ecuapork S.A.
Muestreado por:	Odalys Castillo - Katherine Panchana
Norma Técnica de Muestreo:	---

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-11
Cantidad de muestra:	~ 2 429 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y funda estéril.
Temperatura de Recepción:	4,3 °C

Fecha Inicio:	2020-02-11
Fecha fin análisis:	2021-02-18

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	U (n=2)	LM*	LOG	Método de ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	---	8,47	0,35	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-11 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	2 932,5	510,8	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-16 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	5 790	330	---	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-11 IM
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	>1 022,5	---	---	---	T-LB-006, SM 2540 D	2021-02-12 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMP/ 100 mL	310 000	---	---	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-015 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/ mL	50 000	---	---	10	T-LB-066 Referenciado a SM 9610 B	2021-02-18 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD:

Informe Analítico: IA-21-LB-000136-01
Lab-ID: GYE-21/0340-1/2

Lugar de ejecución del ensayo: AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. attn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. gardenia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
---	---

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTRO 8: Productor: Ing. Esteban Cevallos
Descripción de la muestra:	Agua residual	Tratamiento: AIB3 2da repetición
Lote N°:	Laguna de oxidación - S160 1	Descripción: 8 horas de aireación + 6 % de ATP

DATOS DEL MUESTREO	
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-11 Zapotal, Porcinos Del Ecuador Ecuapork S.A.
Muestreado por:	Odalys Castillo - Katherine Panchara
Norma Técnica de Muestreo:	---

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-11
Cantidad de muestra:	~ 2.460 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y funda estéril.
Temperatura de Recepción:	5,1 °C

Fecha inicio:	2020-02-11
Fecha fin análisis:	2021-02-18

RESULTADOS DE ANÁLISIS							
Parámetro	Unidad	Resultado	U (N=2)	LMP	LOQ	Método de ensayo	Análisis
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	---	8,32	0,34	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-11 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	4 738,1	825,4	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-18 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	9 220	526	---	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Refujo Cerrado	2021-02-11 IM
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	566,6	73,7	---	---	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-12 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMP/100 mL	400 000	---	---	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-015 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/ mL	110 000	---	---	10	T-LB-066 Referenciado a SM 9610 B	2021-02-18 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

Informe Analítico: IA-21-LB-000157-01
Lab-ID: GYE-21/0332-1/2

Lugar de ejecución del ensayo: AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Quayagüal - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. attn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. gardenia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
---	---

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTRO 8: Productor: Ing. Esteban Cevallos
Descripción de la muestra:	Agua residual	Tratamiento: A2 B1 2da repetición
Lote N°:	Laguna de oxidación - Sitio 1	Descripción: 12 horas de aireación + 2 % de ATP

DATOS DEL MUESTREO	
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-05 Zapotal, Porcinos Del Ecuador Ecuapork S.A.
Muestreado por:	Odalys Castillo - Katherine Panchana.
Norma Técnica de Muestreo:	---

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-05
Cantidad de muestra:	~ 2 413 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y fundas estériles.
Temperatura de Recepción:	5,1 °C

Fecha Inicio:	2021-02-05
Fecha fin análisis:	2021-02-12

RESULTADOS DE ANÁLISIS							
Parámetro	Unidad	Resultado	U (k=2)	LMI*	LOD	Método de ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	---	7,94	0,33	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-05 M
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	1999,5	348,3	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-10 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	4 130	235	---	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Camado	2021-02-05 M
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	550	72	---	---	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-06 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMP/ 100 mL	270 000	---	---	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-10 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/ mL	1 625 000	---	---	10	T-LB-066 Referenciado a SM 9610 B	2021-02-12 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD:

Informe Analítico: IA-21-LB-000130-01

Lab-ID: GYE-210335-1/2

Lugar de ejecución del ensayo: AGROURUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. atn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. gardenia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
--	--

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE	
Matriz de la muestra:	Agua residual
Descripción de la muestra:	Agua residual
Lote N°:	—
OTRO S:	A2B2 2da repetición
	12 horas + 4% ATP

DATOS DEL MUESTREO	
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	Zapotal
Muestreado por:	—
Norma Técnica de Muestreo:	—

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-10
Cantidad de muestra:	~ 2 417 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y funda estéril
Temperatura de Recepción:	5,3 °C

Fecha Inicio:	2020-02-10
Fecha fin análisis:	2020-02-17

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	U (x=2)	LMV	LOG	Método de ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	—	7,69	0,32	—	—	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-11 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	3 163,5	551,1	—	—	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-15 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	6 420	366	—	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-11 IM
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	750	98	—	—	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-12 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMPY/100 mL	1 700 000	—	—	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-14 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/ mL	390 500	—	—	10	T-LB-066 Referenciado a SM 9610 B	2021-02-17 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD:

