UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR EN OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

"REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LA TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS PORCINOS (ESTIÉRCOL Y ORINA) EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA"

AUTOR

Keyla Jazmina Apunte Alarcón

Lesly Cristina Cayancela Maigua

DIRECTOR

Dr. Willan Orlando Caicedo Quinche, PhD

PASTAZA – ECUADOR

2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quienes suscriben Apunte Alarcón Keyla Jazmina con C.I. 1600645434 y Cayancela Maigua Lesly Cristina con C.I. 1600829459 hacen constar que es autoras del Trabajo de Integración Curricular titulado: Revisión bibliográfica sobre la transformación y aprovechamiento de residuos porcinos (estiércol y orina) en la producción agropecuaria, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Dr. Willan Orlando Caicedo Quinche, PhD. En tal sentido, manifiestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 15 días del mes de enero de 2021.

Apunte Alarcón Keyla Jazmina
Nombre del Estudiante
CI: 1600645434

Cayancela Maigua Lesly Cristina
Nombre del Estudiante
CI: 1600829459

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del trabajo de investigación y desarrollo aprueba el Trabajo de Integración Curricular titulado: “Revisión bibliográfica sobre la transformación y aprovechamiento de residuos porcinos (estiércol y orina) en la producción agropecuaria”.



Firmado electrónicamente por:
HERNAN ALBERTO UVIDIA CABADIANA

Dr. Hernán Alberto Uvidia Cabadiana, PhD.
Presidente del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
RICARDO ERNESTO BURGOS MORAN

MSc. Ricardo Ernesto Burgos Morán.
Miembro del Tribunal



Firmado electrónicamente por:
ESTELA GUARDADO

Dra. Estela Guardado Yordi, PhD.
Miembro del Tribunal

Certificado No. 06-SAU-UEA-2021

Puyo, 26 de enero de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a las egresadas: APUNTE ALARCÓN KEYLA JAZMINA con C.I. 1600645434 y; CAYANCELA MAIGUA LESLY CRISTINA con C.I. 1600829459, con el Tema: **"Revisión bibliográfica sobre la transformación y aprovechamiento de residuos porcinos (estiércol y orina) en la producción agropecuaria",** de la carrera, Ingeniería Agropecuaria. Director del proyecto Dr. Willan Orlando Caicedo Quinche, PhD., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 4%, Informe generado con fecha 22 de enero de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ITALO
MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, mi agradecimiento profundo a Dios que, con su misericordia, bondad infinita y poder espiritual me guio por el camino del bien y la verdad mediante mi fe a través de oraciones supo apoyarme y vencer muchos obstáculos que se me han presentado a lo largo de este camino universitario.

A mi querida madre, Mariana Piedad Alarcón Mejía por su apoyo incondicional que a la vez fue testigo de mi sacrificio al desarrollar tan difícil tarea, enseñándome así a mantener valores como: la responsabilidad, justicia y respeto con los demás sin olvidar sus gastos económicos que siempre fueron dedicados a mis necesidades universitarias.

A mi estimada compañera de estudios Lesly Cayancela quien por medio de su apoyo, paciencia y consejos constructivos fue la clave importante para poder culminar este proyecto de investigación, una experiencia que siempre la llevaré grabada en el cofre de mi corazón.

Mil gracias al Dr. Willan Caicedo, distinguido director de este trabajo de investigación curricular, que con nobleza y entusiasmo depositó todo su saber en mi persona, guiándonos con su amplio conocimiento durante todo el proceso de investigación y estoy segura de que todo lo aprendido pondré al servicio del bien, la verdad y la justicia.

A cada docente de la institución que me formó, mi querida Universidad Estatal Amazónica que me han brindado conocimientos científicos y de vida en estos 5 años de mi carrera universitaria.

Apunte Alarcón Keyla Jazmina

AGRADECIMIENTO

Por tanto, al Rey de los siglos, inmortal, invisible, al único y sabio Dios, sea honor y gloria por los siglos de los siglos. Amén. Mi infinito agradecimiento por darme el privilegio de poder llegar hasta este momento de mi vida, culminando mi carrera universitaria.

A mis padres Estuardo Cayancela y Rosa Maigua, mis hermanos Hernán, Rubén, y Adrian Cayancela, por el apoyo incondicional que han demostrado a lo largo de este camino y por el aporte económico durante mi desarrollo estudiantil y personal.

A mi tutor el Dr. Willan Caicedo por su ayuda, paciencia, dedicación y colaboración incondicional para el progreso del presente proyecto de integración curricular.

A mi querida compañera de estudios Keyla Apunte quien en el transcurso de la vida estudiantil me ha brindado su apoyo, paciencia, energía y consejos que me han fortalecido como persona siendo de gran importancia para poder finalizar este proyecto de investigación que recordaré en mi vida profesional.

A los docentes de la Universidad Estatal Amazónica que me han brindado conocimientos científicos a lo largo de mi carrera universitaria.

Finalmente, a mis amigos, compañeros y familiares que han servido de motivación para mi preparación académica.

Cayancela Maigua Lesly Cristina

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación se lo dedico en primer lugar a Dios por darme la sabiduría y fuerza necesaria para poder culminar una etapa más de mis estudios.

A mi respetable madre, Mariana Piedad Alarcón Mejía por ser un pilar fundamental a lo largo de mi vida y a la vez cumpliendo el papel de padre generándome así amor, confianza y brindándome su apoyo incondicional en todo aspecto.

Apunte Alarcón Keyla Jazmina

Al dueño y Señor de la vida por darme la bendición de culminar esta etapa, siendo Él el pilar fundamental de mi vida personal y estudiantil, por darme las fuerzas espirituales y físicas, su infinita gracia y misericordia me han acompañado.

A mis padres Estuardo Cayancela y Rosa Maigua, por su dedicación para que lograse este objetivo, por sembrar la palabra de Dios en mi vida, por su apoyo y su valentía.

Cayancela Maigua Lesly Cristina

Resumen

El propósito de este trabajo de integración curricular fue la revisión bibliográfica sobre la transformación y aprovechamiento de los residuos porcinos (estiércol y orina) en la producción agropecuaria donde se pretende dar tratamientos a los mismos, debido a que desde un enfoque ambientalista y socioeconómico, estas excretas al no ser tratadas son causa principal de toxicidad del suelo, aire, y agua generando problemas posteriores en las producciones pecuarias y agrícolas, afectando a los pequeños y medianos productores, incidiendo en la salud pública, disminuyendo la calidad de vida y generando daños ambientales que serán remediados con una alta inversión económica. Muchos de los países que han optado por la implementación de estas alternativas han tenido resultados favorables, es por ello la importancia de establecer estrategias para el sector porcícola, brindando al sector interesado la información actualizada, sistematizada y adecuada para el correcto aprovechamiento de dichos residuos, manejándolos de dos maneras distintas, como fuente para producción de bioabonos para que con ello los suelos vuelvan a restaurarse y los distintos cultivos obtengan los nutrientes necesarios para su desarrollo de una manera ecológica, y como energía en las granjas porcinas siendo utilizadas para la cocción, iluminación y calefacción, dando un fuerte avance a una producción porcina sustentable.

Palabras claves: residuos, bioabonos, biometano, electricidad, estiércol porcino.

Abstract

The purpose of this project of curricular integration is the bibliographical review on the transformation and use of pig waste (manure and urine) in the agricultural production where it is intended to give treatment to the same, because from an environmentalist and socioeconomic approach, These excrements, when not treated, are the main cause of soil, air and water toxicity, generating later problems in livestock and agricultural production, affecting small and medium producers, affecting public health, diminishing the quality of life and generating environmental damage that will be remedied with a high economic investment. Many of the countries that have opted for the implementation of these alternatives have had favorable results, which is why strategies are important for the pig sector, providing the interested sector with updated, systematized and adequate information for the correct use of such waste, managing it in two different ways, as a source for the production of bio-fertilizers so that the soils can be restored and the different crops can obtain the necessary nutrients for their development in an ecological way, and as energy in pig farms being used for cooking, lighting and heating, giving a strong advance to a sustainable pig production.

Keywords: waste, bioabonos, biomethane, electricity, pig manure

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN 13

1.1. Planteamiento del problema 14

1.2. Objetivos 14

1.2.1. General 14
1.2.2. Específicos 14

1.3. Justificación 14

CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 16

2.1. Generalidades del cerdo 16

2.2. Tipos de sistema de producción de cerdos 16

2.2.1. Sistema de producción extensiva 16
2.2.2. Sistema de producción mixta 17
2.2.3. Sistema de producción intensiva 17

2.3. Alimentación 18

2.3.1. Tipos de alimentación 19
2.3.2. Ración alimentaria 19
2.4. Residuos porcinos 19
2.4.1. Producción de residuos por etapa de producción 20

2.5. Rol de los microorganismos en la transformación de estiércol 20

2.6. Biodigestores 22

2.6.1. Tipos de biodigestores 22

2.7. Aprovechamiento de los residuos porcinos 23

2.7.1. Producción de Biogás 23
2.7.2. Producción de bioabonos 24

2.8. Impacto ambiental 27

CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS **29**

3.1. Ubicación **29**

3.2. Tipo de investigación **29**

3.3. Método de investigación **29**

3.3.1. Método exploratorio **29**

CAPITULO 4: RESULTADOS **31**

5.1. Excretas generadas en la producción porcinas **31**

5.2. Composición de los bioabonos **31**

5.3. Aplicación de bioabonos en campo **33**

5.4. Relevancia del uso de bioabonos **35**

5.5. Obtención de energía a partir de excretas **37**

CONCLUSIONES **40**

RECOMENDACIONES **41**

REFERENCIAS **42**

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Proyección de producción de excretas porcinas 31

Tabla 2 . Análisis químico de bioabonos 32

Tabla 5. Ventajas y desventajas de los biofertilizantes.....36

Tabla 6. Producción de biogás (m^3de gas / kg) estiércol animal 37

Tabla 7. Utilización del biogás en Ecuador- Cuba.....38

Tabla 8 . Tipos de biodigestores y producción de biogás.....39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de los procesos de residuos porcinos. 21

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

En Latinoamérica, se ha visto la necesidad de dar tratamientos a los residuos agropecuarios para su aprovechamiento, debido a que desde un enfoque ecológico y socioeconómico estas excretas al no ser tratadas son causa principal de toxicidad del suelo, aire, y agua generando problemas posteriores en las producciones pecuarias y agrícolas incidiendo en la salud pública, disminuyendo la calidad de vida, generando daños ambientales que serán remediados con una alta inversión económica (Freire, 2018).

Según Vicari (2019), independiente del tipo de producción existe un mayor o menor impacto ambiental, tal es el caso en los sistemas al aire libre que presenta un bajo impacto debido que se puede constatar la baja incidencia de moscas, olores desagradables y un manejo muy accesible a estas excretas, teniendo así una contaminación difusa ya que eliminan los desechos directamente y en forma no localizada sino alteradamente llegando a tener un ahorro de fertilizantes para el suelo. Por otra parte (Rodríguez, Ordoñez, Quizhpe, 2019) mencionan que existen diferentes maneras de tener una producción porcina amigable hasta cierto punto con el ambiente, refiriéndose a la cama profunda que básicamente es criar cerdos bajo una capa vegetal, donde las excretas van formando un compostaje el mismo que es utilizado en la alimentación de otras especies como los bovinos, un aporte de significancia es que son aptos para la agricultura.

Ecuador es uno de los países que a partir de la década de los 80 varios inversionistas del sector privado se han dedicado a las explotaciones porcinas de una manera tecnificada así lo menciona (Chugcho, 2017) el sector pecuario se ha visto en la necesidad de incrementar sus instalaciones y un manejo sanitario más responsable, sin embargo, en las explotaciones tradicionales es muy precario este manejo, por lo que trae consecuencias y agranda las contaminaciones en el entorno. De manera que datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador (INEC,2016) refiere que en nuestro país en el año 2016 produjo aproximadamente un contaminante de gas metano de 1,14 millones de toneladas métricas (CH_4) y de la misma manera unos 23,97 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono (CO_2).

Es por ello la importancia de estrategias para el sector porcícola, brindando al sector interesado la información sistematizada y adecuada para el correcto aprovechamiento de dichos residuos, manejándolos de dos maneras distintas, como fuente para producción de bioabonos y como energía en las granjas porcinas, dando un fuerte avance a una producción porcina sustentable (Duque, Gamboa y Mejía, 2016).

1.1. Planteamiento del problema

El escaso manejo y aprovechamiento de excretas, orinas y agua residual que se generan cada día en las diferentes etapas de producción del cerdo, se ha convertido en una debilidad en la porcicultura, ya que se contribuye a la contaminación ambiental. Por otra parte, el tratamiento de estos residuales genera beneficios ambientales y económicos a través de la producción de biogás, energía eléctrica y bioabonos para la producción agropecuaria. El empleo de técnicas de manejo de los residuales del porcino es distinto en cada etapa de producción, por tal razón, con esta revisión bibliográfica se efectuará una recopilación y evaluación de la información sobre las ventajas de realizar un manejo eficiente de excretas, orinas y aguas residuales en la explotación porcina.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

- Sistematizar los procesos de transformación y aprovechamiento de residuos porcinos (estiércol y orina) en la producción agropecuaria.

1.2.2. Específicos

- Buscar información documentada de libros, artículos científicos, tesis de pregrado, postgrado con información actualizada acerca de los procesos que se realizan para la transformación y aprovechamiento de residuos porcinos (estiércol y orina) en la producción agropecuaria.
- Analizar la información relevante de la transformación y aprovechamiento de residuos porcinos (estiércol y orina) en la producción agropecuaria identificando la situación actual del conocimiento.

1.3. Justificación

A nivel mundial la visión agropecuaria se ha redirigido a la importancia de las prácticas amigables con el medio ambiente. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura FAO (2014), es posible cuando la producción animal forma parte de sistemas sostenibles donde la agricultura se ve beneficiada de los residuos que se obtiene del sistema.

Según Beyli (2015), las excretas contienen cantidades importantes de lípidos, compuestos azufrados, aminoácidos, hidratos de carbono, proteínas, urea, nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na). También contiene micronutrientes como hierro (Fe), cinc (Zn), cobre

(Cu) y manganeso (Mn), a la vez elementos nocivos como cadmio (Cd), plomo (Pb), arsénico (As) o mercurio (Hg), emanando así altas densidades de amoníaco y gases de efecto invernadero la cual es producido por distintos microorganismos mediante procesos metabólicos.

El manejo inadecuado de excretas es un factor que afecta negativamente a los sistemas de producción porcina teniendo en cuenta los contaminantes emitidos a los largo de su ciclo productivo debido al escaso manejo que se les da, es por esto que se ha convertido en falencias visibles las mismas que se deben trabajar para convertirlas en fortalezas en beneficio del sistema de producción (Ninabanda, 2012).

En una explotación porcina el grado de contaminación será determinado de acuerdo a la alimentación y al estado fisiológico del animal teniendo un efecto en la estructura físico química del estiércol, así lo menciona Paiva (2016), dando a conocer que el agua residual es una corriente de fluido altamente contaminante por lo que necesita ser tratada con lagunas de oxidación, lugar donde se concentra todas las aguas residuales provenientes de todas las etapas productivas de una granja.

De acuerdo con Martinez (2015), es conveniente la búsqueda de estrategias que permitan realizar un manejo eficiente de estos residuos siendo una biomasa adecuada para la biotransformación de la materia orgánica para la producción de energía renovable (biogás y energía eléctrica), también es útil en la elaboración de abonos como el biol que sirven como fuente alternativa de nutrientes necesarios para el desarrollo en la agricultura, de la misma manera el compost, realizándolo con aportaciones de cama profunda es otra opción de abono orgánico, es allí donde prevalece la importancia sobre aspectos positivos que se pueden obtener del manejo adecuado de residuos.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado la presente investigación pretende dar una amplia perspectiva a los pequeños y medianos productores sobre el aprovechamiento de los residuales de porcinos y los beneficios económicos y ambientales que se pueden obtener al implementar estas técnicas en el sistema de producción.

CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Generalidades del cerdo

Existe un desacuerdo entorno al origen de la domesticación del cerdo que da indicios entre 7000 y 3000 A.C en Europa y en China. En la actualidad los cerdos pertenecen al género *Sus* y comprenden los cerdos asiáticos (*Sus vittatus*), los célticos (*Sus scrofa*) provenientes del jabalí europeo y los cerdos ibéricos (*Sus mediterraneus*) de origen africano. Entre sus características de relevancia tiene alta capacidad de adaptación a los diferentes tipos de clima, es precoz, prolífico y al ser omnívoro su alimentación se facilita y las mismas que serán aprovechadas en dependencia del tipo de producción (Ortiz & Sánchez 1995).

2.2. Tipos de sistema de producción de cerdos

El modo de producción va a depender de los factores de cada productor teniendo así explotaciones tradicionales o extensivas, mixtas y de forma intensiva las mismas que deben tener características ideales para brindar el confort necesario y que expresen su máximo potencial productivo, en cuanto a la orientación debe ser de norte a sur y los terrenos donde se establecerán las explotaciones deben ser de superficie plana (Capra et al. 2003).

2.2.1. Sistema de producción extensiva

También denominada como producción "familiar", es caracterizada por su bajo costo de inversión, el manejo que se le da a los animales en este sistema es mínima por lo cual las instalaciones tienen un nivel tecnológico bajo pues lo construyen con materiales de la zona como alambre de púas para cercar el predio, madera para corrales, la mayor inversión que se realiza en instalaciones es el uso de concreto. La alimentación es a base de residuos orgánicos en todas las etapas (Gallo & Gallo 2016). Agrocalidad (2012), indica que el sistema extensivo está al alcance de familias rurales considerándose una opción de ingreso y de alimentación segura, en este sistema cuenta con un intervalo 1-10 animales, el mismo que no tiene un control sanitario ni manejo técnico y su alimentación es a base de desechos vegetales.

Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC 2019), se estima en un 29,22 % de porcicultores que se inclinan a un sistema extensivo con la utilización de animales criollos.

En términos de eficiencia del sistema se debe tener en cuenta el aprovechamiento de los recursos de la zona, en contraste a ello las ganancias al finalizar la meta no son significativas ya que al manejar bajo este sistema no cuenta con índices productivos como calidad e inocuidad alimentaria, para que sean productos competitivos en el mercado. En cuanto al manejo de desechos es ineficiente generando

mal olor y la presencia excesiva de moscas y el ingreso de patógenos por la ineficiente sanidad (Muñoz, 2015).

2.2.2. Sistema de producción mixta

Es la combinación del sistema extensivo con el intensivo teniendo como finalidad una producción mayor al sistema tradicional aprovechando económica y racionalmente la superficie que se dispone brindando a los animales las adecuadas condiciones de manejo intensificándolo en las etapas claves y manteniendo en pastoreo a las hembras gestantes y verracos. Las instalaciones cuentan con chupones adecuados a la etapa y con comederos simples y automáticos, en esta explotación tienen un monto de inversión moderado debido a que su fin productivo está enfocado en gran parte en lo comercial. En cuanto a la alimentación se puede alternar con concentrados y alimentos alternativos (Chierchie, Bravo, & Justianovich ,2016).

Se habla de un sistema mixto cuando este contiene alrededor de 11- 30 animales con un bajo nivel genético sin embargo se ofrece el producto a un mercado local brindando un mejor estado físico al pie de cría, en nuestro entorno este sistema se evidencia de manera equilibrada con respecto al extensivo debido a que los porcicultores involucrados cuentan con un capital estable y un nivel medio de tecnificación (Agrocalidad, 2012).

Se considera que en la producción nacional el 26,73% pertenece a explotaciones mixtas, basándose en el último censo realizado con referencia a la crianza de cerdos mestizos (ESPAC, 2019).

En cuanto a la eficiencia se podría decir que tienen un valor elevado al anterior sistema descrito, para una mayor ganancia y uso de los recursos, se considera la utilización de una cama profunda la cual es un tipo de lecho superpuesto consistiendo en la sustitución del piso de concreto por una cama de distintos sustratos la misma que puede medir desde 50- 60 cm de profundidad, que puede ser aprovechando como otro subproducto de la explotación al finalizar el ciclo, esto hace que se pueda tener una alternativa para el uso de este sistema de producción mixta o semi- intensiva (Peranich, 2018).

2.2.3. Sistema de producción intensiva

Este sistema de producción surge debido a la necesidad de satisfacer una demanda a nivel mundial con estándares de cantidad y calidad. Los animales son manejados con tecnologías que aprovechan al máximo una superficie mínima con un alto capital de inversión, el confinamiento es esencial hasta que los animales lleguen a su peso óptimo para la comercialización, la alimentación tiene un papel fundamental para que esto suceda de la misma manera las instalaciones son altamente tecnificadas en todas las etapas de producción, la administración eficaz de efluentes es importante en este sistema

debido a que la cantidad de excretas emitidas es abundante y el ser aprovechadas genera menor impacto de contaminación y un ingreso económico (Calle & Zamora, 2017).

El 44,05% de la producción nacional pertenece al sistema de explotación intensivo el mismo que tiene una orientación netamente comercial, dedicándose únicamente a este tipo de ganado apetecido en el territorio nacional (ESPAC, 2019).

De acuerdo con Agrocalidad (2012), el sistema intensivo se encuentra clasificado según el número de animales, teniendo así el intensivo medio de 31- 300 cabezas mientras que el intensivo grande es mayor a 600 animales.

Según el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, 2011), debido a los factores tecnológicos, genéticos, sanitarios, nutricionales, entre otros que intervienen en ese sistema se puede apreciar que su eficiencia es alta teniendo una visión direccionada a los mercados locales y nacionales. Un sistema confinado te brinda un mayor control sobre el animal y su entorno para un mejor aprovechamiento por ende en términos económico será más eficiente.

2.3. Alimentación

Uno de los factores con más relevancia es la alimentación ya que se debe conocer qué alimento proporcionar y en qué momento hacerlo, el éxito de una buena producción está en el manejo alimentario post destete pues de ello dependerá el desarrollo adecuado del cerdo en las etapas siguientes, un factor determinante es el costo de producción que genera la alimentación en un 80% (Haberkorn, 2018).

La alimentación y su disposición va a depender de la etapa en que se suministre, por ejemplo, en lechones se debe tener precaución debido a que su sistema digestivo no está totalmente desarrollado, las exigencias nutricionales en cuanto a proteínas deben ser de alta calidad y muy digestibles. Las vitaminas son limitadas y se lo debe proporcionar de una fuente externa, los minerales son fundamentales para mantener un equilibrio en el desarrollo y crecimiento del animal (Camposano, 2017).

Para el desarrollo de los cerdos se puede emplear distintos tipos de alimentación alternativa y balanceada. Existe una gran cantidad de alimentos alternativos que surgen de la producción agropecuaria como los residuos de cosechas entre ellos tenemos a los tubérculos, raíces, fruta, etc. El ensilado de papa china resulta de una fuente alimentaria muy beneficiosa conociendo que ayuda a la aparición de *Lactobacillus* y reducción de *Echerichia coli*, también en la etapa de ceba puede llegar

a sustituir el maíz en dicha dieta, teniendo como beneficio valores altos de inmunoglobulinas IgA (Caicedo, 2015).

En la industria de alimentos balanceados se encuentra una gran variedad de estos, que aportan los nutrientes necesarios y de calidad en cada etapa alcanzando una dieta eficiente que son aprovechados por el ejemplar. Su costo va a variar dependiendo de las marcas del mercado y de la etapa que se encuentre el cerdo (Pierucci, 2015).

2.3.1. Tipos de alimentación

Debido a su procedencia se puede estimar que los tipos de alimentación están basados en: balanceada, alternativa y mixta. Cuando se habla de un suministro balanceado se refiere a una formulación de alimentos que en parámetros adecuados de cada etapa del animal garantiza el suministro nutricional dependiendo del propósito de la explotación. En cuanto al alimento alternativo no depende de insumos externos sino de fuentes internas que encuentra en la zona como plátano, papa china, yuca, entre otras, siempre y cuando se haya evaluado los parámetros de su composición. Y por último tenemos la alimentación mixta que se enfoca en suministrar los dos tipos de alimentación antes mencionados (FAO 2014).

2.3.2. Ración alimentaria

En las explotaciones porcinas la ración alimentaria se lo realiza dependiendo del estado fisiológico en que se encuentre el animal y del tipo de explotación en que se encuentre, refiriéndonos en un sistema de producción extensivo, la ración alimentaria no tendrá una medida especifica debido a que su alimentación es basada en desperdicios caseros y residuos de cosecha. En cuanto a los sistemas mixtos las raciones por categoría son: inicio (1,81 kg /día); desarrollo (3,63 kg/día); engorde (3,63 kg/día); gestantes (3,63 kg/día); lactantes (5,45 kg/día); verraco (1,81 kg/día). Cabe recalcar que estas porciones son totales/día, además se combina con alimento alternativo (Gonzáles & García, 2017).

Las raciones alimenticias en el sistema intensivo es netamente balanceado teniendo como base, las siguientes porciones según la etapa productiva: madres en lactación más de 6kg (dependiendo la cantidad de lechones); madres en gestación de 2-2,5 kg/día ; cerdos en recría hasta 8kg su ración será de 0,400 kg/día(pre destete); cerdos en recría de 8-12kg con raciones 0,750 kg/día (destete); animales de 12 - 28 kg con alimento de 1,050 kg/día (iniciador); cerdos de 28-54kg 2,070 kg/día (crecimiento) (Rojas, 2016).

2.4. Residuos porcinos

Al hablar de residuos se entiende como la composición de alimento no asimilado, orina, material piloso y componente fecal, dichos residuos son la base de las iniciativas de agricultura sostenible para minimizar la contaminación siendo utilizados como materia prima para distintos procesos de reciclaje los mismos que dependerán de la forma de alimentación del animal (Ninabanda, 2012).

2.4.1. Producción de residuos por etapa de producción

La producción de residuos porcinos va a depender de la etapa en que la que se encuentre el cerdo. En la etapa de lechones hasta las 3 semanas existe una producción de volumen de excretas de 0,001 m^3/día, mientras que en los lechones destetados nos encontramos con una producción de excretas de 0,002 m^3/día, los cerdos de engorde producen alrededor de 0,004 m^3/día de excretas, el verraco tiene una producción de 0,005 m^3/día, la cerda destetada o seca produce 0,0045 m^3/día, la hembra en lactancia produce 0,027 m^3 (Ninabanda, 2012).

En una granja porcina determinar la cantidad de excretas que produce el sistema por etapa es importante debido a que esta información servirá para la transformación y aprovechamiento de alternativas como el biol, compost, biogás, entre otros como se observa en la Figura 1.

2.5. Rol de los microorganismos en la transformación de estiércol

Existen diferentes tipos de microorganismos utilizados en distintos procesos, los cuales tienen el rol de suprimir los patógenos del suelo, acelerar la descomposición de residuos vegetales y animales, las plantas tienen una mayor disponibilidad de nutrientes mineralizados. Los microorganismos descomponen la materia orgánica en dióxido de carbono y los residuos más resistentes en humus. La composición del estiércol porcino va a depender de la edad y la alimentación entre los que constan géneros como, *Bacillus, Enterococcus, Escherichia, Listeria, Campylobacter, Salmonella Clostridium* , también la presencia de levaduras y hongos hasta virus, por ello es necesario una transformación adecuada para su uso según el objetivo planteado del tratamiento (Zhang et al., 2011).

Para disminuir la carga microbiana del estiércol porcino y su previa utilización se emplea transformaciones de origen anaeróbicos y aeróbicos con la inclusión de aditivos en procesos tales como fermentación, acidificación y pasteurización los mismos que intervienen microorganismos (Ruvalcaba et al., 2019).

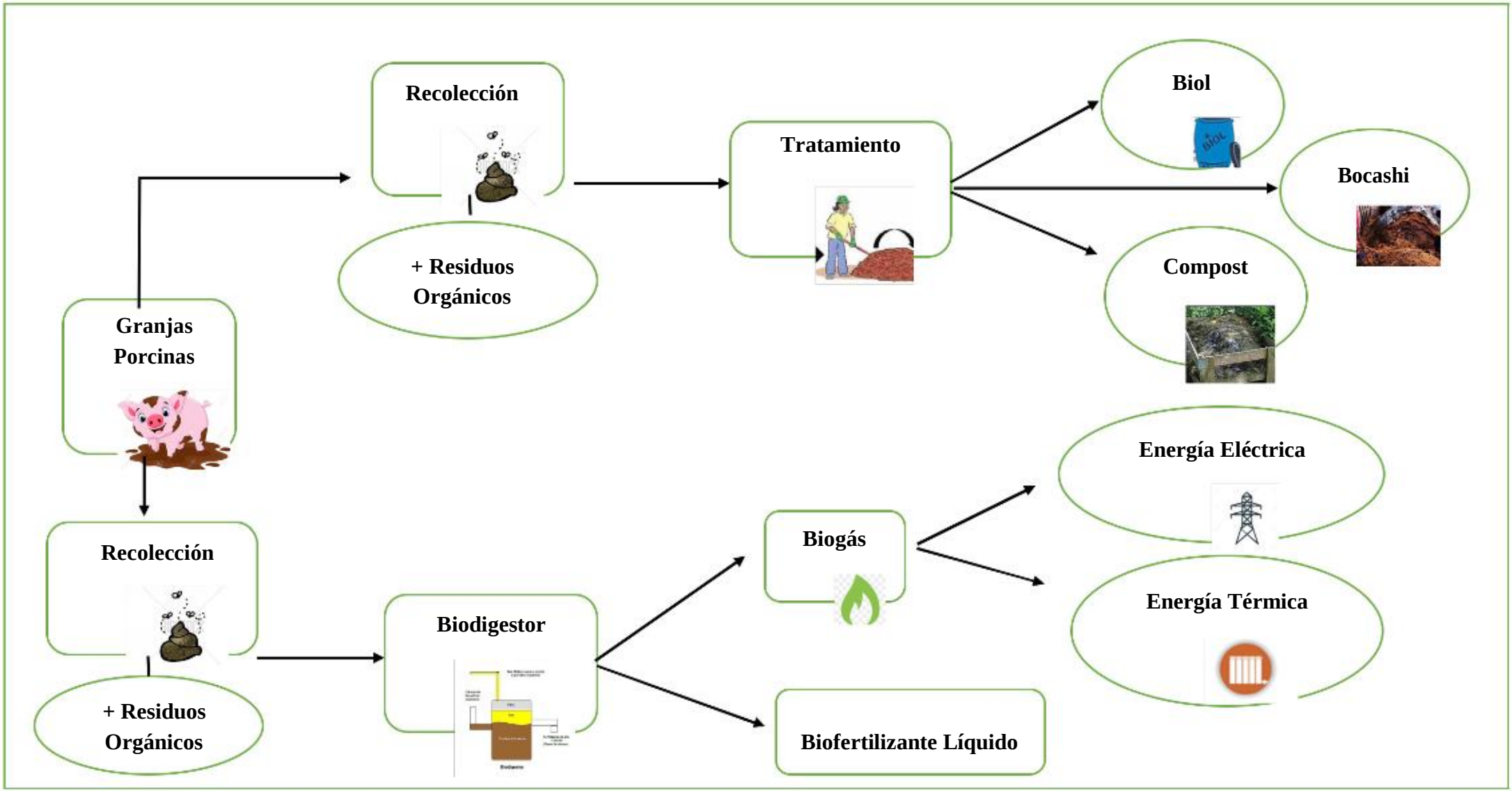

Figura 1. Esquema de los procesos de residuos porcinos.
Adaptado de Caceres y Forero (2015).

2.6. Biodigestores

Para la producción de biogás es necesario la utilización de biodigestores que son instrumentos sellados de forma hermética, los cuales contienen los residuos de animales y vegetales. Las partes de un biodigestor consta de una cámara de carga donde se recepta la materia orgánica alimentando al reactor el mismo que tiene conexiones con cámaras de descarga en los extremos colocadas a un nivel más bajo que las cámaras de carga, el reactor está ubicado bajo tierra con forma alargada donde se descompondrán los desechos, es muy importante tener una cubierta plástica impidiendo la salida de gases y la entrada de aire, las tuberías deben contar con válvulas de seguridad ya que conducirán el gas producido el cual debe ser regulado con una llave de paso (Rodríguez, 2017).

2.6.1. Tipos de biodigestores

Existen distintos tipos los cuales son clasificados en dos maneras, de acuerdo a su carga o llenado subdividiéndose en flujo continuo, el llenado en general debe ser todos los días; y flujo discontinuo se le llena una sola vez y se sella hasta que no haya emisión de gases. La ventaja radica en que las bacterias metanogénicas tienen un suministro firme de la materia orgánica (Villacres, 2016). De acuerdo a su estructura Freitas et al.(2019), lo clasifican en cuatro tipos:

- Planta de cúpula móvil: La fermentación es acelerada, consta de un tanque principal dividido en dos cámaras, es de fácil construcción y con buena adaptación a los distintos climas y tipos de suelos.
- Planta de cúpula fija: Es más económico, actúa bajo el principio de la prensa hidráulica, el almacenamiento se lo realiza en su propia estructura la que cuenta con una cámara de fermentación de forma cilíndrica, para su construcción es necesario tener mano obra calificada.
- Modelo UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) o manto de lodo: se usa netamente en Brasil, se emplea en concentraciones altas de biomasa, este modelo permite que los desechos orgánicos insolubles queden atrapados reduciendo así la estancia en el biodigestor.
- Biodigestor de laguna cubierta: Requiere de una inversión pequeña con un alto rendimiento, la fermentación es estable pues se cuenta con dos celdas, la primera debe tener un ritmo constante del material orgánico para su descomposición, la segunda celda crea almacenamiento al subir y bajar. Para proyectos agroindustriales e industriales este biodigestor es el más conveniente.

2.7. Aprovechamiento de los residuos porcinos

2.7.1. Producción de Biogás

El biogás es una combinación de distintos gases, los cuales surgen de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica como: los residuos porcinos y los desechos orgánicos, estos son utilizados mediante biodigestores. El componente de mayor cantidad es el metano (CH_4), gas de efecto invernadero al igual que el dióxido de carbono (CO_2). También el biogás contiene hidrogeno (H), nitrógeno(N), monóxido de carbono (CO), oxigeno (O) y sulfuro de hidrogeno (H_2S), esta composición va a variar dependiendo del sustrato a ser degradado (Cepero et al., 2012).

Para el uso del biogás se debe remover algunos de sus componentes entre los cuales está el H_2S el debido a su nivel de corrosividad al ser utilizados en maquinaria de conversión de energética, también se debe eliminar la humedad ya que influye directamente en el proceso de quema de igual manera para el uso vehicular y la distribución de gas natural se debe apartar el CO_2 y otras impurezas de tal modo el biogás un alto porcentaje de metano (> 95%) (Garcilasso et al. 2018, p.7-8).

Al obtener los residuos porcinos el proceso bioquímico es el siguiente:

Inicia con la fase de hidrolisis en la cual las bacterias hidrolíticas son las que librean enzimas que descomponen compuestos orgánicos mediante reacciones bioquímicas. La segunda fase es la acidogénesis que forman compuestos intermedios los cuales a partir de la hidrólisis se descomponen dando como resultado los ácidos grasos volátiles (AGV). La responsable de la oxidación de los compuestos generados en la fase anterior es conocida como acetogénesis produciendo sustratos adecuados para los microorganismos metanogénicos pioneros de biogás. En esta fase, los microorganismos descomponen los ácidos grasos y los alcoholes son transformados en ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono. La última fase es denominada metanogénica las bacterias que actúan son estrictamente anaeróbicos y son capaces de convertir los compuestos orgánicos formados en la fase anterior (ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono) en el metano (Garcilasso et al. 2018:12-13).

El biogás es un producto importante capaz de brindar energía sustentable a granjas agropecuarias a través del uso de biodigestores a partir del aprovechamiento de las materias primas reduciendo la contaminación ambiental que ha afectado de gran manera por su alto contenido de gases de efecto invernadero (Venegas, Aryal, & Ruíz, 2018).

2.7.1.1. Energía eléctrica

Hoy en día la cantidad de inversiones para buscar nuevas alternativas de energía es elevada teniendo dos factores indispensables: bajo costo y limpias. La producción porcina genera una cantidad

considerable de residuos que son transformados y aprovechados de diversas maneras, tal es el caso de la energía eléctrica que está siendo implementada en vario países (Sousa et al. 2020).
Latinoamérica, por ejemplo, México tiene como objetivo la producción de energía eléctrica descentralizada teniendo así la diseminación de fuentes de generación eléctrica en toda su geografía siendo las producciones porcinas las que brinden una oportunidad de desarrollo al actual sistema eléctrico.
Para la obtención de energía eléctrica es necesario transformar la energía química en calorífica a partir de la cantidad de biogás resultante, se debe tener en cuenta la máquina a utilizar para esta conversión debido a su poca eficiencia existe dos alternativas económicas, siendo la primera la utilización de motores de combustión interna de gas con su debido acople a un generador eléctrico, por otra parte, si se tiene una producción de biogás a gran escala se emplea una turbina de gas. Se estima que por cada m^3 de producción de biogás se consigue 1, 67 kWh de electricidad en condiciones tropicales pero debido a que Ecuador es un país que posee tres regiones con diferentes condiciones altitud y temperatura va a variar la cantidad de kWh a obtenerse el mismo que necesita de una formulación correctiva (Martínez, 2015).
Según Fernández (2018), la producción de energía puede ser empleada en distintas maneras, en las explotaciones porcinas para los cerdos pequeños es de vital importancia establecer un micro clima para su desarrollo es ahí donde la energía eléctrica a base de los mismos residuos toma importancia para la calefacción de las lechoneras, otra utilidad que brinda este productos es la cocción de alimentos que beneficia a la misma explotación también puede a llegar a utilizarse como reemplazo de combustible en las maquinarias presentes.

2.7.2. Producción de bioabonos

Se conoce como bioabono la composición de materia orgánica animal y vegetal, podemos encontrar bioabonos líquido como el biol y de contextura sólida como la cerdaza, bocashi y compost de todo ello se beneficia el suelo quien recibe los nutrientes esenciales albergados en el bioabono, las plantas reciben las sustancias promotoras de crecimiento que se encuentran en este fertilizante orgánico generando una mejor productividad y dando un realce a la actividad agropecuaria (Grageda et al., 2012).

2.7.2.1. Biol

Una parte de la fermentación anaerobia da como producto una fracción liquida denominada biol que se genera en el biodigestor, los principales nutrientes que podemos encontrar son nitrógeno, fosforo, potasio. En la producción agropecuaria en el eje agrícola se debe realizar algunas enmiendas dentro de os cultivos para brindar vigor en raíces y frutos es por ello que se utiliza el biol pues se conoce que tiene bacterias anaeróbicas que desechan hormonas vegetales causando una gran ventaja en la 24

agricultura siendo capaz de competir con fertilizantes químicos al ayudar a tener un suelo libre de residuos tóxicos (Shirakawa, 2016).

Muchos de los agricultores desconocen el beneficio que pueden proporcionar los residuos porcinos a sus cultivos por lo que es importante el conocimiento de alternativas eficientes y amigables con el ambiente que beneficien a las producciones, es por ello el conocimiento del proceso es indispensable para un mejor manejo en los sistemas agrícolas y pecuarios.

El proceso para su obtención se detalla de la siguiente manera no olvidando que las cantidades van a variar dependiendo de la cantidad de residuos disponibles y en base al objetivo propuesto, en una cantidad de 200 litros de biol se estima la utilización de 50 kg de estiércol.

Es necesario un recipiente PVC de alta densidad, adicionando cantidades determinadas de agua, el estiércol porcino debe ser fresco debido a la gran cantidad de carga microbiana, algún tipo de leguminosa, cáscaras de huevo y otros productos del hogar, leche, azúcar o melaza para proporcionar energía a los microorganismos, el sellado con tapa hermética es imprescindible para que ocurra la fermentación anaeróbica, por un periodo de 3 a 4 meses. En la tapa se realiza un orificio para instalar una manguera de plástico la cual servirá de salida de gases (metano) producidos durante el proceso de fermentación, el otro extremo de la manguera se introduce en una botella plástica con agua, para asegurar que no ingrese aire hacia el recipiente cilíndrico. Una vez al mes se destapará el recipiente para reponer el agua en caso de pérdida manteniendo el nivel inicial. Al concluir el proceso fermentativo el biol debe estar frio y sin un fuerte olor (Flores del Aguila, 2009).

2.7.2.2. Bocashi

Su origen se remonta a la agricultura japonesa que ha sido utilizada como abono orgánico, el mismo que se descompone en un proceso con presencia de oxígeno, utilizando como materia prima de la localidad y los desechos vegetales y/o animales. En el suelo activa y eleva la dosis de microorganismos mejorando características físicas, durante su elaboración no se forman gases tóxicos ni malos olores debido al control en cada etapa del proceso de la fermentación, evitando así la putrefacción (Ramos & Elein, 2014).

Para su elaboración no existe una regla a seguir, cada individuo lo realiza dependiendo de los elementos a su disposición, por ejemplo, para la obtención de 1000 kg de bocashi se requiere 115 kg de estiércol porcino, es una fuente de elementos nutritivos como el calcio, potasio, fósforo, nitrógenos y micronutrientes, también la ceniza contienen potasio en elevadas cantidades, para neutralizar la acidez del estiércol y de los residuo vegetales se necesita cal de la misma manera la melaza actúa como fuente de energía, para suprimir microorganismos patógenos se necesita un derivado de leche, las hormonas y enzimas promotoras de la división celular y crecimiento radicular son producidas por levaduras y por último y no menos importante el agua (Ramos & Elein, 2014).

2.7.2.3. Cerdaza

Es aquel alimento que no es asimilado por el aparato digestivo del cerdo enriqueciéndolo con el microbiota intestinal del mismo, lo que hace que sea una materia de buena calidad para ser utilizado en el ámbito agrícola como bioabono ayudando a reducir el fuerte impacto que causa el uso de fertilizante químicos en los suelos de cultivo. El área de los desechos sólidos de cerdo permitirá la fácil recolección de cerdaza en un tiempo estimado de 25 días para secarlo posteriormente y poder comercializarlo como abono para cultivos o para la alimentación animal (Galero & Perez, 2016).

2.7.2.4. Compost

Es usado como abono orgánico permitiendo mejorar la producción, y evitando una independencia de insumos externos que tienen un elevado costo económico, altos índices de agricultura sostenible, reducción del uso de agroquímicos, lo que es beneficioso para el ambiente y para los productos cosechados. Una alternativa muy importante para aquellos que no logran costear dichos gastos, obtienen al usar compost una tecnología limpia y amigable con su entorno (Cruz, Amaguel & Reyes, 2019).

Se debe tener en cuenta que el compostaje tiene varios sustratos, entre uno de ellos se encuentra la cama profunda muy empleada para producir compost. Para evitar los lixiviados en el proceso de descomposición se recomienda pavimente la base de la composta. Para la formación de una pila de compostaje se debe tener en cuenta el espacio con el que se cuenta, teniendo como lineamiento que la altura será la mitad de su base, este espacio deberá ser llenado con distintas capas. Se debe tener en cuenta que es necesario una fuente rica en nitrógeno y de igual manera una fuente rica en carbono es así que la mezcla de estos dos, más agua y oxígeno, en términos de cantidad se estima que 73 kg de fuente de carbono y un 24.9 kg de una fuente de nitrógeno, dando una hilera de compost de 97,9 kg (Barbaro et al., 2019).

Las capas dependerán del tipo de material y del objetivo que tengan el compostaje, un valor aproximado de 20 cm de altura, la cual debe tener la característica de drenaje de los lixiviados, como son tallos de caña de azúcar, optando por una segunda capa de residuos orgánicos de cosechas, seguidamente se tendrá la tercera capa de excreta animal, en este caso residuos porcinos, es importante el heno seco, o residuos de cosecha. Es necesario que luego de cada etapa se riegue con abundante agua puesto que el factor humedad es muy importante para la adecuada fermentación, finalmente se colocara nylon o mantas para proteger de factores externos El volteo es una actividad que debe realizarse de una matera que cada capa sea del principio llegue al final y viceversa, ademá de airear el material (Almaguel et al., 2015).

