



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER COMPLEXIVO
MODALIDAD: “ESTUDIO DE CASO”**

**MANEJO DE EXCRETAS DE ORIGEN PORCINO EN LA
COMUNA SAN PEDRO, PARROQUIA MANGLARALTO
PROVINCIA DE SANTA ELENA**

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Kevin Steven Orrala Aquino

La Libertad, 2021



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**MANEJO DE EXCRETAS DE ORIGEN PORCINO EN LA
COMUNA SAN PEDRO, PARROQUIA MANGLARALTO
PROVINCIA DE SANTA ELENA**

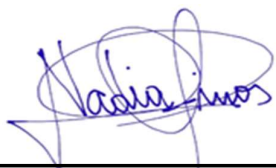
TRABAJO DE TITULACIÓN
Previo a la obtención del Título de:
INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Kevin Steven Orrala Aquino

Tutora: MVZ. Debbie Chávez García MSc

La Libertad, 2021

TRIBUNAL DE GRADO



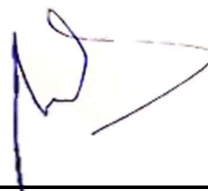
Ing. Nadia Quevedo Pinos. PhD.
**DIRECTORA DE CARRERA DE
AGROPECUARIA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Verónica Andrade Yucailla. PhD.
**PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



MVZ. Debbie Chávez García, MSc.
**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



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

RESUMEN

El estudio de caso tiene como objetivo primordial, identificar el manejo de excretas de origen porcino en la comuna San Pedro parroquia Manglaralto provincia de Santa Elena. El diagnóstico se realizó a través de una visita y se utilizó la visualización por medio de entrevista para llegar a conocer los manejos de las excretas, ya que los habitantes habían manifestado que tenían presencia de mal olor provenientes de los lugares donde tienen producciones donde existen galpones de cerdos, actualmente Ecuador cuenta con 150 explotaciones que se consideran entre medianas y altas empresas tecnificadas, lo que ha permitido en el sector pecuario mejorar significativamente los parámetros de nutrición, en total hay actualmente unas 1 800 granjas porcinas en el país y 100 000 puntos de ventas del producto para el consumo humano. Se evaluaron 194 cerdos que por día se recolectaba una producción de excretas de 765 500 kg/m³ con una producción de bigas de 107 17 m³ para ayudar a 45 familias con el gas natural para cocinar los alimentos.

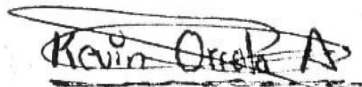
Palabras claves: alternativas para el uso de excretas, biogás, manejo, producción de excretas.

CARTA DE ORIGINALIDAD

Ing. Nadia Quevedo Pinos
DIRECTOR/A DE LA CARRERA DE AGROPECUARIA
UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
Presente. -

Cumpliendo con los requisitos exigidos por la Facultad de Ciencias Agrarias, carrera de Agropecuaria, envío a Ud. el componente práctico del examen complejo titulado “**MANEJO DE EXCRETAS DE ORIGEN PORCINO EN LA PARROQUIA MANGLARALTO PROVINCIA DE SANTA ELENA**”, para que se considere su sustentación, señalando lo siguiente:

1. La investigación es original.
2. No existen compromisos ni obligaciones financieras con organismos estatales y privados que puedan afectar, el contenido, resultados o conclusiones de la presente investigación.
3. Constatamos que la persona designada como tutor/a es el/la responsable de generar la versión final de la investigación.
4. La tutor certifica la originalidad de la investigación y el desarrollo de la misma, cumpliendo con los principios éticos.



Kevin Steven Orrala Aquino
AUTOR



MVZ. Debbie Chávez García MSc
TUTOR

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 1

PROBLEMA:	2
OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICO	2
Objetivo General:.....	2
Objetivos Específicos:	2
2. MARCO TEORICO	3
2.2 Alternativas del uso de las excretas de cerdos	8
2.3 Alimentación de animales alterna con excretas de cerdos	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1 Localización.....	17
3.2 Materiales.....	17
3.3 Metodología.....	18
3.4 Tipo de investigación.....	18
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
5.1 Conclusiones.....	24

5.2 Recomendaciones	25
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	1
ANEXOS	5

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Volumen de materia excretada de acuerdo a la etapa fisiológica	4
Tabla 2: producción de volumen de cerdo y vaca.....	4
Tabla 3. Producción diaria de purínes según el tipo de cerdo... ..	5
Tabla 4. Producción de excretas según el estado fisiológico de los cerdos	6
Tabla 5: Producción media diaria de efluentes líquidos por animal por fase	7
Tabla 6: Producción de biogás según el tipo de animal.....	13
Tabla 7. Producción de excretas y producción de biogás según el estado fisiológico de los cerdos en la comuna San Pedro.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Utilización de recursos proteicos aportados a un cerdo.....	3
Figura 2. Esquema del proceso de digestión anaeróbica... ..	12
Figura 3. Ubicación del estudio de caso	17
Figura 4. Beneficio del uso de las excretas.....	22
Figura	
5: Esquemas de producción de biogás.....	22

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1A. Galpones con una buena estructura.

Anexo 2A. Alcantarillado para la orina y heces pequeñas.

Anexo 3A. Corral con rejilla metálica en el piso.

Anexo 4A. Erosión de suelo por orina y agua de limpieza.

Anexo 5A. Recolección de excretas con orina en baldes para luego botar cerro abajo.

Anexo 6A. Corral con una buena asepsia.

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, desde la década de los 80 los inversionistas privados se han dedicado a la explotación porcícola tecnificada, actualmente Ecuador cuenta con 150 explotaciones que se consideran entre medianas y altas empresas tecnificadas, lo que ha permitido en el sector pecuario mejorar significativamente los parámetros de nutrición, en total hay actualmente unas 1 800 granjas porcinas en el país y 100 000 puntos de ventas del producto para el consumo humano (Chugcho, 2017),

La intensificación de la porcicultura ha traído grandes producción de desechos que por la falta de un tratamiento adecuado se ha convertido en la mayor fuente contaminante de los manantiales de agua, la causa principal de esta contaminación es la descarga directa del estiércol de los cerdos sin el debido tratamiento, lo que provoca desequilibrios ecológicos y contaminación en función de la reducción del contenido de oxígeno disuelto en el agua potable con amoníaco, nitratos y otros elementos tóxicos (Segura, 2020),

El incremento de la producción de carne y la intensificación de las explotaciones a nivel mundial han hecho que los productores estén bajo presión para limitar el impacto ambiental que causa la producción animal. En el caso de la porcicultura los dos elementos que causan mayor contaminación ambiental son el nitrógeno y el fósforo (Orpi, 2017),

En la comunidad de san pedro las personas se quejan de los malos olores provenientes de las fincas que se dedican a criar cerdos por este motivo se visitará las fincas para poder observar cómo es el manejo de las excretas internamente. Se abordarán los aspectos de contaminación ambiental producidos por las excretas de origen porcino y alternativas de manejo de estas para transformar un residuo contaminante en un producto que contribuya al mejoramiento de los suelos y a la nutrición animal alternativa, procurando con ello un modelo de productos ecológicamente sustentable y generador de mayor productividad.