Informe Analítico: IA-21-LB-000132-01
Lab-ID: GYE-21/0335-1/2

Lugar de ejecución del ensayo: AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. attn: PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. gardenia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
---	---

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTRO 8:
Descripción de la muestra:	Agua residual	A2B3 2da repetición.
Lote N°:	---	12 horas + 6% ATP

DATOS DEL MUESTREO	
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	Zapotal
Muestreado por:	---
Norma Técnica de Muestreo:	---

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-10
Cantidad de muestra:	~ 2.439 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y funda estéril.
Temperatura de Recepción:	5,1 °C

Fecha inicio:	2020-02-10
Fecha fin análisis:	2020-02-17

RESULTADOS DE ANÁLISIS							
Parámetro	Unidad	Resultado	U (k=2)	LMI*	LDU	Método de Ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	---	7,06	0,29	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-11 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	4 066,5	708,4	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-15 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	8 360	477	---	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-11 IM
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	>1 022,5	---	---	---	T-LB-006, SM 2540 D	2021-02-12 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformas Totales (*)	NMP/ 100 mL	4 900 000	---	---	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-04 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/ mL	197 500	---	---	10	T-LB-066 Referenciado a SM 8610 B	2021-02-17 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

Informe Analítico: IA-21-LB-000131-01
Lab-ID: GYE-21/0327-1/2

Lugar de ejecución del ensayo:
AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental)
info@agrorum.net
Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste
Guayaquil - Ecuador

PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A.
attn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A.
gardenia.suarez@ecuapork.com.ec
Recinto Las Mercedes Av. Principal sin
Zapotal - Ecuador

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Matriz de la muestra:	Agua residual	OTRO: Productor: Ing. Esteban Cevallos
Descripción de la muestra:	Agua residual	Tratamiento: A3 B1 - 2da repetición
Lote N°:	Laguna de oxidación - Sitio 1	Descripción: 16 horas de aireación + 2 % de ATP

DATOS DEL MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-04, Zapotal, Porcinos Del Ecuador Ecuapork S.A.
Muestreado por:	Odalys Castillo - Katherine Panchana
Norma Técnica de Muestreo:	—

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO

Fecha de Recepción:	2021-02-04
Cantidad de muestra:	~ 2 700 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y fundas estériles.
Temperatura de Recepción:	5,1 °C

Fecha Inicio:	2021-02-04
Fecha fin análisis:	2021-02-12

RESULTADOS DE ANÁLISIS							
Parámetro	Unidad	Resultado	U (k=2)	LMP	LOG	Método de Ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	—	8,28	0,34	—	—	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-04 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	1 958	248,0	—	—	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-08 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	3 770	156	—	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-05 IM
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	360	46	—	—	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-08 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMP/ 100 mL	96 500 000	—	—	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-07 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/ mL	1 000 000	—	—	10	T-LB-066 Referenciado a SM 9610 B	2021-02-12 MF

OPINIÓN E INTERPRETACIÓN:

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD:

AGRORUM

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Kennedy, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Baños de Agua Santa: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Quito: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda

Guayaquil: Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda
Tel: 041 2249 0000 y 0000. Cda. Alameda, Cda. Alameda



Informe Analítico: IA-21-LB-000146-01
Lab-ID: GYE-21.0329-1/2

Lugar de ejecución del ensayo: AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. attn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. garderia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
---	---

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTRO: Productor: Ing. Esteban Cevallos
Decorpolón de la muestra:	Agua residual	Tratamiento: A3 B2 - 2da repetición
Lote N°:	Laguna de oxidación - Sitio 1	Descripción: 16 horas de aireación + 4 % de ATP

DATOS DEL MUESTREO	
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-04 Zapotal, Porcinos del Ecuador Ecuapork S.A.
Muestreado por:	Odalys Castillo - Katherine Panchana.
Norma Técnica de Muestreo:	---

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-04
Cantidad de muestra:	2 700 mL
Tipo de envase:	Boteitas plásticas y fundas estériles.
Temperatura de Recepción:	5,4 °C
Fecha inicio:	2021-02-04
Fecha fin análisis:	2021-02-12

RESULTADOS DE ANÁLISIS							
Parámetro	Unidad	Resultado	U (k=2)	LMI*	LOQ	Método de ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	---	7,87	0,32	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-04 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	2 763	481	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-09 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	5 350	305	---	20	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-05 IM
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	490	64	---	---	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-08 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMP/ 100 ml.	21 400 000	---	---	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-07 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/ mL	2 250 000	---	---	10	T-LB-056 Referenciado a SM 9610 B	2021-02-12 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