2.8. **Impacto ambiental**

Un tema de interés en cada sistema de producción animal es la contaminación, a nivel mundial se produce una gran cantidad de gases de efecto invernadero debido a esta situación se ha generado conciencia en los productores de pequeña a gran escala, el amoniaco proviene del nitrógeno excretado, un gas irritante por lo que produce incomodidad en los cerdos, su taza de volatilización va en relación existente entre los iones amonio y amoniaco la cual depende del pH, de la misma manera la producción de dióxido de carbono y metano forma parte del efecto invernadero (Gonzales, 2016).

En los sistemas de producción porcinas existen diferentes maneras que se puede contaminar el ambiente, una de ellas es el mal olor el cual es característico dependiendo del sistema, la edad y el clima donde se encuentre, para disminuir este olor hay que tener en cuenta una buena ventilación.
El ruido causado por los ejemplares porcinos también es una fuente de contaminación acústica ya que resulta incómodo para la población por ello es necesario establecer un sistema de producción animal un poco alejado de la ciudad (Segura, 2020).

Por tal motivo la transformación y aprovechamiento de los residuos porcinos, Fernández (2018) recalca la relevancia de minimizar el impacto ambiental y convertirlo en un ingreso al sistema, el uso de herramientas para lograr un bajo nivel de contaminación ambiental es el biodigestor que se ha ido incorporando en la manera de vivir de los agricultores además frena el deterioro del medio ambiente debido a que el uso de leña en zonas rurales serán mínimo y por ende bajaría el nivel de deforestación de especies endémicas protegiendo la biodiversidad de su entorno.

Al sur de Brasil se encuentra Chapecó característico por ser uno de los mayores productores y exportadores de carne de cerdo, de la misma manera el impacto ambiental es grande debido a que los excrementos de las producciones ubicadas en las riveras de los ríos eran vertidas sin control alguno contaminando suelo, aire, agua cabe recalcar que en la actualidad existen normas ambientales y sanitarias que tratan de mitigar esta contaminación con la transformación de dichos residuales Osava (2019)
Ecuador es un país que se enfrenta a las mismas dificultades, ocasionadas por las granjas porcinas principalmente por pequeños productores de traspatio. Una de las zonas con mayor actividad comercial, pecuaria y agrícola del país es Santo Domingo de los Tsáchilas la que posee la mayor cantidad de granjas intensivas y donde esta situada una granja agroindustrial denominada PRONACA.

La cual ha sido un problema para los habitantes específicamente las comunidades indígenas, las que han tomado medidas legales debido a la pérdida de territorio, contaminación de la calidad de agua y los impactos en la salud humana (Granja, 2016).

CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

Debido al estado de emergencia sanitaria que se padece a nivel mundial el Gobierno Nacional Ecuatoriano ha restringido cualquier tipo de investigación experimental, por tal motivo el trabajo de investigación curricular se ejecutó en la modalidad virtual trabajando en la búsqueda de información científica bajo el asesoramiento del tutor mediante la plataforma TEAMS, medio oficial que utiliza la Universidad Estatal Amazónica.

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación fue de modalidad no experimental debido a que no se trabajó en campo ni se manipuló variables, por ende, se fundamentó en la recopilación documentada contando con un diseño transversal exploratorio por lo que en el estudio se buscó y analizó un fenómeno en un determinado tiempo.

3.3. Método de investigación

El método de investigación fue secundario por lo que se realizó la búsqueda de fuentes primarias y secundarias

3.3.1. Método exploratorio

Una de las técnicas utilizadas es una amplia revisión documental respecto al tema seleccionado estableciendo una visión general teniendo bases con la temática estudiada.

3.3.1.1. Descriptores para la búsqueda de la información

Para una búsqueda más minuciosa se utilizaron los siguientes descriptores “estiércol, porcino, explotaciones, residuos, transformación, tratamiento, bioabonos, contaminación”.

3.3.1.2. Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión utilizados son: 1) palabras claves. Se utilizaron de forma combinada: “estiércol, porcino, explotaciones, residuos, transformación, tratamiento, bioabonos, contaminación”; 2) Información obtenida de artículos, revistas, libros y tesis de los siguientes buscadores académicos científicos: Google Académico, Scielo, Science Direct, Taylor & Francis online, Pubmed, ResearchGate, Dialnet; 3) Año de publicación: Estudios 50% a partir del 2010; 4) Estudios revisados: se utilizó idiomas como el español, portugués, francés e inglés

3.3.1.3. Criterios de exclusión

1) Información no relacionada con la revisión bibliográfica; 2) Información proveniente de una fuente no oficial o verificable

3.3.1.4. Manejo de la información

A partir de la información científica encontrada en los principales buscadores se procedió a realizar tablas y figuras para presentar la información más relevante respecto a la temática.

CAPITULO 4: RESULTADOS

5.1. Excretas generadas en la producción porcinas

Garzón y Buelna (2014) menciona que la cantidad de deyecciones porcinas en distintos tamaños generan contaminantes que son perjudiciales para el entorno en donde se encuentran ubicados, por lo que es necesario el tratamiento de los residuales en las explotaciones, por lo que una alternativa para tratar una gran cantidad de excretas es el uso de digestores anaerobios de líquidos y sólidos y la transformación de biabonos.

En la tabla 1 se muestra la producción de excretas porcinas al mes, año y dos años, teniendo en cuenta dos parámetros importantes como el número de animales y las distintas categorías las cuales son más frecuentes en las diferentes explotaciones porcinas datos con las que se puede elegir el aprovechamiento más conveniente.

Tabla 1.

Proyección de producción de excretas porcinas

N° animales	**Categoría**	**Unidad**	**Acumulación**		
			1 mes	1 año	2 años
20 [a]	-	kg [a]	848,7 [a]	10.555,8 [a]	21.111,6 [a]
2 [b]	Verraco [b]	kg [b]	120 [b]	1.460 [b]	2.920 [b]
500 [c]	-	kg [c]	38.100 [c]	463.550 [c]	927.050 [c]
9 [d]	Gestantes [d]	kg [d]	199,8 [d]	2.430,9 [d]	4.861,8 [d]
10 [e]	Madres [e]	kg [e]	600 [e]	7.300 [e]	14.600 [e]
20 [e]	Lechones [e]	kg [e]	600 [e]	7.300 [e]	14.600 [e]
10 [e]	Crecimiento [e]	kg [e]	450 [e]	5.475 [e]	10.950 [e]
46 [f]	-	kg [f]	70,51 [f]	857 [f]	10.500 [f]

Referencias: Averruz y Cruz (2015) [a]; Yauno (2016) [b]; Sánchez (2017) [c]; Collahuaso (2018) [d]; Durazno (2018) [e]; Sánchez (2020) [f]

5.2. Composición de los bioabonos

Hernández, Eaton, Guerrero, González, Aguirre, García (2016) sostienen que el análisis químico del biol muestran concentraciones elevadas de nutrientes esenciales que podrían ser eficientes como suplementos o biofertilizantes en los cultivos agrícolas de la zona, teniendo en cuenta que el contenido de nutrientes va a depender de la cantidad de estiércol y los elementos que se les adicione.

En cuanto al bocashi, García (2017) manifiesta que posee varios macro y micro nutrientes donde al aplicarlo eleva las condiciones físicas y químicas del suelo, activando la vida microbiana en el mismo, dando como resultado que la nutrición de los cultivos sea la adecuada para su buena producción ya que la calidad del abono es evaluado en dependencia de los nutrientes que posean.

El compost es uno de los bioabonos más utilizados aun cuando el tiempo de su elaboración sea más extenso al igual que los demás bioabonos aportan nutrientes al cultivo destinado, también sirve como un corrector edáfico, dando resultados favorables en la aplicación de distintos cultivos como sorgo, trigo, maíz, etc. (Pegoraro, Boccolini, Baigorria, Rizzo, Lorenzon, Cazorla, 2019).

En la Tabla 2 de análisis químico de bioabonos se observa la descripción de los nutrientes de los abonos de biol, bocashi y compost teniendo en cuenta el porcentaje de los macro y micronutrientes.

Tabla 2.

Análisis químico de bioabonos

Tipos de abonos		N	P	K	Ca	Mg	S	Referencias
Biol	(%)	2,45	5,23	2,60	-	-	-	Moreta (2013)
	(%)	0,88	0,05	0,18	-	-	-	Muñoz (2015)
	(%)	3,1	6,3	3,8	-	-	-	Coronel (2014)
Bocashi	(%)	2,36	0,29	0,54	4,80	1,96	0,44	Rojas (2020)
	(%)	0,98	0,74	0,61	0,07	-	-	Labarca, González, González, Jiménez (2018)
Compost	(%)	2,33	0,30	0,42	6,74	2,98	0,46	Rojas (2020)
	(%)	2	1	1	-	-	-	Castillo-Quispe (2019)

El excesivo uso de agroquímicos ha ocasionado que el suelo pierda varias de sus propiedades que caracterizan a un suelo agrícola, por lo que al dar un tratamiento eficiente a las excretas porcinas puede ser esta una alternativa para la recuperación de los cultivos alcanzando su óptimo desarrollo es así como lo mencionan Vasquéz y Loli (2018). Además, una manera orgánica de aprovechar los residuos es la transformación en biol, bocashi, compost, etc.

El uso de bioabonos mencionados por Wang et al. (2017) muestra una mejoría significativa en el contenido de biomasa y clorofila de pachoi (*Brassica chinensis* L.) de la misma manera un recurso para darle un valor económico a los biabonos como lo sugieren Álvarez et al. (2016) aplicando un biabono de estiércol de cerdo a *Megathyrsus maximus* elevó la calidad de dicho pasto.

En la tabla 3 de propiedad de los bioabonos se detallan los parámetros evaluados por distintos autores con énfasis en materia orgánica, humedad, densidad de partículas, conductividad eléctrica y pH.

Tabla 3.

Propiedad de los bioabonos.

Parámetros	Biol	Bocashi	Compost
Materia Orgánica (%)	5,6[a]	-	53[b]
		15,69 [c]	26,3 [d]
Humedad (%)	10,6 [a]	66 [b]	68 [d]
Densidad de partículas (%)	0,24 [a]	-	-
			6,1 [d]
Conductividad eléctrica (us/cm)	2,36 [a]	2,7 [b]	2,4 [b]
		3,01 [c]	-
pH	6,6 [a]	7,8 [b]	7,9 [b]
		8,12 [c]	6,4[d]

Referencias: Coronel (2014)[a]; Rojas (2020) [b] Labarca, González, González y Jiménez (2018) [c]; Pegoraro et al (2015) [d]

5.3. Aplicación de bioabonos en campo

En general las producciones agropecuarias tienen la opción de reutilizar los desechos de las explotaciones porcinas y agrícolas, estableciendo así un beneficio recíproco según lo dicho por Damaceno, Halmeman, Gonçalves, Medeiros (2017), en la implementación de un proyecto integrado existe ingresos posibles por biofertilizantes utilizados en las producciones agrícolas y biogás en la parte pecuaria además de proporcionar un ingreso a largo plazo, por otra parte el uso de los biabonos es beneficioso ambientalmente por el que se da un tratamiento de las deyecciones del sistema productivo y el uso de energía renovable como el biogás.

En la tabla 4 comparativa de cultivos con biabonos se muestran parámetros con los que se evaluaron 7 cultivos con biofertilizantes, desde los años 2010 al 2020 siendo una alternativa para la producción agrícola teniendo resultados favorables con respecto a los testigos de cada cultivo.

Tabla 4 .

Tabla comparativa de cultivos producidos con bioabonos

	Mora [a]		**Acelga** [b]		**Acelga** [c]		**Sorgo** [d]		**Lechuga** [e, f]		**Plátano** [g]		**Berenjena** [h]	
Parámetros	Biol	Testigo	Biol	Testigo	Compost	Testigo	Compost	Testigo	Compost	Testigo	Bocashi	Testigo	Bocashi	Testigo
Número de hojas	-	-	-	-	4,25	2	13	11	25 [e]	19-22 [e]	8	5	14	5
Altura de la planta (cm)	-	-	32	22	21,75	12,74	94,19	88,62	16,5 [f]	15 [f]	30,36	18,36	33,6	13,6
Numero de frutos	11,35	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tiempo a la cosecha (días)	171	179	27	30	55	65	-	-	65 [f]	90 [f]	335	395	140	150
Rendimiento por planta (kg/ha)	0,33	0,2	3,78	3	-	-	5,02	3,02	-	-	-	-	-	-

Referencias: Toalombo (2013) [a]; Reyes; Solís; I; Pérez y Gil (2015) [b]; Miranda; Ramírez (2020) [c]; León (2010) [d]; D'Eletto; Bonel; Grasso; Ortiz; Rotondo; Valenzuela (2018) [e] Castillo; Quispe (2019) [f]; Agüro, Terry, Soto, Cabrera, Martín, Fernández (2016) [g]; Basman (2020) [h]

5.4. Relevancia del uso de bioabonos

Las ventajas de los abonos orgánicos tienen una influencia más allá del factor económico, debido a que la elaboración es factible para los productores de la zona, los insumos son producidos por ellos mismos, se debe tener en cuenta que la calidad de los mismos va a cambiar dependiendo de los elementos.

La tabla 5 de ventajas y desventajas de los biofertilizantes muestran una idea de los beneficios que debemos tener en cuenta a la hora de implementar la elaboración de estos abonos, resalta la importancia del uso de los mismos en los distintos cultivos y suelo.

Tabla 5.

Ventajas y desventajas de los biofertilizantes

		VENTAJAS	DESVENTAJAS	REFERENCIAS
BIOL	a	-Agiliza el desarrollo y crecimiento de las plantas. - Incrementa la resistencia a plagas y enfermedades. - NPK, Ca, se conservan de mejor manera. - El contenido de N se encuentra en forma asimilable.	- Su elaboración es prolongada. - Al contacto directo con la luz solar su composición pierde sus propiedades.	Toalombo (2013) [a]
	b	-Eleva la adaptabilidad a condiciones climáticas desfavorables. -Los Niveles de fertilidad del suelo son incrementados. - Al momento del trasplante la planta tiene mayor adaptabilidad.	-Para la aplicación de cultivos a gran escala es necesario el uso de tecnología (bomba a motor, mochila).	Rojas (2014) [b]
COMPOST	c	-Ayuda a mejorar la relación existente entre el aire, agua, nutrientes y suelo -En el suelo la actividad y diversidad es estimulada. -Al aplicarlo la estructura del suelo es mejorada. -Es una potente enmienda orgánica. -Aumenta los macro y micro nutrientes y la capacidad de intercambio catiónico - Es un soporte para los microorganismos dependiendo del humus. -Favorece a una mejor absorción radicular	-Disponibilidad del terreno -Dependiente del clima -Pérdida de N en el proceso d -Minoría de mercado consumidor -Minoría de mercado consumidor -Inversión de tiempo y mano de obra -Atrae moscos e insectos	León (2010) c Reynoso (2018) d
BOCASHI	e	Hay menos pérdida del contenido energético por volatilización. Provee de vitaminas, aminoácidos, acido orgánico, enzimas de manera directa a las plantas. No existen gases tóxicos ni malos olores. Abono orgánico que durante su proceso desactiva agentes patogénicos.	-Si no hay un control adecuado puede existir inanición del N. El uso de los aditivos inmaduros puede llegar a ser nocivos llegando a quemar las raíces. Ortega (2012) [e]	Moreno (2019) [f]
	f	-Eleva la fertilidad, vitalidad y nutrición del suelo. Promueve un crecimiento vegetativo. -Se ve beneficiada la bioestructura permeabilidad de los suelos.	- Dependiendo de su origen puede maximizar o minimizar su costo.	

5.5. Obtención de energía a partir de excretas

La utilización de una alternativa para el uso de los recursos generados en las explotaciones porcinas ha llevado a diversos autores a evaluar las deyecciones y su posible uso en las diferentes actividades que se puedan presentar en la granja como lo relata Jiménez (2018), que evaluando el uso de biogás respecto a los beneficios dados al remplazar el uso de leña para la cocción de los alimentos es un gran aporte al aspecto financiero y ambiental de las granjas.

En la tabla 6 de producción de biogás (m^3de gas/kg) estiércol animal se evidencia la producción de biogás de tres tipos de animales que son los más usados en la agropecuaria.

Tabla 6.

Producción de biogás (m^3de gas / kg) estiércol animal

	Producción de biogás (m^3/kg)						
Bovino	0,04 [a]	0,05 [b]	0,04[c]	0,07[d]	0,05 [e]	0,04 [f]	-
Porcino	0,06 [a]	-	0,05 [c]	-	0,06 [e]	0,07 [f]	0,14[g]
Avícola	0,115 [a]	0,14 [b]	-	-	-	0,117 [f]	-

Referencias: Energía en línea (2011)[a]; Cañas y Víquez (2012)[b]; García, Álamo y Aldama (2017)[c]; Delgado (2018)[d]; Rosado y Pech (2018)[e]; Prada (2019)[f]; Jiménez y García (2020)[g]

De acuerdo con Ruiz (2010), los problemas sociales, económicos y ambientales en las producciones porcinas en Lima, Perú, muestra que la transformación y el aprovechamiento de los residuos porcinos, son viables en dicho lugar, los habitantes mejoraron su condición de vida y económica familiar al pasar del uso de Kerosene a energía eléctrica para la cocción de alimentos, lechoneras, entre otros. La contaminación disminuyo ya que las excretas anteriormente destinadas al río Chillón, fueron tratadas brindando beneficios como el biogás y bio-abonos.

Brasil se enfrenta a problemas potenciales por el bajo nivel de los embalses hidroeléctricos, estimando así en un futuro el racionamiento de energía eléctrica. La zona de Mata es la fuente de una posible solución, pues la producción de biometano puede elevar la energía per cápita contribuyendo así el desarrollo regional, a partir de los residuos porcinos se estima en 63.830.797 m^3/ año generando 201.577 MWh/año (Ferrarez et al. 2015).

En la tabla 7 utilidades del biogás se demuestran los diferentes usos energéticos en la producción agropecuaria.

Tabla 7.

Utilización del biogás en Ecuador- Cuba

Biogás (m^3/día)	**Energía (Kwh /mes)**	**Utilización**	**Referencias**
-	77,56	Cocción	Román (2016)
-	58,5	Calefacción	Tonato (2019)
3,6	43,2	Alumbrado	Espinosa (2013)
256	13 908	Planta eléctrica	Gonzáles (2012)

Una de las herramientas que se utiliza para la producción biogás es el uso de biodigestores pues reduce la contaminación al transformar los residuos en distintas maneras de aprovecharlo varian entorno al objetivo y lugar donde se los vaya a implementar, Saavedra, Preza, Hernández y Cebollón (2019) menciona que un combustible confiable es el biogás, teniendo en cuenta que los biodigestores es una tecnología que colabora con que los desechos no sean eliminados de manera inadecuada afectando a su entorno, de la misma manera da un aporte al sector energético. En la tabla 8 se presenta información de los tipos de biodigestores y la producción de gas.

Tabla 8 .

Tipos de biodigestores y producción de biogás

Biodigestor	Almacenamiento	Tiempo de vida útil (años)	N animales	Cantidad de estiércol utilizado		Tempo de retención	Producción de biogás (m^3)	Referencias
	m^3			kg	m^3	(días)		
Tubular (Taiwán)	20 [a]	-	-	-	-	-	0.8 - 1.0 [e]	Acuña (2015) [a]
	10 [b]	5 [b]	233 [b]	158,5 [b]	-	-	-	Bustillos (2017) [b]
	30 [c]	-	-	-	15 [c]	50 [c]	405,35 [c]	Castaldi (2009) [c]
	500 [d]	-	2300 [d]	-	16,10 [d]	-	1837,7 [d]	Cervi; Esperancini y Bueno (2011) [d]
								Calderón; Piratova (2017) [e]
Cúpula móvil(hindu)	-	10-20 [a]	-	-	-	-	-	
	3,2 [f]	-	-	-	-	55 [f]	3 [f]	Palacios (2016) [f]
	-	10-15 [g]	-	-	-	-	-	Villacres (2016) [g]
Cúpula fija (china)	-	20 [a]	-	-	-	-	0.1 - 0.4 [e]	
	6-10 [h]	20 [h]	-	-	-	-	1-2 [h]	Gordon; Samaniego
	12,3 [i]	-	20 [i]	-	-	15,9 [i]	3,49 [i]	(2014) [h]
								Chao; Sosa y Cruz (2007) [i]
Modelo UASB	38,4 [j]	-	-	-	-	-	17,9 [j]	Guardia; Rodríguez y Garcés (2017) [j]

CONCLUSIONES

- Para ordenar eficazmente la información científica con énfasis sobre la transformación y aprovechamiento de residuos porcinos (estiércol y orina) en la producción agropecuaria, la sistematización de la bibliografía permite obtener una amplia perspectiva de los diferentes usos para estos residuos.

- La temática de la transformación y el aprovechamiento de estos residuos se ha incrementado en sistemas de producción porcina semi- tecnificados por lo que la información actualizada y confiable es primordial, sin dejar las bases establecidas para que su aplicación en campo sea efectiva.

- Los trabajos científicos encontrados en esta revisión bibliográfica han demostrado que la transformación y el aprovechamiento de los residuos de porcinos son beneficiosos para el ambiente, agricultura y la sociedad.

- El éxito de aprovechar cada recurso que genera un sistema de producción porcina es una gran agilidad para obtener un resultado mejor que caracterice a la explotación, es así en evidencia de la revisión se puede manifestar que la transformación y aprovechamiento de residuos tiene gran impacto en generación de bio- abonos, energía y biogás.

RECOMENDACIONES

- Mantener una actualizada información de la temática ayuda a que cada proceso se pueda realizar de una manera adecuada en instalaciones porcinas, del mismo modo según las investigaciones realizadas es factible el uso de los desechos porcinos, para que se tenga un ingreso extra en las producciones de una manera segura y sostenible.

REFERENCIAS

1. Acuña, J. (2015). Diseño e implementación de un biodigestor para el tratamiento de excretas de ganado bovino cadet-tumbaco 2015. Universidad central del Ecuador. Agropecuaria. Centro Nacional de Planificación Eléctrica.
2. Agrocalidad. (2012). Proyecto de Control y Erradicación de La Peste Porcina Clásica Por Zonificación En El Ecuador.
3. Almaguel, R. E., Cruz, Ly. y J. (2015). El Compostaje. Una tecnología sostenible para la familia en el tratamiento de las excretas porcinas y los residuos orgánicos de La Granja. Instituto De Investigaciones Porcinas ,82–86.
4. Álvarez, G., Vargas, J., Franco, F., Álvarez, P., Samaniego, M., Moreno, P., Chacón, E., García, A., Arana, R. y Ramírez, J. (2016). Rendimiento y calidad del pasto Megathyrsus maximus fertilizado con residuos líquidos de cerdo *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(6),1-9.
5. Arrieta, W. (2016). *Diseño de un biodigestor doméstico para el aprovechamiento energético del estiércol de ganado*. Universidad de Piura, Piura-Perú.
6. Averruz, N. y Cruz, R. (2015). *Evaluación de la producción de biogás y el porcentaje de descontaminación de dos Biodigestores tubulares plásticos alimentados con estiércol porcino y bovino en la Hacienda Santa Rosa UNA – Managua*. Universidad nacional agraria. Managua, Nicaragua.
7. Barbar, L., Karlanian, M., Rizzo, & Riera, N. (2019). Characterization of Different Compost for Use as Component of Substrates. Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences, 35(2), 26–36. doi: 10.4067/S0719-38902019005000309
8. Basman, Y. (2020). The Efect Of Bokashi Pig Manure to The Growth of Eggplant (Solanum melongena). *International Journal Of Science, Technology & Management.*
9. Beily, M. (2015). Caracterización de Efluentes de Cerdos, Con Énfasis En Su Biodegradabilidad Anaeróbica. Instituto tecnológico de Buenos Aires, Argentina.
10. Benítez, O., Washington, L., Sánchez, M. (1995). Los Cerdos Locales En Los Sistemas Tradicionales de Producción. Estudio FAO Produccion y Sanidad Animal 191.
11. Bustillos, Y. (2017). *Evaluación de la eficiencia y funcionamiento del biodigestor anaeróbico de flujo continuo*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
12. Caicedo, W.O. (2015). Valoración Nutritiva Del Ensilaje de Tubérculos de Papa China (Colocasia Esculenta (L.) Schott) y Su Uso En La Alimentación de Cerdos En Crecimiento Ceba. Universidad de Granma, Bayamo, Cuba.

13. Caceres, C., Forero, D. (2015). *Plan de manejo ambiental (pma) para el proceso de produc-ción porcícola, una alternativa de producción más limpia en la vereda la aguadita (fusagasugá, cundinamarca)*. Universidad Libre, Bogota, Colombia.
14. Cazorla, C., Rizzo, P. (2015). Evaluación de la estabilidad durante el compostaje de cama profunda porcina. *Fericerdo.*
15. Calderón, A., Piratova, D. (2017). Porpuesta para rreactivas y mejorar el sistema biodigestor del parque "Mundo Aventura". Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
16. Calle, V. A., Zamora, J.J. (2017). Estudio de prefactibilidad para la producción intensiva de carne porcina en el recinto el rosario, cantón naranjito, provincia del guayas. Universidad Liaca Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador.
17. Camposano, J.L. (2017). Influencia Del Alimento Balanceado de Crecimiento 1, En Sala de Maternidad Porcina. Universidad católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.
18. Cañas, I., Víquez, M. (2012). Utilización de biogás para electricidad. Proyecto Piloto Finca.
19. Capra, G., Echenique, A., Bauza, R., Petrocelli, H. (2003). Sistemas de Producción de Cerdos En El Uruguay. Plan Agropecuario ,47–52.
20. Castaldi, A. (2009). *Evaluación económica y financiera de una propuesta para el tratamiento y utilización de efluentes porcinos de una granja en el sur de córdoba*. Universidad Empresarial Siglo 21.
21. Castillo, W., Quispe, E. (2019). *Efectos de dos tipos de compost en el rendimiento de lechuga repollada (Lactuca sativa L.) en el Distrito Marcabalito, Provincia de Sánchez Carrión*. Universidad Nacional de Trujillo, Lima-Perú.
22. Cepero, L., Savran, V., Blanco, D., Díaz, M., Suarez, J., Palacios A. (2012). Producción de Biogás y Bioabonos a Partir de Efluentes de Biodigestores. Estación Experimental de Pastos y Forrajes 35(2),219–26.
23. Cervi, R., Esperancini, M., Bueno, O. (2012). Viabilidad Económica de la Utilización de Biogás para la conversión en Energía Eléctrica. *Información Tecnológica*, 22(4), 3-14. doi: 10.4067/S0718-07642011000400002
24. Chao, R., Sosa, R., Cruz, E. (2007). Estudio del tratamiento del residual en una granja de cebar cerdos. *Revista Computadorizada de Producción Porcina,* 14(3),1-4.
25. Chierchie, L., Bravo, O. y Justianovich, S. (2016). Sistema de Instalaciones Para Cría Porcina Familiar. INTA. Buenos Aires, Argentina.
26. Chugcho, V. (2017). Apuntes acerca de la ganadería porcina en Ecuador. Foro-agroganadero. Recuperado de https://foroagroganadero.com/apuntes-acerca-de-la-ganaderia-porcina-en-ecuador/

27. Collahuaso, E. (2018). Caracterización preliminar del funcionamiento de un biodigestor tubular alimentado con estiércol porcino. Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.
28. Coronel, S. (2014). *Obtención de biol a partir de estiercol de ganado porcino y vacuno producido en la finca bella maria, cantón quito, sector nanegalito km 34, año 2014*. Universidad Internacional Sek.
29. Cruz, E., Amaguel, R., Reyes, Z. (2019). Caracterización Físico-Química y Microbiológica Del Lixiviado Generado Del Compostaje de Excreta Porcina Para Su Uso Como Abono Orgánico. IEEE Transactions on Software Engineering, 26(4),33–44. doi: 10.1145/1390630.1390641
30. D'Eletto, J., Bonel, B., Grasso, R., Ortiz, M., Rotondo, R., Valenzuela, O. (2018). *Efecto de la incorporación de compost de cama profunda de cerdos en el cultivo de lechuga*. Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.
31. Delgado, N. (2018). *Propuesta de aprovechamiento de biogás obtenido a partir de estiércol de ganado vacuno para la implementación de un sistema de ventilación en la asociación de ganaderos de lambayeque*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo, Perú.
32. Duque, C., Gamboa, J., Mejía, M. (2016). Identificación de alternativas para el manejo, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos generados en las granjas porcícolas de la Región Valles de San Nicolás del Oriente Antioqueño. Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia.
33. Durazno, A. (2018). Varolación de estiércol bovino y pocino en la producción de biogas en un biodigestor de producción por etapas. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
34. ENERGIAEN LÍNEA. (2011). Technology of Biomass gasification. Obtenido de https://www.sites.google.com/site/energiaenlinea/calendar
35. ESPAC. (2019). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua.
36. Espinosa, N. (2013). Evaluación Integral de la producción de biogás en la Finca Agropecuaria San Antonio. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.
37. FAO. (2014). Producción y Sanidad animal. Obtenido de http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/Environment.html?fbclid=IwAR14wry9J2zascpQhx2H7RNoqij572OJqRAEVwAv3qGRXQ5TrAhFdOj31WY
38. Ferrarez, A., Oliveira, D., Navas, L., Miñon, J., Precci, R., Aziz, J., Souza, N. (2015). Estimativa de generación de electricidad con codigestión de residuos agroganaderos en la región de Zona da Mata, Minas Gerais, Brasil. *Congreso Ibérico de Agroingenería*, Alicante, España.

39. Flores del Aguila, M. (2009). Producción de Biol a Partir de Cuatro Fuentes de Materia Orgánica En El Fundo Cacatachi UNSM-T. Universidad Nacional de San Martín de Tarapoto Perú.
40. Freitas, F. F., S. S. De Souza, L. R. A., Ferreira, R. B., Otto, F. J., Alessio, S. N., M. De Souza, O. J., Venturini, & O. H. Ando Junior. (2019). "The Brazilian Market of Distributed Biogas Generation: Overview, Technological Development and Case Study." Renewable and Sustainable Energy Reviews, 101:146–57. doi: 10.1016/j.rser.2018.11.007
41. Galero, N., Richard, K. (2016). Estudio de Pre-Factibilidad Para El Establecimiento de Una Granja Porcino Semi-Tecnificado. En La Comarca Wanwas, Municipio de Rio Blanco, Matagalpa. Universidad Nacional Agraria.
42. Gallo, B., Gallo D. (2016). Dimensionamiento de Instalaciones Para El Tratamiento de Purines de Una Empresa Porcina En Confinamiento. Universidad Nacional de La Pampa.
43. García, A. (2017). *Evaluación del efecto de dos tipos de abonos orgánicos edáficos en el rendimiento del cultivo de lechuga (Lactuca sativa) en la zona de Babahoyo*. Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador.
44. García, R., Alamo, M., Aldama, M. (2017). Diseño de un biodigestor tubular para zonas rurales de la región Piura. *XXIV Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente (XXIV-SPES), Huaraz* 13(17).
45. Garcilasso, V., Djalma, J., Dos Santos, M., Caio, L. (2018). Tecnologias de produção e uso de biogás e biometano.
46. Garzón, M., Buelna, G. (2014). Caracterización de aguas residuales porcinas y su tratamiento por diferentes procesos en México. *Rev. Int. Contam. Ambie,* 30 (1), 65-79.
47. Gonzáles, J. (2012). *Potencialidades y alternativas para el uso del biogás en la granja 5 de Marzo*". Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.
48. Gonzáles, E., García, E. (2017). Caracterización Del Manejo Zootécnico de La Unidad de Producción Porcina En La Finca Santa Rosa de La Universidad Nacional Agraria. Universidad Nacional Agraria.
49. Gonzales, G. (2016). Manejo de Residuos Generados Por Granjas Porcícolas En El Estado de Jalisco. Livestock Research for Rural Development, 1–18.
50. Gordón, J., Samaniego, J. (2014). *Diseño y construcción de un biodigestor chino anaerobio a partir del estiércol vacuno en la finca "los 5 hermanos" de la parroquia el dorado*". Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
51. Grageda, O., Díaz, F., Peña, J., Vera, J. (2012). Impacto de Los Biofertilizantes En La Agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(6), 261–74.

52. Granja , C.(21 de julio de 2016). Environmental Justice Atlas. Contaminación de industria porcícola PRONACA en Tsáchilas, Ecuador. Recuperado el 12 de febrero de 2021 de https://ejatlas.org/conflict/contaminacion-de-industria-porcicola-pronaca-en-tsachilas
53. Guardia, C., Rodríguez, C., Garcés, P. (2017). Diseño de un reactor uasb como segunda etapa de un sistema eficiente para el tratamiento de residuales porcinos. *Revista Granmense de Desarrollo Local*, 1(1), 1-13.
54. Haberkorn, V. (2018). Alimentación de Porcinos Con Suero de Leche Para La Reducción de Costos Alimenticios. Universidad Siglo 21.
55. Hernández, C., Eaton, B., Guerrero, S., González, R., Aguirre, S., García, C. (2016). Caracterización de bioles de la fermentación anaeróbica de excretas bovinas y porcinas. *Agrociencia*, 50,471-479.
56. INIA. (2011). Pautas de Comportamiento y Bienestar, En Cerdos Engordados En Confinamiento o a Campo. (January).
57. INEC. (2016). Información Ambiental en la Agricultura 2016. Recuperado de: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2016/PRESENTACION_AGRO_AMBIENTE_2016.pdf
58. Jiménez, F. (2018). *Impactos de la implementación de biodigestores en asentamientos rurales, caso El Porvenir de Limón*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
59. Jiménez, I. y García, E. (2020). Eficacia del empleo de estiércol de ganado porcino y cáscara de café, en la producción de biogás y digestatos líquidos, Jaén, Cajamarca. Universidad Nacional de Jaén, Perú.
60. Labarca, R., González, L., González, O., Jiménez, M. (2018). Caracterización del abono Bocachi y su aplicación en el cultivo del pimentón (*Capsicum annum*, L.), en el estado Falcón. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de la Educación, Turismo, Ciencias Sociales y Económica, Ciencias del Agro y Mar y Ciencias Exactas y aplicadas*, 3(6),2-19.
61. León, U. (2010). *Alternativas para la utilización del estiércol porcino en la agricultura*. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
62. Martínez, M. (2015). Producción Potencial de Biogás Empleando Excretas de Ganado Porcino en el Estado de Guanajuato. Nova Scientia, 7(15), 96. doi: 10.21640/ns.v7i15.273
63. Miranda, R., Ramírez, G. (2020). *Efecto de diferentes sustratos sobre parámetros morfofisiológicos y rendimiento agrícola en el cultivo de Beta vulgaris L. var. Cicla. (acelga) bajo condiciones de producción vertical en la Parroquia Tarqui*. Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.

64. Moreno, B. (2019). Elaboración de un abono (bocashi) a partir de residuos orgánicos del bioterio de la facultad de ciencias – Espoch. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
65. Moreta, M. (2013). Diseño de un biodigestor de estiércol porcino para una granja agrícola ubicada en el barrio la morita, parroquia de tumbaco para el año 2012-2013. Universidad Internacional Sek.
66. Muñoz, M. (2015). Vulnerabilidad de La Producción Porcina a Pequeña Escala Frente a Los Tratados de Libre Comercio. Revista Electrónica de Veterinaria 16(1),1–9.
67. Muñoz, M. (2015). Uso de tres tipos de estiércol en la producción de biofertilizante liquido biol, en el cantón Quevedo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
68. Ninabanda, J. (2012). Alternativas de Manejo de Las Excretas Porcinas. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
69. Ortega, P. (2012). *Producción del bokashi sólido y líquido*. Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador.
70. Osava, M. (12 de febrero de 2019). IPS. En el sur de Brasil la necesidad se hace virtud ambiental. Recuperado el 12 de febrero de 2021 de http://www.ipsnoticias.net/2019/09/sur-brasil-la-necesidad-se-hace-virtud-ambiental/
71. Paiva, F. (2016). Propuesta de Aprovechamiento Del Biogás Obtenido a Partir Del Tratamiento de Las Aguas Residuales Generadas En La Empresa Rico Cerdo F&G S.a.C. Para Su Uso Como Biocombustible En Los Sistemas de Calefacción de Las Áreas de Maternidad. Universidad Santo Toribio de Mogrovejo.
72. Pegoraro, V., Bonetto, M., Moyano, S., Aimetta, B., Baigorria, T., Boccolini, M., Cazorla. (2019). Aplicación de compost de cama profunda porcina: calidad de suelos y producción de soja (*Glycine max* L.). RIA.
73. Peranich, J. (2018). La Producción Porcina En El Sudoeste Chaqueño: Una Alternativa Sustentable Para El Pequeño y Mediano Productor Agropecuario. Universidad Católica de Córdova.
74. Pierucci, C. (2015). Gestión de La Producción de Agroalimentos.
75. Pinzón, C. A. (2018). Implementación de biodigestores para el mejoramiento de la calidad de vida de las familias campesinas. Revista De Investigaciones Agroempresariales, (3), 88-96. https://doi.org/10.23850/25004468.1438
76. Prada, A. (2019). *Obtención de biogás a partir de estiércol de aves para suministro de las incubadoras de la agropecuaria Chimú*. Universidad Cesar Vallejo, Perú.

77. Ramos, D., Terry A. (2014). Revisión Bibliográfica Generalidades de Los Abonos Orgánicos: Importancia Del Bocashi Como Alternativa Nutricional Para Suelos y Plantas. INCA, 35(4), 52–59.
78. Ramos, D., Elein, A., Soto, F., Cabrera, J. (2014). *Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en bocas del toro, Panamá*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 25(2), 90-97
79. Reynoso, M. (2018). *Análisis comparativo del tratamiento de compost añadiendo estiércol de animales (gallina, oveja y cuy) en el cultivo de lechuga (lactuca sativa), localidad de acomayo, febrero – mayo 2018*. Universidad de Huánuco, Huánuco, Perú.
80. Rodríguez, C. (2017). Los biodigestores: fuente de desarrollo sostenible y calidad de vida en comunidades rurales de Colombia. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia.
81. Rodríguez, L., Ordoñez, K. y Quizhpe, P. (2019). Estrategias para mitigar el impacto ambiental generado por la porcicultura hacia la contribución del desarrollo sostenible: Sitio Banasur, cantón Pasaje. Polo de conocimiento, 4 (36),51-70.
82. Rojas, J. (2014). *Evaluación del crecimiento de "café" y "cacao", tratado con tres aplicaciones de biol, enriquecido con sustancias orgánicas en la producción de plantones en Lamas 2013*. Universidad Nacional de San Martín Tarapoto, Moyomba, Perú.
83. Rojas, K. (2020). Evaluación de abonos orgánicos elaborados con cerdaza sobre parámetros de crecimiento del cultivo de maíz (zea mays) en un ambiente protegido en la finca kayca en bella vista, pococí, limón, Costa Rica. *Revista if naturales y agrícolas*, 1(1), 1-11.
84. Rojas, V. (2016). Evaluación de Schinopsis Lorentziien Cerdos Utilizando Dietas Durante La Fase de Engorde. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.
85. Román, L. (2016). *Diseño de un biodigestor para la generación de biogás a partir de desechos orgánicos de ganado bovino y porcino en la comunidad 25 de diciembre parroquia tres de noviembre, cantón joya de los sachas, Provincia de Orellana*. Universidad Nacional Loja.
86. Rosado, C., Pech, I. (2018). Producción *estimada de biomasa y biogás mediante excretas de porcino y bovino en San Francisco de Campeche*. Universidad Autónoma de Campeche. Campeche, México.
87. Ruiz, A. (2010). *Mejora de las condiciones de vida de las familias porcicultoras del Parque Porcino de Ventanilla, mediante un sistema de biodigestión y manejo integral de residuos sólidos y líquidos.* Universitat Ramon Llull, Lima, Perú.
88. Ruvalcaba, J., Arteaga, R., Araujo, G., Galindo, A., Salazar, G., Martínez, M., Delgado R. (2019). Uso de Bacterias Ácido Lácticas Para Descontaminación de Estiércol Porcino

Mediante Ensilaje Experimental. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(1), 247–57. doi: 10.20937/RICA.2019.35.01.18

89. Saavedra, E., Preza, S., Hernández, S., Cebollón., A. (2019). Generación de Biogás a través de Biodigestores Anaerobios. *Revista de Ingeniería Biomédica y Biotecnología,* 3(8), 8-23. doi: 10.35429/JBEB.2019.8.3.8.13
90. Sánchez, J. (2020). Evaluación del impacto ambiental de los desechos sólidos generados por la granja porcina, artesanal cantón guayaquil. Universidad Agraría del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
91. Sánchez, Y. (2017). *Evaluación de la viabilidad de la biodigestion como sistema de tratamiento de los residuos de la granja porcina "galo porcino" cantón echeandia, provincia de bolivar, año 2016.* Universidad Técnica Estatal de Quevedo", Los Ríos, Ecuador.
92. Segura, M. (17 de febrero de 2020). Porcinocultura. Impacto ambiental de la producción porcina y estrategias para su mitigación. Recuperado el 12 de febrero de 2021 de https://www.porcicultura.com/destacado/Impacto-ambiental-de-la-produccion-porcina-y-estrategias-para-su-mitigacion
93. Shirakawa, A. (2016). *Evaluación Del Método de Ensilado de Excretas de Cerdo En La Generación de Biogás y Biol Mediante Biodigestores.* Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
94. Solís, M., Reyes, D., Solís, A., Herminia I., Pérez., Gil, J. (2015). Evaluación Económica Del Cultivo De Acelga (Beta Vulgarisvar. Cicla) Usando Biol Como Fertilizante Orgánico. *American Research Institute for Policy Developmen*, 3(2), 49-56. doi: 10.15640/imjcr.v3n2a5
95. Sousa, I., André P., Borges, A., & Dos Santos, N. (2020). Energy Potential of Biogas from Pig Farms in the State of Minas Gerais, Brazil. *Engenharia Agrícola*, 4430, 96–404. doi: 1590/1809-4430
96. Toalombo, M. (2013). *Aplicación de abonos orgánicos liquidos tipo biol al cultivo de mora (RubusglaucusBenth).* Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
97. Tonato, J. (2019). Generación de energía eléctrica a través del biogás para la avícola de la Universidad Técnica de Cotopaxi campus Salache. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador
98. Vázquez, L., Loli, O. (2018). Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de *(Gypsophila paniculata)*. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 43 – 52.

99. Venegas, J., Deb Raj Aryal., Pinto, R. (2018). Biogás, La Energía Renovable Para El Desarrollo de Granjas Porcícolas En El Estado de Chiapas. *Análisis Económico*, 34(85), 169– 87. doi: 10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2019v34n85/venegas, México.

100. Villacrés, M. (2016). *Evaluación Del Potencial de Biomasa Residual de Ganado Porcino Para El Aprovechamiento Energético En La Granja García En El Cantón La Maná, Barrio Miraflores Sector El Toquillal En El Año 2016. Diseño de Un Biodigestor Alternativo Para Este Propósito*. Universidad técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.

101. Wang, Q., Awasthi, M.K., Zhao, J., Ren, X., Li, R., Wang, Z., Wang, M., Zhang, Z. (2017). Improvement of pig manure compost lignocellulose degradation, organic matter humification and compost quality with medical stone, *Bioresource* Technology. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2017.07.021

102. Yauyo, L.(2016). *Elaboración de un biodigestor piloto tubular para el manejo de estiércol porcino, en una de las viviendas de la asociación agropecuaria los lúcumos de pachacamac.* Universidad Nacional Tecnológica de Lima sur, Villa El Salvador.

103. Zhang., Dongdong., Xufeng Yuan., Peng Guo., Yali Suo., Xiaofen Wang., Weidong, Wang., & Zongjun Cui. (2011). Microbial Population Dynamics and Changes in Main Nutrients during the Acidification Process of Pig Manures. *Journal of Environmental Sciences*, 23(3), 497–505. doi: 10.1016/S1001-0742(10)60434-2.