PROBLEMA:

¿Los porcicultores manejan bien las excretas de los cerdos en sus producciones dentro de la comuna San Pedro de la parroquia Manglaralto provincia de Santa Elena?

OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICO

Objetivo General:

- Identificar el manejo de excretas de origen porcino en la comuna San Pedro parroquia Manglaralto provincia de Santa Elena.

Objetivos Específicos:

- Investigar, recopilar y analizar información generada en los diversos sistemas de producción porcícola en el manejo de las excretas en las diferentes regiones del país.
- Representar alternativas del uso de las excretas para transformarlas en un producto de mejoramiento del suelo y el uso de las excretas para la nutrición animal alternativa.
- Caracterizar el manejo de excreta que se realiza en la comuna San Pedro parroquia Manglaralto.
- Realizar encuestas a los porcicultores de la comuna para saber si conocen las bondades del uso de las excretas para transformarlas en un producto ecológico y su adecuado manejo para minimizar la contaminación.

2. MARCO TEORICO

2.1 Sistemas de producción de las excretas.

2.1.1 Composición de las excretas

El excremento de cerdo produce alta cantidad de nutrientes que no son asimiladas en su totalidad, únicamente se puede aprovechar el 33% de proteína que está en la dieta consumida. El nitrógeno que no es absorbido está en las excretas un 16% y en la orina el 51%, posteriormente el 34% se convierte en gas y el 32% se adjunta al suelo, (Gallo, 2016).

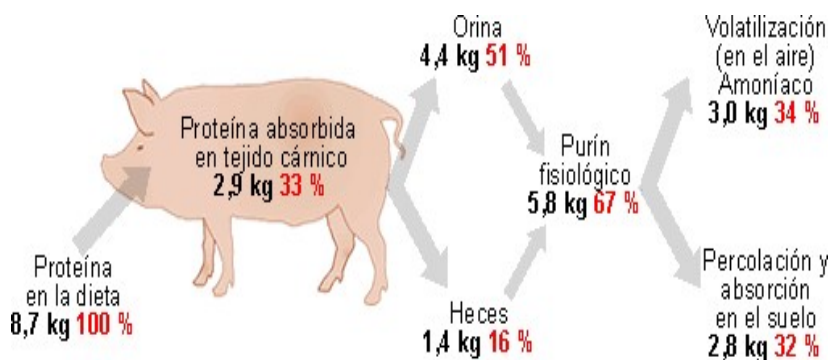


Figura 1: Utilización de recursos proteicos aportados a un cerdo (Gallo, 2016).

Según Ninabanda, (2012), manifiesta que el amoníaco proviene del nitrógeno excretado principalmente en la orina 85%, en las heces 15%, y su tasa de volatilización depende de la relación existente entre los iones amonio y amoniaco la cual depende el pH de la excreta.

De la misma manera Anindo et al. (2015) afirman que más del 70% del nitrógeno (N) alimentado a los cerdos se excreta en los purines, principalmente vía urinaria en forma de urea, mientras que, en el excremento, el N excretado va ligado a proteínas. Cuando se manejan las excretas, cierta cantidad del N soluble se pierde por escurrimiento a mantos de aguas superficiales

2.1.2 Volumen de excretas producidas

Es preciso examinar el volumen de la materia fecal que produce cada porcino, según su fase fisiológica, debido a que con este dato se va a conseguir planear las metas y propósitos en un esquema de funcionamiento de excretas en las granjas, para conocer la

proporción de excretas (heces + orina + agua) que se generan en una explotación porcina se hacen diversos cálculos (Ninabanda, 2012).

Tabla 1: Volumen de materia excretada de acuerdo con la etapa fisiológica

ETAPA PRODUCTIVA	Peso vivo kg	Volumen: L/día		%MS
		INTERVALO	MEDIA	
Lechones hasta 3 semanas	5		1.0	10
Lechones destetados	12	1.5-2.5	2.0	10
Cerdos de engorde con alimento solo	50	2.0-5.5	4.0	10
Cerdo de engorde con agua: alimento Relación 2.5:1	50	2.0-5.0	4.0	10
Relación 4:1	50	4.0-9.0	7.0	6.0
Cerdos engordados con subproducto alimenticios	50	Variable	15.0	10
Cerdos engordados con sueros	50	14.0-17.0	14.0	2
Verraco	200		5.0	10
Cerda destetada (seca)	150		4.5	10
Cerda con camada 3 semanas	150		15.0	10

Nota de la tabla: Escuela superior politécnica de Chimborazo (Ninabanda, 2012).

En el cuadro 1 el mayor volumen de excretas se encuentra en la etapa reproductiva de cerdos engordados con subproductos alimenticios con un peso de 50 kg y cerdas con camada de 3 semanas con un peso de 150 kg, tienen una media de 15.0 L/día y cerdos engordados con suero con un peso de 50 kg con una media de 14.0 L/día (Ninabanda, 2012).

Mariscal, (2007) también considerará el volumen de materia fecal que se produce el animal de acuerdo con su etapa fisiológica, ayudará a planificar los objetivos y metas dentro de un esquema de manejo de excretas en la granja.

Tabla 2: producción de volumen de cerdo y vaca.

Tipo de ganado	Kg/día	Kg/año
Vacuno	287.054	104 774.71
Porcino	52.316	19 095.16
Total	339.370	123 869.87

Nota de la tabla: Ingeniería, investigación y tecnología (Vera et al. 2014).

Según Vera et al. (2014), para el ganado vacuno, el tiempo de estación es de doce horas por día aproximadamente, lo cual implica que solo 50% de las excretas se puede

recuperar, mientras que, para el ganado porcino, el estadio es de 100%, dando como resultado un eficaz método de recolección de excretas.

2.1.3 Producción de purínes según el tipo de cerdo

El grado de calidad y la proporción de excretas dependerá del tipo de alimento del animal y la clase de instalaciones donde se hace su funcionamiento ya que en la producción diaria del excremento y de los purínes varían referente a la funcionalidad del peso y tamaño del cerdo, además del alimento que consumen, la humedad y la temperatura en el cual viven, los límites que están contemplados para la caracterización del purín a partir de la perspectiva de sus constituyentes y el volumen producido son: demanda biológica de oxígeno, flujo medio total diario, sólidos volátiles, fósforo y nitrógeno total (Braun, 2013).

Según Bautista (2016), los residuos en las explotaciones porcinas están constituidos por las excretas de los restos de comida agua de lavado y bebederos, lo que combinado se denomina purína, el purín contiene aminoácidos, lípidos, proteínas, hidratos de carbono, urea y compuestos azufrados, así como el elevado contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio y micronutrientes como el hierro, cobre, magnesio y zinc.

Tabla 3: Producción diaria de purínes según el tipo de cerdo

ETAPA	Estiércol kg/día	Estiércol- orina kg/día	Volumen l/día	Volumen. m ³ /animal/mes
25-100 kg	2.3	4.9	7.0	0.25
Hembra	3.6	11.0	16.0	0.48
H. lactación	6.4	18.0	27.0	0.81
Semental	3.0	6.0	9.0	0.28
Lechón	0.35	0.95	1.4	0.05
Promedio	2.35	5.8	8.6	0.27

Nota de la tabla: INTA (Braun, 2013).

La hembra en lactación produce 0.81 volumen/m³/animal/mes de purín, siendo esto la mejor etapa para la recolección, con 6.4 kg/día de estiércol y la etapa donde se

aprovecha muy poco el purín es el de lechón con 0.05 volumen/m³/animal/mes donde no recolectamos lo suficiente.

2.1.4 Cantidad de excretas producidas de acuerdo a función zootécnica

El exceso de nitrógeno por encima de los requerimientos necesario de las plantas se convierte en un riesgo de contaminación de aguas. Las excretas solidas de cerdo pueden contener 22 kg de Nitrógeno, 15 kg de fosforo, y 10 kg de potasio por tonelada, 40 kg de Fosforo y 39 kg de potasio por cada 1000 galones de excretas (Ninabanda, 2012).

Según Ledesma (2020), el contenido de humedad de la excreta está alrededor del 88%; el contenido de materia seca es del 12%. Cerca del 90% de los sólidos se excretan en las heces; la orina contiene el 10% de los sólidos, el total de los sólidos tiene una densidad baja, de 0.84 kg/l. La excreta porcina contiene sólidos que flotan y sólidos que se sedimentan, además de sólidos en suspensión.

Tabla 4: Producción de excretas según el estado fisiológico de los cerdos

Etapa animal	Peso (kg)	Producción de excretas (l/día)	Solidos totales (kg/día)	Solidos volátiles (kg/día)	N (kg/día)	P (kg/día)	K (kg/día)
Cría	16	1	0.09	0.08	0.01	0.01	0.01
Recría	29	1.8	0.18	0.14	0.01	0.01	0.01
Engorde	68	4.3	0.41	0.33	0.03	0.02	0.02
Gestación	125	4.2	0.37	0.30	0.03	0.02	0.02
Maternidad	170	15.1	1.36	1.09	0.10	0.08	0.08
Verraco	159	5.3	0.45	0.39	0.04	0.03	0.03

Nota de la tabla: Division regional de ciencia animal (Sosa, 2015).

2.1.5 Efluentes porcinos

El efluente porcino, está formado por heces, orina, agua de bebida, alimento desperdiciado, y otros. La estructura es dependiente del peso, el estado fisiológico del animal, el sistema de producción en donde está, la dieta, el estado de los bebederos, tipo de depósito, tiempo de residencia del efluente, producción de agua usada en el aseo y la época del año (Gallo, 2016).

Sosa (2017), menciona que, existe una enorme variabilidad en la composición físico-química del efluente porcino dependiendo del sistema de producción, tipo de explotación, la edad del animal, la dieta y el manejo de las granjas porcinas (tipo de bebedero, manejo del agua, etc.).

La gestión apropiada de los efluentes nos permite capturar esa ineficiencia de absorción de los cerdos y transformar las excretas en un fertilizante orgánico de alto valor, ya que no solo contienen todos los macro y micronutrientes esenciales para los cultivos, sino que además aportan materia orgánica. Esto se traduce en la mejora del nivel de fertilidad general de un suelo, aumenta la tasa de infiltración del agua de lluvia, disminuye el riesgo de erosión y fortalece la capacidad de intercambio catiónico (Maisonnave, 2020).

Por otro lado Beily (2015), afirma que, la concentración de elementos y el volumen promedio de efluentes que produce un cerdo/día es el 7% del peso vivo del animal, siendo un promedio de 7 litros por día; diversos factores como la raza, la edad, el estado fisiológico, la dieta a la que son sometidos y la época del año, pueden modificar estos valores.

Tabla 5: Producción media diaria de efluentes líquidos por animal por fase.

Categoría de cerdos (kg)	Estiércol (kg)	Estiércol + orina (kg/litro)	Efluentes líquidos (litros)
Cerdas en gestación (125)	3.60	11.00	16.00
Cerdas en lactancia (170)	6.40	18.00	27.00
Lechones destetados (29)	0.35	0.95	1.40
Machos (150)	3.00	6.00	9.00

Nota de la tabla: Universidad de agronomía (Gallo, 2016).

2.1.6 Consecuencia a la atmosfera por contaminantes de las excretas de cerdo

Es importante y fundamental el manejo que se da a las excretas de cerdo, pues representan un grado muy elevado de peligro de contaminación del suelo y freáticos, en principal con los nitratos y fosfatos, aumentando el proceso de eutrofización de mantos acuíferos (Perero and Rosales 2016).

En la contaminación del aire se estiman las emisiones de amoníaco, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno y metano, que ocasionan molestia por olores fuertes y desagradables, que provocan trastornos respiratorios en humanos y animales, contribuyendo a la devastación de la capa de ozono (Sosa, 2015).

Martinez (2019), en su definición de emisión de contaminantes al aire, considera que, la mayoría de los gases producidos en los planteles de crianza de cerdos se generan como consecuencia de procesos naturales, tales como el metabolismo animal y la degradación de los purínes, su emisión depende de diferentes factores asociados al diseño y mantenimiento de las instalaciones y la gestión que se realiza durante los procesos asociados a esta industria.

Según Fuentes (2020), las excretas producidas por los cerdos es el principal problema generado al medio ambiente, el almacenamiento de forma correcta reduce la cantidad de gases de efecto invernadero liberados, para ello se debe de realizar un proceso para reducir la afección ambiental y así hacer de esta actividad una práctica sostenible.

2.2 Alternativas del uso de las excretas de cerdos

2.2.1 Producción de fertilizante

Las excretas de cerdos se pueden utilizar como fertilizantes para diferentes tipos de cultivo, esto depende del tipo de suelo y del cultivo que se va a aplicar. El nivel del nitrógeno es lo más importante no solo por los altos contenidos de proteína que recibe el cerdo, sino por ser el mayor riesgo para la contaminación ambiental, ya que el nitrógeno que se encuentra en las excretas es de origen orgánico con 40% y un 60% amoniacal. La mayor parte del nitrógeno de las heces es orgánico y el total de la orina es amoniacal. Por acción de las bacterias aeróbicas del suelo transforman el nitrógeno amoniacal y lo convierten en nitritos y nitratos (Ninabanda, 2012).

Moreno and Cadillo. (2018), nos dicen que el estiércol porcino, como tal, puede ser usado como abono orgánico; aunque también hay la posibilidad de separarlo en su fracción líquida y sólida. La primera puede ser usada para el riego y la segunda como “guano” para fertilizar los campos de cultivo, esta opción es más amigable con el medio

ambiente, da valor agregado a un residuo muchas veces no aprovechado, es más económico que los fertilizantes sintéticos y posibilita desarrollar actividades productivas sustentables.

Para elaborar un fertilizante a base de porquinaza se sigue el siguiente procedimiento: se coloca la porquinaza en camas de 1.50 m de ancho x 0.50 m de alto y 4 m de largo, aplicar un saco de carbonato de calcio por cada cama, rociar los microorganismos eficientes con regadera de manera que no quede muy húmedo; si hay exceso de humedad, se aplica medio saco de aserrín, tapar las camas con plástico negro, voltear el material mínimo 3 veces por semana hasta que aumente la temperatura entre 50 y 70 °C, se voltea el material cada 3 días y se tapa, esperar por un período de 38 a 45 días, hasta que huelga a tierra, entonces el abono está listo para aplicar (Campos, 2009).

2.2.2 Producción de compost

El compost es un medio que se utiliza para descomponer las excretas porcinas y el producto final se utiliza como abono agrícola o alimento para animales en esta definición el proceso de producción de compost se define como una rápida descomposición parcial de materia orgánica sólida mediante el uso de microorganismos aeróbicos bajo condiciones controladas. Su característica fundamental es que durante todo el tiempo de proceso es necesario garantizar un flujo suficiente de oxígeno por lo contrario se va a producir sustancias tóxicas para el crecimiento radicular (Ninabanda, 2012).

La principal ventaja de la producción de compost es la gran reducción del volumen final de excretas con respecto al inicial, sin embargo, su desventaja es una reducción en el contenido de nitrógeno que tenía inicialmente las excretas (Ninabanda, 2012).

Según Galindo et al. (2020), la composta, posee un importante contenido de materia orgánica y nutriente que pueden ser aprovechados de diversas formas en la agricultura y en la preservación del suelo. Para que el proceso de compostaje se lleve a cabo eficientemente y la composta sea rica en nutrientes, es importante considerar la calidad y la composición de las materias primas, en este sentido las excretas de cerdas en

reproducción y rumiantes en general aportan características ideales para mezclarse con una extensa gama de esquilmos agrícolas de alta relación carbono-nitrógeno que son de difícil composteo, para su transformación y aprovechamiento.

Desde el punto de vista de Galindo and Salazar. (2018), para que el proceso de compostaje se lleve a cabo eficientemente y la composta sea rica en nutrientes, es importante considerar la calidad y la composición de las materias primas, en este sentido las excretas de cerdas en reproducción y rumiantes en general aportan características ideales para mezclarse con una extensa gama de esquilmos agrícolas de alta relación carbono-nitrógeno que son de difícil composteo, para su transformación y aprovechamiento.

Por otro lado Moreno and Cadillo. (2018), el estiércol porcino, de consistencia líquida, es la mezcla de heces, orina, agua de la limpieza de los corrales, más el alimento y agua que se desperdicia; tiene valor agronómico, ya que se puede usar como abono orgánico, para la producción de cultivos sin impactos ambientales significativos.

2.2.3 *Lombricomposta*

Se utiliza la lombriz roja de California que tiene la capacidad de transformar las excretas porcinas en materiales de mejor estructura, inodoros y mucho más fértiles. Es un material orgánico natural que corresponde a la excreta de la lombriz y donde su composición química depende de lo que este animal consume y como es alimento para cerdos su cuerpo contiene un equivalente de 60 a 70% de proteína (Gutierrez, 2014).

Ardila (2016), define como: “un abono natural mejorado y rico en nutrientes para las plantas. Es producido por las lombrices “Coqueta Roja (*Eisenia foetida*)” a partir de residuos orgánicos, pueden ser sobras de cocina y/o estiércoles”, para elaborar lombriz compuesto teniendo como base heces de cerdo, se procede de la siguiente manera: Se realiza el cultivo (cama), de lombrices en un espacio cerrado, pero con suficiente aire, también se debe mantener condiciones de humedad entre el 65 y 75%. Sombrío para garantizar un rango de temperatura óptimo entre 14 y 27°C y controle el pH entre 6.8 y 7.2. Se coloca la excreta fresca, en capas muy delgadas, sobre la cama de las lombrices.

2.2.4 Biogás

2.2.4.1 Proceso del biogás

La materia orgánica en el proceso de digestión anaerobia se divide en 3 fases, las cuales son; hidrólisis, acidogénesis, metanogénesis, en todos los periodos de la descomposición anaeróbica trabajan diversas bacterias, que convierten la materia orgánica en compuestos como azúcares, ácidos grasos hasta llegar a un producto final como el metano, también transforma los compuestos extensos en compuestos sencillos, dando como consecuencia final la liberación de una mezcla de gases (Samayoa, 2012).

Osejos et al. (2018), manifiesta que la producción de biogás es un proceso que ocurre en forma espontánea, en entorno anaerobio, es decir que carece de oxígeno, dicho proceso lo realizan los microorganismos como parte del ciclo biológico de la materia orgánica, el cual involucra la fermentación o digestión de materiales orgánicos para obtener el biogás.

Los materiales que se requieren para elaborar un biodigestor son, un recipiente de plástico, recomendable que sea mínimo de 120 litros; un tubo pvc, una válvula, adaptadores y manguera. Realizar dos orificios laterales y dos superiores en el recipiente del plástico. Segundo introduzca en el orificio lateral una válvula que será para la salida del material ya procesado. En el otro orificio lateral instale un mecanismo de tubos para la salida del exceso de fluidos. Finalmente, en los orificios superiores del recipiente se podrá depositar el material orgánico y extraer el biogás. Para empezar su funcionamiento debe poner el desecho orgánico diluido en agua en el contenedor de plástico. Los desechos entrarán en proceso de descomposición en biogás y minerales al no entrar en contacto con el oxígeno. Con esto además de obtener biogás, también obtendrá fertilizantes que pueden usarse en el jardín (Gutierrez, 2020).

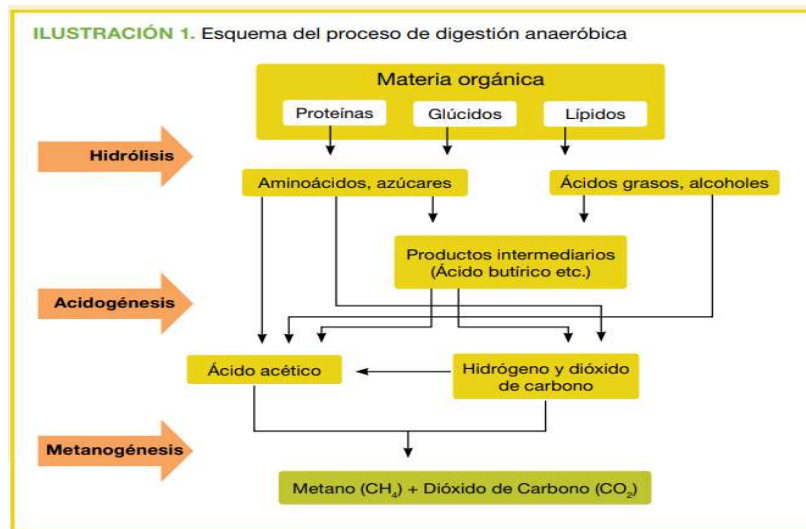


Figura 2: Esquema del proceso de digestión anaeróbica (Samayoa, 2012).

La Figura 2 muestra la degradación anaeróbica de la materia orgánica que la realizan los macroorganismos. En este proceso la glucosa está involucrado con cuatro grupos de bacterias.

Ramos (2015), enfatiza que el proceso de digestión anaerobia comienza con la hidrólisis de las macromoléculas orgánicas que conforman el material a degradar (lípidos, carbohidratos y proteínas). La realizan consorcios de bacterias anaerobias (géneros *Clostridium*, *Staphylococcus* y *Bacteroides*) que descomponen la materia orgánica compleja hasta monómeros solubles (aminoácidos, glucosa, ácidos grasos, glicerol), los cuales son utilizados en la siguiente etapa. La ruptura de las macromoléculas está catalizada por enzimas extracelulares tales como celulasas, proteasas y lipasas liberadas al medio por las bacterias.

2.2.4.2 Componentes del biogás

El biogás es el gas generado de manera natural o también mediante instrumentos como el biodigestor, que se genera por la fermentación o biodegradación de la materia orgánica ya que, en el marco de la energía renovable, esta materia orgánica es exitosa como biomasa. La fermentación y biodegradación de la biomasa crea biogás por medio de la acción de microorganismos anaerobios, por otro lado, se conoce que un metro cubico (m³) de biogás es igual a 6 000 kilocalorías. Realizando una comparación de

biogás con otras fuentes de energía, un metro cúbico de biogás es el equivalente de: 6.8 Kilovatios de electricidad, 0.6 m³ de gas natural, 0.8 L de gasolina, 1.2 L de alcohol combustible, 0.3 kilogramo de carbón, 0.71 L de fuel oíl, 1.5 kilogramo de madera (Guerrero, 2020).

Reyes (2017), define que, el biogás es un recurso energético que constituye una opción hacia la transición energética, ya que puede ser empleado como combustible para generar electricidad, calor y/o energía mecánica a partir de una fuente renovable como lo son los cultivos energéticos, o bien a través de residuos agropecuarios, agroindustriales y municipales, entre otros, porque también desempeña un papel importante en la mitigación de gases de efecto invernadero.

Tabla 6: Producción de biogás según el tipo de animal

Tipo de animal (peso corporal individual)	Producción de biogás (m³/kg húmedo estiércol)	Disponibilidad diaria de estiércol (kg)	Producción diaria (m³)
Bovino (500 kg)	0.04	10.00	0.40
Porcino (50 kg)	0.06	2.25	0.14
Aves (2 kg)	0.08	0.18	0.14
Ovino (32 kg)	0.05	1.50	0.08
Caprino (50 kg)	0.05	2.00	0.10
Equino (450 kg)	0.06	1.00	0.60
Conejo (3 kg)	0.06	0.35	0.02
Humano (5 kg.)	0.06	0.40	0.02

Nota de la tabla: ESPAÑOL (Guerrero, 2020).

2.3 Alimentación de animales alterna con excretas de cerdos

2.3.1 Excretas porcinas en la alimentación cerdos

El cambio de excretas sólidas de cerdo a ensilado de porquinaza se aconseja sea de la siguiente forma: mezclar 89.5% de excretas sólidas de cerdo con 10% de sorgo o maíz molido y 0.5% de suero de leche, se puede utilizar melaza de caña 8% en vez de sorgo o maíz molido, o bien la combinación de sorgo 7% y melaza de caña 3%, luego se ubica la mezcla en contenedores, cubriendo la mezcla con una capa de plástico el área de la mezcla, evitando el ingreso de aire, esta permanecerá cubierta entre 12 días en climas

cálidos y 18 días con climas templados, anterior a ser usada en la ingesta de alimentos de los cerdos, se toman muestras del ensilado de porquinaza para su estudio bromatológico, y los datos conseguidos van a ser usados en la formulación de la dieta de los cerdos. la integración del ensilado de porquinaza en la dieta de cerdos en finalización podría darse hasta un 30% (Gutiérrez, 2014).

Ledesma (2020), redacta que la composición de las excretas de cerdos tiene un gran potencial para ser usado como alimento en la misma especie. Pero las heces no son más que sustancias de desecho de los alimentos ingeridos que se han concentrado sin digerir a medida que transitan por el tracto gastrointestinal. Se considera que las excretas porcinas tienen un valor nutricional intermedio comparado con las de otros animales., con 40% de digestibilidad.

2.3.2 excretas porcinas en la alimentación de monogástricos

Las aves y los cerdos son animales no rumiantes que muestran más grande eficiencia alimenticia que los rumiantes, sin embargo, muestran más alta dependencia de recursos alimenticios, por eso el cerdo puede alimentarse con fuentes fibrosas de bajo precio y necesita bajos niveles de suplementos proteicos. la mayor parte de nitrógeno ingerido a modo de proteínas, que se degradan en aminoácidos y péptidos antes de ser absorbidos en el sistema digestivo. de la parte absorbida únicamente una sección de los aminoácidos satisface las necesidades metabólicas del cerdo y lo demás son exterminados en la orina a modo de urea, y la parte nitrogenada no absorbida en el intestino es eliminada en las heces como N-orgánico (Sosa, 2015).

Ledesma. (2020), ha demostrado que el estiércol porcino tratado aeróbica o anaeróbicamente, tiene valor como alimento incluso para monogástricos. En un ensayo con ratas reemplazó hasta el 30% de la proteína cruda de una dieta a base de maíz y soya por las excretas. Al adicionar 5% de melaza se mejoró notablemente el consumo de una dieta con toda la proteína a partir del estiércol.

2.3.3 Excretas de cerdo en la alimentación de rumiantes

Sosa (2015) afirma que el abastecimiento de excretas porcinas como alimento para ciertos animales, es el suministro de excretas frescas a rumiantes, sin embargo por asuntos sanitarios tienen que ser procesadas con anterioridad a su ofrecimiento como alimento, tomando en cuenta que el ensilaje es el proceso conveniente donde se somete a fermentación, en este proceso, el ácido láctico es primordial conservador del nivel alimenticio, y son acabados los agentes patógenos presentes y se previene que otros microorganismos crecen en el material ensilado.

Rodríguez (2016), la porquinaza se puede utilizar en la alimentación de bovinos de tres maneras: fresca: directamente de los corrales o separador, seca: en mezcla con melaza, o harina de coquito, semolina, salvado de trigo, se mezcla con agua y melaza, ensilada: con forrajes o rastrojos de cosecha y melaza, en este sistema se conservan y modifican positivamente los nutrientes contenidos en las excretas y se reduce el riesgo de contaminación con microorganismos dañinos.

Una de las primordiales maneras de usar las excretas, es colectando los rígidos mezclándolos con granos y otros componentes y ofrecerlos a los rumiantes como bovinos y ovinos. En bovinos se han informado ganancias cotidianas de peso hasta de 0.915, 0.890, 0.816 suministrando varias mezclas como el maíz, sorgo, arroz, semolina y aceite de trigo (Sosa, 2015).

Riasco et al. (2018), sostiene que los rumiantes han desarrollado un mecanismo natural para la digestión del alimento que incluye: ácidos grasos volátiles, anaerobiosis, temperatura, presión osmótica y ácidos grasos saturados del rumen; además de enzimas proteolíticas y pH abomasal que permiten probablemente la eliminación de las bacterias patógenas en el ensilaje consumido, hay estudios que un consumo 6.72 kg de más; del ensilado de porquinaza el rumiante tiene la capacidad de utilizar alimentos de bajo valor nutritivo y convertirlos en carne, gracias a la acción enzimática de los microorganismos del rumen, esto hace posible que los rumiantes obtengan energía de los polisacáridos que no pueden ser utilizados eficientemente por monogástricos.

La fracción sólida de la porquinaza después del secado se le puede adicionar 5% de melaza para suministrar al ganado de engorde; siendo posible reemplazar el 20% de la dieta total diaria. El ganado consume bien esa mezcla, sola o combinada con otros productos (Cervantes, 2018).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

El siguiente estudio se realizó en parroquia Manglaralto provincia de Santa Elena en la comunidad de San Pedro donde se evaluaron producciones de cerdos, y está ubicado en las coordenadas (-1.945431, -80.725345) con una latitud de (-2.21667) y una longitud de (-80.5667). La parroquia Manglaralto cuenta con tres características de suelos que son inceptisoles, entisoles y alfisoles, las precipitaciones anuales son de 949 mm. En la provincia de Santa Elena las temperaturas medias anuales son de aproximadamente 24°C, las máximas rara vez superan 32°C y las mínimas son del orden de 16°C, además se consideran 3 diferentes zonas climáticas: Clima Tropical Húmedo, en la cordillera Chungón Colonche, Clima Tropical Seco que está localizado en la faja costera estas zonas es la representación del clima de la parroquia Manglar alto, y, Clima Tropical Sabana, que cubre la mayor parte de la provincia en la parte baja y valles.. (Pindo, 2013)

Figura 3: Ubicación del estudio de caso (Google map)



3.2 Materiales

- Esfero
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Laptop
- Cuaderno

3.3 Metodología

2.3.1 ¿Cómo se realizó el diagnóstico?

El diagnóstico se realizó a través de una visita y se utilizó la visualización por medio de entrevista para llegar a conocer los manejos de las excretas, ya que los habitantes habían manifestado que tenían presencia de mal olor provenientes de los lugares donde tienen producciones donde existen galpones de cerdos.

2.3.2 ¿Como se realizó la propuesta?

La propuesta se realizó en base a una revisión bibliográfica con el fin de poder actualizar contenidos de años recientes, sobre el manejo de las excretas de origen porcino, para lograr elaborar un documento actualizado a los estudiantes de las carreras de ingeniería agropecuaria. El contenido del documento se basó en el manejo de las excretas del cerdo. Para ello se describieron aspectos como, alternativas sobre el uso y en la alimentación de animales y recuperación de suelos. La elaboración del documento está compuesta como unas herramientas de lectura muy eficaz para la formación académica con el adecuado manejo de las excretas de origen porcino.

Se finalizó el trabajo con una experiencia y adquisición de conocimientos sobre los manejos que se tiene que dar a las excretas de los cerdos para no poder contaminar la atmósfera y minimizar la contaminación actual.

3.4 Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo documental y descriptiva, donde se visitó a los porcicultores de la parroquia Manglaralto comuna San Pedro donde se observó cómo se manejan las excretas y que actividades ecológicas se realizaba con el excremento de cerdo para reducir la contaminación.

3.4.1 Investigación documental

Se recopiló información nacional e internacional sobre artículos, libros y sitios web, que hablan del manejo de las excretas de cerdos, donde se tomó en cuenta alternativas para minimizar la contaminación, la composición de las excretas, el volumen diario y anual y otras alternativas donde intervienen las excretas como: lombricomposta, biogás,

Producción de fertilizantes, producción de compost y alimentación con excretas de cerdo para animales monogástricos y rumiantes.

3.4.2 Investigación descriptiva

El estudio se realizó en la comuna San Pedro donde existen producciones que tienen galpones de cerdos, evaluando así un estudio de caso con 194 cerdos entre grandes y pequeños donde se evaluó específicamente el manejo de las excretas realizando encuestas para conocer si los porcicultores conocen los beneficios de las excretas para el mejoramiento del suelo, biogás, fertilizante y como alimento para animales monogástricos y rumiantes.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron 194 cerdos en la comuna San Pedro entre grandes, chicos, de raza y criollos como lo demuestra la Tabla 7 donde se describe la producción diaria de excretas según la etapa fisiológica del animal.

Tabla 7: Producción de excretas y producción biogás según el estado fisiológico de los cerdos en la comuna San Pedro.

ETAPA DE CERDO	N° de cerdos según la etapa fisiológica	Producción de excretas kg/L/día	Total, de producción diaria de excretas kg/m ³	Producción diaria de biogás m ³	Total, de producción diaria de biogás m ³
Cría	52	1	52000	0.14	7.28
Recría	26	1.8	46800	0.14	6.552
Engorde	72	4.3	309600	0.14	43.344
Gestación	21	4.2	88200	0.14	12.348
Maternidad	15	15.1	226500	0.14	31.71
Verraco	8	5.3	42400	0.14	5.936
TOTAL	194		765500		107.17

Como se puede apreciar en la Tabla 7 se produjo en un día 765 500 kg/m³ de excreta según se pudo apreciar en las visitas *In situs* y por la literatura que el factores predisponentes que insidien significativamente en la cantidad de excretas fue el tipo de alimentación que son poco digestibles influenciando a la composición química de las excretas ya que la excreción corresponde a la proporción de un nutrimento contenido en el alimento que no es retenido por el animal provocando malos olores, según Pérez (2007) señala que, por cada 70 kg de peso vivo de un animal en granja, produce entre 4 a 5 kg de excreta.

Ninabanda (2012) menciona que en un promedio de excretas de cerdos en engorde, puede ser un décimo del peso vivo por día lo que representa 1.36 kg de heces y 4.73 L de orina por día en promedio desde el destete hasta el peso del sacrificio. Mariscal (2007) estima que la cantidad anual producida por una cerda (lo que equivale a una hembra más los cerdos producidos por ella en un año), cantidad que representa 13 toneladas de excretas por año, con un contenido de 10% de materia seca.

También podemos observar que hay una producción de biogás de 107 17 m³ teniendo en cuenta que para llegar a obtener el biogás se necesitan 30 a 35 días de reposo, según Serrano (2011) indica que “una familia de 6 personas necesita 2.4 m³/día de biogás para la cocción de sus alimentos”.

Existen varios factores determinantes para la producción de biogás. Bautista (2016), enfatiza que existen diversos factores que determinan una mayor o mejor producción de biogás, entre los principales están la materia prima, temperatura, pH, relación C/N y microorganismos involucrados en el proceso de fermentación.

El metano en la naturaleza se origina como producto final de la putrefacción anaeróbica de las plantas. Este proceso natural se puede aprovechar para producir biogás y puede construir hasta el 97% del gas natural, en las minas de carbón se le denomina grisú y es muy peligroso por su facilidad para inflamarse, por lo tanto, el gas natural es una mezcla de metano, etano y una pequeña cantidad de propano, el metano, compuesto de carbono e hidrógeno, es un hidrocarburo, es más ligero que el aire, inodoro e inflamable. Se encuentra en el gas natural entre un 75 y un 90% (Escobedo, 2011).

Además en las visitas que se realizaron a la comuna se aprecia que las explotaciones porcícolas no son tecnificadas en la gran mayoría, realizan las limpiezas a diarios de sus corrales, en algunas se evidencio la utilización de tubos de 5m de largo y al final un balde donde se desechan a los montes las excretas y orina al mismo tiempo que provoca un mal olor para los agricultores cercanos y mucho más trabajo para las personas que limpian los galpones ya que es cansado tirar las excretas con baldes loma abajo, y en tiempos de lluvia es peligro para los porcicultores de dicha comuna por que pueden resbalar y sufrir fracturas. En otra en cambio se encontró en los galpones una rejilla metálica de 50cm x 1m donde cae la orina y las heces pequeñas donde su destino final es un pozo que no está cerrado y se encontraban abajo de la loma.

Los porcicultores de esta finca conocen el beneficio de las excretas en la agricultura como fertilizante foliar y como materia orgánica pero no en la fabricación de biogás ni como alimento para animales monogástricos y rumiantes etc., el olor en los galpones no es fuerte y la contaminación de suelo es leve.

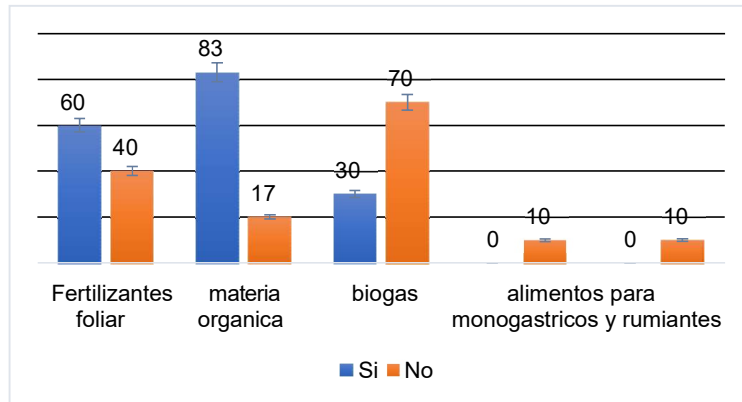


Figura 4: Beneficio del uso de las excretas.

En la Figura 4 los porcicultores de esta comuna sabían el beneficio de las excretas en la agricultura como fertilizante foliar con 60% y como materia orgánica con el 83% pero muy poco en la fabricación de biogás con un 30% y ningún conocimiento como alimento para animales monogástricos y rumiantes.

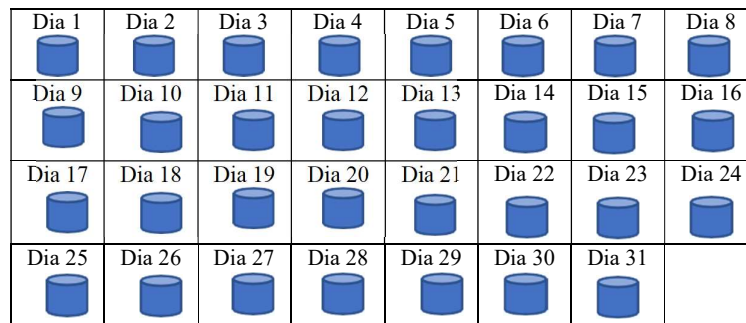


Figura 5: Esquemas de producción de biogás

En la Figura 5 se representa la forma como se puede obtener el biogás con la cantidad de excreta que se produce en la comuna San Pedro. Cada biodigestor tiene que tener 107 17 m³ de excretas, por lo general no son tan grandes, el primer mes no se va a tener producción de biogás hasta el segundo mes que inicia con el primer biodigestor que tendría 31 días desde que comenzó la producción anaeróbica y luego que se consume ese gas del primer biodigestor se tendrá que llenar de excretas nuevamente y así continuar con el ciclo para nunca dejar de producir biogás. Con la cantidad de cerdos y la cantidad de excretas se puede producir el biogás para 268 personas y 45 familias si

cada una de ellas está conformada por 6 miembros, de esta manera se pueden aprovechar en comunidad de San Pedro los excrementos de los cerdos como una alternativa productiva.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El Ecuador no cuenta con una tecnología necesaria para poder evitar el exceso de excretas dentro de las explotaciones porcícolas, desde el punto de vista técnico no debería de ser un problema ya que existen métodos orgánicos eficientes para aprovechar las excretas.
- Uno de los problemas que más afectan a las explotaciones porcinas son las excretas ya que al presentar un alto potencial de nutrientes, contaminan el ambiente y con el tiempo puede llegar hacer el principal obstáculo para el desarrollo de la industria animal. Pudiendo ser utilizadas para alimentaciones de ellos mismos, monogástrico y poligástricos como ensilaje mezclados forrajes o rastrojos de cosecha y melaza de esta manera se conservan y modifican los nutrientes contenidos de las excretas de forma positiva y se reduce el riesgo de contaminación con microorganismos dañinos.
- La comuna San Pedro tiene un potencial en el aprovechamiento de excretas porcinas para la producción de biogás en beneficio del pueblo con la ayuda de la incorporación de biodigestores, podemos concluir que en la comuna hay un total de 194 cerdos que producen una cantidad de excretas de $765\ 500\ \text{kg/m}^3$ y una producción de biogas de $107\ 17\ \text{m}^3$ que puede sostener a 268 personas que equivalen a 45 familias de 6 miembros con gas natural para cocinar los alimentos diariamente.
- Los porcicultores de la comuna San Pedro tienen el desconocimiento de las bondades de uso de las excretas y su manejo además de no contar con recursos para mejorar sus galpones e implementar una forma tecnificada del manejo de las heces para minimizar la contaminación ambiental.

5.2 Recomendaciones

- Se sugiere buscar otras alternativas de mejoramiento de suelo y aprovechamiento de excretas como alimento de animales para mejorar y minimizar la contaminación atmosférica.
- Capacitar a las personas del pueblo sobre el aprovechamiento y beneficios de las excretas de cerdo y concientizar para mitigar la contaminación.
- Implementar tecnologías para reducir el incremento de las excretas en las explotaciones porcícolas en el Ecuador y realizar estudios del alimento de cerdo para que el producto final no tenga tantos nutrientes contaminantes para la atmosfera.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Anindo, H., Ellis, M. & Braña, D., 2015. "*Balance de nitrógeno, emisión de amonio y olores de cerdos alimentados con dietas bajas en proteína*". Revista mexicana de ciencias pecuarias, 06(02).

Ardila, N., 2016. "*Estrategia formativa para disminuir el vertimiento de residuos organicos al rio Bogota, por parte de las granjas porcicolas de San Antonio del Tequendama*", Bogota: s.n.

Bautista, V., 2016. "*Evaluación de la generación de biogás a partir de excretas porcinas en la granja agroinporc y diseño de un biodigestor*", s.l.: s.n.

Beily, M., 2015. "*Caracterización de efluentes de cerdos, con énfasis en su biodegradabilidad anaeróbica*", Buenos Aires: s.n.

Braun, R., 2013. "*Eliminación mediante impactos ambientales positivos de estiércoles y purines en las empresas porcinas*". INTA, p. 8.

Campos, G., 2009. "*Producción de abono orgánico a partir de desechos de lecherías y porquerizas*", Coronado: s.n.

Cervantes, I., 2018. *Bmeditores*. Obtenido de:

<https://bmeditores.mx/porcicultura/uso-de-excretas-porcinas-como-ingrediente-alimenticio-en-la-dieta-de-otras-especies/>

[Consultado: 03 Abril 2021].

Chugcho, V., 2017. *Noticias de foro agro-ganadero*. Obtenido de:

<https://foroagroganadero.com/apuntes-acerca-de-la-ganaderia-porcina-en-ecuador/>

[Consultado: 26 Marzo 2021].

Escobedo, J., 2011. "*Biogas como combustible alternativo para una estufa y un motor de un cilindro ciclo otto*", Guatemala: s.n.

Fuentes, G., 2020. "*Manejo de las excretas de cerdos y las alternativas de mitigación al impacto*", Babahoyo s.n.

Galindo, A., Dominguez, G. & Arteaga, R., 2020. "*Mitigación y adaptación al cambio climático mediante la implementación de modelos integrados para el manejo y aprovechamiento de los residuos pecuarios*". Revisión. Revista Mexicana de ciencias pecuarias, Volumen 11.

Galindo, A. & Salazar, G. D. G., 2018. *INIFAP*. Obtenido de:
<http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Vision%20Porcina.pdf>
[Consultado: 03 Abril 2021].

Gallo, B., 2016. *Tratamiento biológicos de efluentes porcinos*. Obtenido de:
http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/rdata/tesis/a_galdim042.pdf
[Consultado: 26 Marzo 2021].

Guerrero, L., 2020. *ESPAÑOL*. Obtenido de:
<https://www.aboutspanol.com/que-es-el-biogas-3417682>
[Consultado: 30 Marzo 2021].

Gutierrez, A., 2020. *Agronegocios*. Obtenido de:
<https://www.agronegocios.co/aprenda/aprenda-como-hacer-un-biodigestor-casero-para-transformar-los-desechos-en-energia-limpia-para-su-hogar-3061971>
[Consultado: 20 Abril 2021].

Gutierrez, N., 2014. *Agricultura y desarrollo rural*. Obtenido de:
<https://sader.jalisco.gob.mx/fomento-ganaderoagricola-e-inocuidad/595>
[Consultado: 29 Marzo 2021].

Ledesma, C., 2020. "*Análisis de la administración de heces fermentadas de porcinos en el control de enfermedades intestinales del cerdo*", Babahoyo: s.n.

Maisonave, R., 2020. *Clarín Rural*. Obtenido de:
https://www.clarin.com/rural/cerdos-puede-producir-carne-armonia-ambiente_0_VUsEG-C9A.html#:~:text=Los%20cerdos%20excretan%20alrededor%20del%2070%25%20del%20nitr%C3%B3geno,forma%20de%20fertilizantes%20comerciales%20como%20urea%20o%20superfosfato.
[Consultado: 29 Marzo 2021].

- Mariscal, G., 2007. "*Tratamiento excretas cerdos*". FAO, p. 7.
- Martínez, B., 2019. "*Evaluación de impactos ambientales en la industria porcina y propuestas de mejora en el manejo de purines. estudio de caso*", Santiago: s.n.
- Moreno, L. & Cadillo, J., 2018. *Anales científicos*. Obtenido de:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6830804.pdf>
[Consultado: 03 Abril 2021].
- Ninabanda, J., 2012. "*Alternativas del manejo de las excretas porcinas*", Riobamba: s.n.
- Orpi, J., 2017. *Veterinaria vegetal*. Obtenido de:
<https://www.veterinariadigital.com/articulos/impacto-ambiental-en-produccion-porcina-y-como-reducirlo/>
[Consultado: 05 Marzo 2021].
- Osejos, M., Jaramillo, J. & Merino, M., 2018. "*Producción de biogás con estiércol de cerdo a partir de un biodigestor en la granja emavima*". Dominio de las ciencias, 04(01).
- Pérez, E., 2007. Porcicultura y medio ambiente. En: "*Memorias II Seminario Manejo y Reciclaje de Residuos Porcinos*". Querátaro: Mexico, pp. 1-23.
- Pindo, J., 2013. Proyecto de evaluación de vulnerabilidad y reducción de riesgo de desastres a nivel municipal en el Ecuador ECHO/DIP/BUD/2011/91002. "*Análisis de vulnerabilidad del cantón Santa Elena documento preliminar*", Issue 3, p. 62.
- Ramos, S., 2015. "*Biodegradabilidad anaerobia de fracción orgánica de residuo urbano pretratado mediante esterilización*", s.l.: s.n.
- Reyes, E., 2017. "*Generación de biogás mediante el proceso de digestión anaerobia, a partir del aprovechamiento de sustratos orgánicos*". FAREM, 06(24).
- Riasco, A., Apraez, J. & Vargas, D., 2018. "*Efecto de la suplementación con ensilaje de estiércol porcino sobre los indicadores productivos en bovinos Hartón del Valle*". ORINOQUIA, 22(01).

Rodríguez, G., 2016. *Sector Agro*. Obtenido de:

<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/drocc-hoja-divulgativa22-2016.pdf>

[Consultado: 29 Marzo 2021].

Samayoa, S., 2012. "*Implementación de sistemas de biodigestión de eco empresas*".

Primera ed. Honduras: s.n.

Segura, M., 2020. *Impacto ambiental de la producción porcina y estrategias para su mitigación*. Obtenido de:

<https://www.porcicultura.com/destacado/Impacto-ambiental-de-la-produccion-porcina-y-estrategias-para-su-mitigación>

[Consultado: 4 Marzo 2021].

Serrano, C., 2011. "*Biogas como fuente de energía para la producción de gas de cocina y biofertilizante para cultivos*", Bogotá: s.n.

Sosa, J., 2015. "*Actualización de manejo de excretas de origen porcino*", Coahuila:

s.n.

Sosa, N., 2017. *Uso agronómico de efluentes porcinos*. Obtenido de:

<http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/intafericerdo17usoagronicodeefluentesporcinos.pdf>

[Consultado: 03 Abril 2021].

Vera, I., Martínez, J. & Estrada, M., 2014. "*Potencial de generación de biogas y energía eléctrica. Parte I: excretas de ganado bovino y porcino*". Ingeniería, investigación y tecnología, 15(03).

ANEXOS



Anexo 1A. Galpones con una buena estructura.



Anexo 2A. Alcantarillado para la orina y heces pequeñas.



Anexo 3A. Corral con rejilla metálica en el piso.



Anexo 4A. Erosión de suelo por orina y agua de limpieza.



Anexo 5A. Recolección de excretas con orina en baldes para luego botar cerro abajo.



Anexo 6A. Corral con una buena asepsia