Informe Analítico: IA-21-LB-000153-01
Lab-ID: GYE-21/0334-1/2

Lugar de ejecución del ensayo: AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. attn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. gardenia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
---	---

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTRO: Productor: Ing. Esteban Cevallos
Descripción de la muestra:	Agua residual	Tratamiento: A3 B3 2da repetición
Lote N°:	Laguna de oxidación - Sitio 1	Descripción: 16 horas de aireación + 6 % de ATP

DATOS DEL MUESTREO	
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-05 Zapotal, Porcinos Del Ecuador Ecuapork S.A.
Muestreado por:	Odalys Castillo - Katherine Panchana
Norma Técnica de Muestreo:	---

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-05
Cantidad de muestra:	~ 2.434 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y fundas estériles.
Temperatura de Recepción:	5,2 °C

Fecha Inicio:	2021-02-05
Fecha fin análisis:	2021-02-12

RESULTADOS DE ANÁLISIS							
Parámetro	Unidad	Resultado	U (k=2)	LMP	LOG	Método de Ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	---	6,52	0,27	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-05 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	3.915	682	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-10 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	7.770	443	---	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-05 IM
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	390	51	---	---	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-06 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMP/ 100 mL	11.600.000	---	---	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-10 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/ mL	1.055.000	---	---	10	T-LB-066 Referenciado a SM 9610 B	2021-02-12 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

Informe Analítico: IA-21-LB-00075-01
Lab-ID: GYE-210320-1/2

Lugar de ejecución del ensayo: AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	FORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. s/n. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. gardenia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
---	--

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTROS:
Descripción de la muestra:	Agua residual	
Lote N°:	A4 B1 20 horas + 2% ATP aeración R2	

DATOS DEL MUESTREO		
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-02 15:00	Zapotal
Muestreado por:	---	
Norma Técnica de Muestreo:	---	

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-02
Cantidad de muestra:	2 701 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y fundas para microbiología.
Temperatura de Recepción:	5,1 °C

Fecha inicio:	2021-02-02
Fecha fin análisis:	2021-02-10

RESULTADOS DE ANÁLISIS							
Parámetro	Unidad	Resultado	U (k=2)	UMI*	LDL	Método de trabajo	Análisis
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno a 25°C	---	8.35	0.34	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-02 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	1 423.5	341	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-07 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	2 730	215	---	20.04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-04 IM
Sólidos Suspensos Totales	mg/L	2 280	296	---	---	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-06 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMP/100 mL	820 000 000	---	---	---	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-08 MF
Mohos y Levaduras (*)	UFC/mL	700 000	---	---	---	T-LB-065 Referenciado a SM 9610 B	2021-02-10 MF

Informe Analítico: IA-21-LB-000127-01
Lab-ID: GYE-21/0325-1/2

Lugar de ejecución del ensayo: AGROURUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. attn. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. gardenia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
--	---

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTROS:
Descripción de la muestra:	Agua residual	
Lote N°:	A4 B2 20 horas + 4% ATP	

DATOS DEL MUESTREO		
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-03, 15:00,	Zapotal
Muestreado por:	---	
Norma Técnica de Muestreo:	---	

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-03
Cantidad de muestra:	~ 2 200 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y funda estéril
Temperatura de Recepción:	4,3 °C

Fecha Inicio:	2021-02-03
Fecha fin análisis:	2021-02-09

RESULTADOS DE ANÁLISIS							
Parámetro	Unidad	Resultado	U (k=2)	LMI*	LMO	Método de Ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	---	7,39	0,30	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-04 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	2 641,5	460,1	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-08 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	5 430	310	---	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-04 IM
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	510	60	---	---	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-06 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes totales (*)	NMPY 100 mL	140 000 000	---	---	1,8	T-LB-044, SM 5221 B-C	2021-02-08 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/mL	700 000	---	---	10	T-LB-066, Referenciado a SM 9610 B	2021-02-09 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

Informe Analítico: IA-21-LB-000128-01

Lab-ID: GYE-21/0326-1/2

Lugar de ejecución del ensayo: AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. av. PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. garderia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
---	---

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTRO:
Descripción de la muestra:	Agua residual	
Lote N°:	A4 B3 20 horas + 6% ATP	

DATOS DEL MUESTREO	
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-02-03, 15:00:00, Zapotal
Muestreado por:	---
Norma Técnica de Muestreo:	---

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-02-03
Cantidad de muestra:	~ 2 200 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y funda estéril
Temperatura de Recepción:	4,3 °C

Fecha Inicio:	2021-02-03
Fecha fin análisis:	2021-02-09

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	U (x*2)	LMI*	LOQ	Método de Ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	---	6,70	0,28	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-02-04 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	3 741	652	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-02-08 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	7 810	445	---	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-02-04 IM
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	550	72	---	---	T-LB-008, SM 2540 D	2021-02-06 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes totales (*)	NMP/100 mL	202 000 000	---	---	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-02-08 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/mL	400 000	---	---	10	T-LB-066, Referenciado a SM 9610 B	2021-02-09 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

Anexo 8. Segundo ensayo de análisis físico químico y microbiológico evaluado en días.



Informe Analítico: IA-21-LB-000197-01
Lab-ID: GYE-21/0903

Lugar de ejecución del ensayo: AGROURUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy Av. San Jorge # 206 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador	PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. attn: PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A. gardenia.suarez@ecuapork.com.ec Recinto Las Mercedes Av. Principal s/n Zapotal - Ecuador
--	---

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
Matriz de la muestra:	Agua residual	OTROS:
Descripción de la muestra:	Agua residual	
Lote N°:	Muestra Testigo Toñoño	

DATOS DEL MUESTREO		
Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-03-11 10:00 Zapotal	
Muestreado por:	---	
Norma Técnica de Muestreo:	---	

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de Recepción:	2021-03-11
Cantidad de muestra:	- 2 500 mL
Tipo de envase:	Botellas plásticas y funda estéril.
Temperatura de Recepción:	10,8 °C

Fecha Inicio:	2021-03-11
Fecha fin análisis:	2021-03-18

RESULTADOS DE ANÁLISIS							
Parámetro	Unidad	Resultado	U (x=2)	LMI*	LOD	Método de ensayo	Analizado
Parámetros físico químicos							
Potencial de Hidrógeno	---	7,64	0,31	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-03-11 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	1 624,0	335,2	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-03-16 DS
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	3 130	178	---	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-03-11 IM
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	> 1 022,5	---	---	---	T-LB-008, SM 2540 D	2021-03-11 DS
Parámetros microbiológicos							
Coliformes Totales (*)	NMP/ 100 mL	3 300 000	---	---	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-03-15 MF
Mohos y levaduras (*)	UFC/ mL	107 000	---	---	10	T-LB-086 Referenciado a SM 9610 B	2021-03-18 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD:

Informe Analítico: IA-21-LB-000244-01
Lab-ID: GYE-21/1098

Lugar de ejecución del ensayo:
AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental)
info@agrorum.net
Cda. Kennedy Av. San Jorge # 205 y calle 2da. Costa
Guayaquil - Ecuador

PORCINOS DEL ECUADOR ECUAPORK S.A
Attn. Porcinos del Ecuador Ecuapork S.A
garderia.suamio@ecuapork.com.ec
Recinto Las Mercedes Av. Principal 5/N
Zapotal - Ecuador

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Matriz de la muestra:	Aguo Residual	OTROS:
Descripción de la muestra:	Aguo Residual Primer Ensayo 21 días +6%	
Lote N°:	---	

DATOS DEL MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2021-03-30, 12:00, Zapotal
Muestreado por:	---
Nombre técnica de Muestreo:	---

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO

Fecha de Recepción:	2021-03-30
Cantidad de muestra:	+1 500 mL
Tipo de empaque:	Botella plástica
Temperatura de Recepción:	18 °C
Fecha inicio:	2021-03-30
Fecha fin análisis:	2021-04-07

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Parámetro	Unidad	Resultado	U (±2)	UM*	LCO	Método de ensayo	Análisis
Parámetros Físicoquímicos							
pH	---	9,09	0,37	---	---	T-LB-004, SM 4500 H+B	2021-03-30 IM
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	362,0	63,1	---	---	T-LB-002, SM 5210 B	2021-04-06 DS
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	>1 022,5	12,1	---	---	T-LB-008, SM 2540 D	2021-03-31 DS
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	650	45,45	---	20,04	T-LB-001, HACH 8000 / SM 5220 D - Reflujo Cerrado	2021-03-31 IM
Parámetros Microbiológicos							
Coliformes Totales*	NMP/100 mL	920 000	---	---	1,8	T-LB-044, SM 9221 B-C	2021-04-03 MF
Mohos y levaduras*	UFC/ mL	750	---	---	10	T-LB-066 Referenciado a SM 9610 B	2021-04-07 MF

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD:

COMENTARIOS: