

**PROPUESTA DE USO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE  
CUYES EN LA GRANJA EXPERIMENTAL BOTANA**

**Presenta:**

**RUBEN DARÍO PALADINES FLÓREZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**INGENIERÍA AMBIENTAL**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2018**

**PROPUESTA DE USO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE  
CUYES EN LA GRANJA EXPERIMENTAL BOTANA**

**RUBEN DARÍO PALADINES FLÓREZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de**

**Ingeniero Ambiental**

**Modalidad Monografía**

**Asesor:**

**Javier Ceballos Freire I.Af, M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
INGENIERÍA AMBIENTAL  
SAN JUAN DE PASTO**

**2018**

## **TABLA DE CONTENIDO**

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN AL TEMA .....	1
CAPITULO 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
2.1. JUSTIFICACIÓN .....	5
Capitulo 3. OBJETIVOS .....	7
3.1. Objetivo General. ....	7
3.2. Objetivos Específicos .....	7
CAPITULO 4. METODOLOGÍA.....	8
4.1. Etapa inicial .....	8
4.2. Etapa final.....	9
CAPÍTULO 5. MARCO TEÓRICO .....	10
5.1. ANTECEDENTES.....	10
5.2. ORIGEN DEL CUY ( <i>Cavia porcellus linnaeus</i> ),.....	12
5.3. Generalidades del cuy ( <i>Cavia porcellus Linnaeus</i> ):.....	13
5.4. Estiércol del cuy ( <i>Cavia porcellus Linnaeus</i> ): .....	14
5.5. RESIDUOS ORGÁNICOS .....	15
5.5.1. Generación de residuos orgánicos .....	15
5.5.2. Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.....	15
5.6. TIPOS DE APROVECHAMIENTO .....	16
5.6.1. Compost .....	16

5.6.2. Lombri-compost .....	16
5.6.3. Bocashi.....	17
5.6.4. Biodigestor .....	17
5.6.5. Biogás.....	18
5.6.7. Biol.....	18
5.7. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA .....	19
5.7.1. Producción más limpia en Colombia .....	19
5.7.2. Casos de producción más limpia en Colombia.....	19
5.7.2.1. Caso BONEM S.A. ....	19
5.7.2.2. Caso granja porcícola INCAFOS .....	20
5.8. GRANJA BOTANA “UNIVERSIDAD DE NARIÑO” .....	20
5.8.1. Programa cuyícola en la Universidad de Nariño-Granja Experimental Botana.....	21
5.8.2. Inventario animal. ....	21
5.9. MARCO LEGAL .....	22
CAPÍTULO 6. RESULTADOS .....	29
6.1. ALTERNATIVAS DE USO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PROVENIENTES DE CU YES .....	29
6.2. ALTERNATIVAS QUE CONTRIBUIRÁN CON EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE CUYES DENTRO DE LA GRANJA EXPERIMENTAL BOTANA.....	34

6.3. PROPUESTA.....	37
<b>CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>
CAPITULO 5: BIBLIOGRAFIA.....	47

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN AL TEMA

Según Ramírez & Paredes (2009), la producción de residuos orgánicos en los países en vía de desarrollo alcanza la cifra del 66% del total de residuos sólidos generados en ellos, cantidad que se aproxima a las 14, 867,280 toneladas anuales. Todos estos bajo las condiciones adecuadas de descomposición; aptos para su aprovechamiento y la obtención de productos con valor agregado como: abonos, energía y biogás. A pesar de ello, en la mayoría de los casos, no se realiza un uso adecuado de estos residuos y, por tanto, su manejo y disposición final se realiza directamente en los rellenos sanitarios; acabando su vida útil y acrecentando los impactos ambientales negativos que estos generan.

Así mismo, esta situación se presenta en Colombia, precisamente en el departamento de Nariño, donde existe una problemática relacionada con el inadecuado manejo de los residuos orgánicos generados por grandes y pequeños productores agropecuarios, los cuales no perciben la gestión integrada de estos residuos en la cadena productiva ni contemplan transformarlos en otro bien con valor económico que permitan generar nuevas alternativas de ingresos.

Además de esto, se suma la falta de apoyo por parte de entidades gubernamentales y no gubernamentales hacia los productores agropecuarios, encaminándolos a que no evalúen alternativas viables que vayan en pro de su beneficio, continuando con inapropiadas prácticas de manejo de los residuos orgánicos generados por sus animales; sin percatarse que la incorrecta gestión de estos pueden llegar a generar problemas sanitarios sobre el medio ambiente, principalmente debido a la aparición de fuertes olores procedentes de sustancias amoniacaes, aparición de insectos y parásitos, y lo más preocupante, la contaminación de fuentes hídricas a causa de la infiltración en los lugares donde son vertidos los residuos (Cordero, 2010).

Bajo estas premisas, el presente documento se enfatiza principalmente en realizar una propuesta para el uso y aprovechamiento de los residuos generados por cuyes en la Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño, con el objetivo de promover procesos sencillos para la gestión sostenible de los residuos orgánicos; generando elementos aprovechables y prácticos, y minimizando sus impactos ambientales (Crespo Astudillo, 2010).

## **CAPITULO 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los residuos orgánicos generados por los animales presentes en diversas granjas de la región nariñense se han venido convirtiendo en una problemática ambiental y económica para las personas que laboran y se encuentran alrededor de ellas; todo esto a causa de los diferentes impactos ambientales negativos que produce la inadecuada disposición y manejo de estos residuos.

Según Jaramillo (2003), la inadecuada disposición de estos residuos conlleva problemas en el ambiente, así como lo es la contaminación de fuentes hídricas tanto superficiales como subterráneas a causa de la disposición en lugares inapropiados y posterior descomposición de estos residuos provocando percolaciones hacia fuentes hídricas cercanas.

Además, también se relaciona con la contaminación del aire debido a que los residuos orgánicos dispuestos inapropiadamente producen malos olores y gases, como metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), los cuales son responsables de irritaciones nasales e infecciones respiratorias, y del efecto invernadero, respectivamente.

La mala disposición también se relaciona con la transformación de las características fisicoquímicas y biológicas de suelo, ocasionado por la malas prácticas de manejo de los residuos como la aplicación directa sobre el suelo, sin someterlos a un manejo previo, lo cual genera baja productividad, traduciéndolo en bajos ingresos para la granja y carencia de suelos fértiles para uso de fines educativos y de investigación para la universidad de Nariño (Tarapuez, 2016).

Cabe señalar, el impacto visual que produce la acumulación excesiva de estos residuos en los lugares de acopio quitándole belleza intrínseca a las granjas y deterioro de sus instalaciones.

La crianza de cuyes en el departamento de Nariño, se desarrolla a nivel familiar, el 50% de población rural se dedica a esta actividad, con un aproximado de 20.000 pequeños criaderos, de los cuales el 60% se concentra en el municipio de Pasto (El Tiempo, 2015). Del mismo modo se cuenta con algunas producciones de cuyes de tipo comercial semi-tecnificadas y tecnificadas, diferenciadas principalmente por el número de animales alojados, la implementación de registros y planificación de la producción animal, nutricional y forrajera.

Según el Ministerio de Trabajo (2011), “En el departamento de Nariño el sector pecuario ocupa el primer lugar en cuyicultura y cunicultura, representando el 38,8% de la producción pecuaria del departamento” Partiendo de la información que se dio anteriormente la gobernación de Nariño mediante la ordenanza 002 aprobada por la Asamblea Departamental reconoce: “el Acuerdo de Competitividad de la Cadena Productiva del Cuy como Política Pública del Departamento de Nariño, permitiendo consolidar la Cadena Productiva del Cuy”.

A pesar de todo esto, existen pocas experiencias registradas en el departamento de Nariño que prueben que se le puede dar un uso adecuado a los residuos orgánicos provenientes del cuy, aprovechando el valor agregado que una gestión sostenible permite y reduciendo los impactos ambientales negativos generados por estos residuos.

En la Granja Experimental Botana se puede observar esta situación, ya que no existe un sistema que permita una mejor disposición y utilización de residuos orgánicos provenientes de la actividad cuyícola, encontrando una sola experiencia de investigación de producción más limpia implementada dentro de ella.

## 2.1. JUSTIFICACIÓN

La crianza de cuyes es una actividad tradicional en Perú, Ecuador y el sur de Colombia, siendo el cuy el plato típico de la cultura nariñense, motivo por el cual pasó de ser una actividad familiar a ser una actividad económica, por esto desde el año 2010 se considera una cadena productiva naciente y con gran potencial en la región (Tarapuez, 2016).

Según la Gobernación de Nariño (2011), en su Plan Regional de Competitividad de Nariño 2010 - 2032, el crecimiento económico del departamento se estimó en 4,6%, cifra inferior al crecimiento nacional que fue del 7.5%. Estos datos permiten afirmar que Nariño se encuentra rezagado según los comparativos de crecimiento en las ramas de la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca; reduciéndose desde el año 2000 de un 17,7% a un 14,4% en el año 2009; en este contexto, para el año 2010, la Cámara de Comercio de Pasto destaca que el 96% del tejido empresarial está conformado principalmente por establecimientos micro-empresariales, los cuales desarrollan actividades con bajas posibilidades de acumulación y la informalidad es una realidad en su estructura.

En el comparativo del sector pecuario en 2009, el departamento de Nariño ocupa el primer lugar en cuyicultura y cunicultura. De la misma manera, ocupa el octavo lugar en avicultura no industrial (pollos, gallinas, patos y codornices), en la producción pecuaria del departamento en 2009, pollos y gallinas representaron el 42,4%, cuyes el 38,8%, y ganado bovino 11,4% (Ministerio de Trabajo, 2011).

Se calcula que el consumo anual en asaderos familiares y empresariales se encuentra alrededor de 172.761 canales/ año, con una demanda total para el municipio de Pasto cercana a 335.966 canales/año. De igual manera se estableció un déficit en la producción de 95.970 cuyes/año, generando una demanda insatisfecha del mismo valor. Los productores semi-tecnificados

del municipio de Pasto producen 196.886 cuyes/año, de los cuales 118.133 son para consumo, 39.377 se destinan para pío de cría, se reservan 19.688 para renovación de galpones y 19.688 se destinan para autoconsumo (Argote & Villada, 2009).

Ante esta situación se opta por elegir la Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño donde existen varios programas productivos dedicados a la crianza de distintos animales como cerdos, cuyes y vacas los cuales generan una gran cantidad de residuos orgánicos o excrementos, situación apropiada para complementarla con una propuesta que promueva una agricultura sana, sin uso de fertilizantes, plaguicidas, herbicidas y cualquier tipo de producto químico.

De esta manera, el aporte de la presente propuesta se encamina en el reúso de todos los elementos de la granja en una cadena de transformación constante que aproveche la gran cantidad de estiércol que producen los galpones de cuyes, con el fin de utilizarlos en la producción de biogás para cocción y abono fertilizante.

Con la implementación de esta propuesta auto sostenible se permitirá mejorar y estimular la preservación del ambiente, asegurar condiciones sanitarias adecuadas, mejoramiento de la tierra, asegurar la estabilidad de la producción animal y alcanzar niveles de autosuficiencia y sostenibilidad, cumpliendo y siendo coherentes con las competencias profesionales que caracterizan al Ingeniero Ambiental de la Universidad de Nariño. Además, utilizar el sistema de reciclaje de todos los elementos de la granja en una cadena de transformación constante, produciendo un tipo abono de buena calidad y con un valor económico en el mercado.

Por otra parte, la propuesta servirá como referencia bibliográfica para futuras investigaciones que estudien el tema de producción más limpia de criaderos de cuyes, u otro tipo de producción pecuaria, teniendo como eje central el uso y aprovechamiento de residuos orgánicos.

## **CAPITULO 3. OBJETIVOS**

### **3.1. Objetivo General.**

Realizar una propuesta de uso y aprovechamiento de residuos orgánicos de cuyes en la Granja Experimental Botana

### **3.2. Objetivos Específicos**

Identificar las diferentes alternativas de uso y aprovechamiento de los residuos orgánicos de cuyes que puedan ser implementados en la región

Formular alternativas que contribuyan con el manejo integral de los residuos orgánicos de cuyes en la Granja Experimental Botana

## **CAPITULO 4. METODOLOGÍA**

Esta monografía se fundamentó y desarrolló bajo un proceso de investigación descriptiva, con un enfoque cualitativo planteado por Sampieri (2014), utilizando los conocimientos generales sobre el tema y realizando una compilación bibliográfica ordenada y analizada para contribuir a la nueva propuesta de uso y aprovechamiento de residuos orgánicos de cuyes.

Las etapas de este proceso metodológico fueron las siguientes:

### **4.1. Etapa inicial**

En primer lugar, se hizo una revisión de fuentes bibliográficas relevantes para lograr los objetivos propuestos en esta investigación (Libros, artículos, revistas y publicaciones), y en general, toda la variedad de material escrito referente al tema.

- Trabajos de grado realizados en Perú
- Trabajos de grado realizados en Ecuador
- Trabajos de grado realizados en Colombia
- Granja Experimental Botana – Universidad de Nariño
- Biblioteca de la Universidad Mariana
- ScienceDirect
- Scientific electronic library online (SCIELO)

En segundo lugar, se utilizó un tipo de lectura discriminatoria, en donde se logró resaltar los aspectos esenciales y relevantes del tema.

Cumpliendo con lo propuesto en el primer objetivo específico, se investigaron todos los trabajos realizados a nivel internacional, nacional, regional y local que se centran principalmente en el uso y aprovechamiento de residuos orgánicos provenientes del cuy, con

características muy similares a los aspectos económicos y sociales presentes en nuestra región para facilitar su posterior aplicación.

Con esto, se dio continuación con el cumplimiento del segundo objetivo específico realizando un texto explicativo en el cual se evaluaron todas las alternativas de uso y aprovechamiento de residuos orgánicos provenientes del cuy para ser implementadas en la Granja Experimental Botana; teniendo en cuenta si ya se estaban aplicando dentro de ella, exponiendo alternativas viables para su mejoramiento o si por lo contrario no se habían implementado proponiendo alternativas para una implementación futura que minimice los impactos ambientales causados por la mala disposición de estos residuos dentro de la granja.

#### **4.2. Etapa final**

Finalmente, se desarrollaron las conclusiones respectivas de todo el análisis e interpretación de los temas abordados.

## **CAPÍTULO 5. MARCO TEÓRICO**

### **5.1. ANTECEDENTES**

A nivel internacional, en Latinoamérica no se han realizado muchas investigaciones en el uso y aprovechamiento de residuos orgánicos provenientes de animales de corral como el cuy; existen varias experiencias realizadas en países como Perú, Honduras, Ecuador y Bolivia, siendo las más relevantes y conocidas las realizadas en Perú y Ecuador; procesos que han sido exitosos debido al gran impacto efectuado en los lugares donde han sido desarrollados y que garantizan una alta efectividad.

Las investigaciones en Perú inician en 1994 con la ingeniera agrónoma Carmen Morales, profesora de la Universidad Agraria la Molina en Lima, desarrollando un proyecto tecnológico que permitía aprovechar los desechos orgánicos del cuy para convertirlos en bioenergía, al mismo tiempo obteniendo bioabonos con los mejores rendimientos.

Morales junto a su esposo Ulises Moreno se han convertido en los pioneros en la implementación de biodigestores a partir del guano del cuy en Perú; además ponen en práctica el concepto de fincas autosuficientes utilizando todos los residuos orgánicos que se generan en ellas para uso y aprovechamiento en pro del medio ambiente. Sus innumerables investigaciones los llevaron a trabajar con biodigestores modelo chino obteniendo como resultado tres productos altamente beneficiosos; biogás, biol y biosol (Ramírez G., 2017).

En Tacna Perú, también se desarrolló un proceso investigativo para obtener biogás a partir del estiércol del cuy como material fermentativo y como inóculo el rumen del estómago de la vaca llegando a obtener biogás en batch, que al ser encendido originó una llama que tuvo una duración de 10 minutos (Delgado, 2006).

La primera experiencia de aprovechamiento de residuos orgánicos reportada en Colombia es la de los Hogares Juveniles Campesinos quienes iniciaron en Urrao en 1964 un proyecto denominado "Desarrollo Endógeno Agropecuario", construyendo una de las primeras plantas de gas metano en Latinoamérica con un biodigestor alimentado con estiércol de animales (vacas y cerdos) de donde se obtiene abono por descomposición aeróbica. Actualmente, están causando tanta sensación por su sencillez, facilidad y múltiples usos.

Posteriormente en 1975 el Director General de los Hogares Juveniles Campesinos realizó un modelo más completo en Villa Onofre (en Tablazo-Rionegro-Antioquia). Este modelo fue visitado por los técnicos de la AID en 1979 y premiado como el verdadero modelo de granjas integrales para los agricultores minifundistas de toda la América Latina, después de la "AID" también el SENA y la Caja Agraria adoptan este modelo de los Hogares Juveniles Campesinos (HJC).

En otra investigación realizada por la EAN de Bogotá, se evaluaron alternativas tecnológicas para la generación de biogás a partir de los residuos orgánicos, llegando a la conclusión de identificar plenamente cuatro sistemas disponibles posibles de implementar en el entorno colombiano para obtener biogás a partir de excrementos. De todos los sistemas estudiados el más recomendado es el sistema o modelo del biodigestor de Taiwán, el cual se acomoda de manera eficiente y efectiva a los requerimientos de índole ambiental y técnica, los cuales son aplicables en el contexto Colombiano (Rodriguez, 2014).

En Nariño, uno de los más recientes estudios fue el "Proyecto composteras bio-orgánicas: una alternativa saludable para las familias que hacen parte de la Institución Educativa Municipal Cabrera (I.E.M.C), municipio de Pasto" realizado por Gonzáles (2015). En este proyecto se seleccionaron 5 familias del corregimiento de Cabrera, las cuales aprovechando las excretas de

los cuyes se han propuesto mejorar sus condiciones de vida y salubridad al crear las composteras con la tecnología apropiada para la lombricultura. Los resultados demostraron que la gestión adecuada de estos residuos permitió controlar los malos olores, proliferación de insectos y emisión de lixiviados que perjudican los suelos y la salud de las personas y los animales. Además, se sensibilizó a las personas sobre la utilización adecuada de estos residuos orgánicos desde sus hogares, profundizando los conocimientos sobre la crianza de cuyes, las enfermedades que estos tienen, la comercialización, etc.

Los técnicos que los apoyaron les enseñaron como aprovechar los residuos orgánicos para los pequeños cultivos, además como construir los tipos de composteras y el cuidado e higiene que se les debe realizar para que no haya contaminación en su entorno familiar, la utilización de los residuos orgánicos para producir abono orgánico fue una alternativa para ayudar a mejorar la calidad de vida de las familias, el ambiente familiar y comunitario, además de la salubridad (Gómez Gonzales, 2015).

## **5.2. ORIGEN DEL CUY (*Cavia porcellus linnaeus*),**

El cuy también denominado Guinea Pigs, Cobayo, Conejillo de indias, Acure, Curí, es un roedor oriundo de América del Sur (Perú, Colombia y Venezuela, y Bolivia), domesticado hace más de 2500 a. C. y criado hace más de 500 años por los primitivos de ese continente (Biológicas, 2005).

Luego cuando llegaron los españoles, fue llevado a España, donde ellos intensificaron, incrementaron y mejoraron su raza, cabe resaltar que este roedor es de fácil crianza, la cual se la sigue realizando de forma tradicional en poblaciones rurales desde orígenes ancestrales (Avilés *et al.*, 2014)

### 5.3. Generalidades del cuy (*Cavia porcellus Linnaeus*):

En nuestro país los más comunes son: El gigante peruano y el criollo, y sus características son: Longitud de 25 centímetros y 8 a 12 centímetros de alzada; existen 4 tipos:

Corto – liso

Corto – crespo

Largo - liso

Ensortijado

Según su morfología, se presentan dos tipos: 1 - De forma redondeada, cabeza corta y ancha y de temperamento tranquilo. 2 - De forma angulosa, cabeza alargada y temperamento nervioso. Estos presentan una baja conversión de alimentos, su color es variado. Se prefieren los de colores claros, ya que los de colores oscuros dan una carne de ese color, concordando con su mala presentación; el macho es de tamaño menor que la hembra, pero tiene la cabeza más grande. La hembra tiene dos pezones, a pesar de esto puede alimentar más de dos crías (Veloz, 2005).

Según Chauca (2014), la escala zoológica el cuy se ubica dentro de la siguiente clasificación:

Tabla 1

Orden	<i>Rodentia</i>
Suborden	<i>Hystricomorpha</i>
Familia	<i>Caviidae</i>
Genero	<i>Cavia</i>

Datos obtenidos en la investigación (Chauca, 2014).

Tabla 2

ESPECIE
<i>Cavia aperea aperea Erxleben</i>

---

*Cavia aparea aparea Lichtenstein*

*Cavia cutleri King*

*Cavia porcellus Linnaeus*

*Cavia cobaya*

---

Datos obtenidos en la investigación (Chauca, 2014)

El cuy puede presentar enfermedades intestinales debidas al consumo de alimentos nocivos, plantas tóxicas o en mal estado. El buen manejo en la alimentación es esencial para mantener sanos a los curíes, las hembras son aptas para la reproducción a temprana edad, pero deben disponerse para tal efecto a los 4 o 6 meses de edad. Las hembras deben reemplazarse cada dos años, para evitar la consanguinidad entre las crías, mientras que los machos reproductores se deben cambiar cada año.

El celo se presenta cada 14 a 17 días con una duración de 24 horas, la gestación dura alrededor de 67 días; la lactancia dura entre 20-25 días; el destete se hace entre la tercera y cuarta semana, separando a los pequeños, dejando en sitios diferentes a los machos y hembras hasta los 3 o 4 meses, edad en que se destinan a la reproducción o al consumo, para el sacrificio se prefieren aquellos animales que alcancen un peso de 1 Kg (El Cuy Razas y Crianzas, 2017).

#### **5.4. Estiércol del cuy (*Cavia porcellus Linnaeus*):**

En cuanto a las características del estiércol de cuy se caracteriza por su alto contenido de nutrientes como nitrógeno (1,90g/l) fósforo (0,80g/l) y potasio (0,80g/l) y en lo referente a los usos de las heces del cuy, estos son diversos, se utiliza para la elaboración de alimento balanceado para ovinos, vacunos, camélidos, como sustrato para la obtención de fertilizantes orgánicos: humus de lombriz, Biol (fertilizante líquido), producto del proceso de energía: biogás y biosol para compostaje (Agrobanco, 2015).

## **5.5. RESIDUOS ORGÁNICOS**

Son aquellos que pueden ser degradados por acción biológica, y están formados por todos aquellos residuos que se descomponen con el tiempo para integrarse al suelo, como los de tipo animal, vegetal y todos aquellos materiales que contengan carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno (Alcaldía de Bogotá, 2010).

### **5.5.1. Generación de residuos orgánicos**

Algunas sociedades modernas basan su desarrollo económico a través de sus recursos ambientales, sin tener en cuenta los impactos ambientales que generan sobre el medio ambiente. Estos procesos se han llevado a cabo con diferentes actividades que llevan implícitos la generación de una gran cantidad de residuos, los cuales en su gran mayoría son orgánicos.

Esta problemática está relacionada con la falta de conciencia ciudadana sobre la relación de ambiente y residuos, ausencia de un marco de apoyo para la implementación de tecnologías más limpias y la asignación de responsabilidades a los establecimientos que los generan, para buscar alternativas de tratamiento post consumo (Jaramillo & Zapata, 2008).

### **5.5.2. Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos**

Actualmente una problemática que se está presentando en el sector urbano y rural es la generación de residuos sólidos orgánicos; en el sector rural es causado por la producción animal intensiva que generan una gran cantidad de residuos, como por ejemplo la generación de estiércol de ganado o especies menores. Una alternativa de solución para aprovechar estos residuos es producir biogás y sub productos de este proceso como el biol y biosol mediante la utilización de biodigestores o con la producción de abonos para usos agrícola (De La Cruz, 2005).

## **5.6. TIPOS DE APROVECHAMIENTO**

### **5.6.1. Compost**

Es un proceso biológico mediante el cual es posible convertir toda clase de residuos orgánicos en materia orgánica estable (composta), gracias a la acción de diferentes microorganismos; las aplicaciones más comunes del compostaje incluyen el tratamiento de residuos agropecuarios, residuos de jardinería, residuos de cocina, residuos sólidos municipales y lodos.

El proceso del compost se lleva a cabo mezclando la materia orgánica con el suelo o tierra, dejando que los microorganismos actúen desintegrándola recuperándose así, la fracción orgánica para devolverle posteriormente a la naturaleza sus propiedades para mantenerla en un equilibrio constante. El resultado del proceso (composta) no es enteramente un abono, aunque contiene nutrientes y oligoelementos, sino más bien es un regenerador orgánico del terreno, el cual debe ser mezclado con la tierra para su uso adecuado (Universitaria, 2012).

### **5.6.2. Lombri-compost**

Este proceso se basa en la crianza intensiva de lombrices para la elaboración de compostaje a través de residuos orgánicos. Este proceso es relativamente nuevo en Latinoamérica, la posible razón por la que se empezó a utilizar desde hace pocos años consiste en los surgimientos de nuevos problemas ecológicos que generan una serie de impactos ambientales negativos sobre la naturaleza. Este método, combina la composta natural con la utilización de lombrices, y es conocido como lombricultura, la cual se define como el uso de la lombriz de tierra para la descomposición de los desechos orgánicos generando un producto denominado vermicompost (Aguirre & Barbara, 2012).

### **5.6.3. Bocashi**

El bocashi (término del idioma japonés que significa, abono orgánico fermentado), incorpora al suelo materias orgánicas y nutrientes esenciales como, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro; los cuales, mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo (Ramirez & Naidu, 2010). Estos abonos tienen como objetivo estimular la vida microbiana del suelo y la nutrición de las plantas. Las enmiendas orgánicas varían en su composición química de acuerdo al proceso de elaboración, duración del proceso, actividad biológica y tipos de materiales que se utilicen (Liang, 2009).

El bocashi es un tipo de abono que se produce más rápido que el compost, es el resultado de la fermentación de residuos vegetales y estiércol con la ayuda de productos fermentadores como la melaza y levaduras que aceleran la descomposición; es rico en nutrientes e incorpora gran cantidad de organismos benéficos al suelo (Enríquez , 2017).

### **5.6.4. Biodigestor**

Es un recipiente cerrado o tanque, el cual puede ser construido con diversos materiales (ladrillo y cemento, metal o plástico), posee una entrada por el que se suministra la materia orgánica en forma conjunta con agua (afluente), y una salida en el cual el material ya digerido por la acción bacteriana abandona el biodigestor (efluente) (Marti, 2008).

Este proceso tarda unos 15 días más o menos, puede verse afectado por la temperatura exterior, por tanto es importante mantener la temperatura en unos 18 grados, este proceso de biodigestor se da porque existe un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos en los excrementos que al actuar en el material orgánico produce una mezcla de gases (con alto contenido de metano) o biogás (Ecured, 2017).

En cuanto a la obtención de una buena calidad de biogás a través del biodigestor se deben tener en cuenta aspectos como: utilizar solamente materiales que sean de fácil fermentación, en lo posible se recomienda que los residuos tengan un tamaño no mayor a 2,5 cms; el tiempo de residencia o el tiempo mínimo para lograr la estabilidad parcial o completa de la materia orgánica, factor que depende de la temperatura del medio y de la concentración de sólidos que se quiere mantener por ejemplo a temperaturas menores de 18 grados el tiempo de duración debe ser de 20 a 30 días, en temperaturas entre 18 y 24 grados el tiempo disminuye de 15 a 20 días, igualmente en temperaturas mayores de 24 grados el tiempo se reduce entre 10 a 15 días.

#### **5.6.5. Biogás**

Es un gas combustible que está compuesta principalmente por metano ( $\text{CH}_4$ ), y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que se forma cuando la materia orgánica de origen animal y vegetal se descompone bajo límites de temperatura, humedad, acidez y en ausencia de oxígeno; es decir en condiciones anaeróbicas (Guardado & Vargas, 2008).

#### **5.6.7. Biol**

Es la fracción líquida resultante del "fango" proveniente del fermentador o biodigestor. Este fango es sedimentado obteniéndose una parte líquida a la cual se le llama biol. En el proceso de fermentación se remueven solo los gases generados ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) que representan del 5% a 10% del volumen total del material de carga. Aproximadamente el 90% del material que ingresa al biodigestor se transforma a biol. El uso del biol es principalmente como promotor y fortalecedor del crecimiento de la planta, raíces y frutos, gracias a la producción de hormonas vegetales, las cuales son desechos del metabolismo de las bacterias típicas de este tipo de fermentación anaeróbico (Aparcana, 2005).

## **5.7. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

Se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y servicios para reducir los riesgos relevantes a los humanos y el medio ambiente. En el caso de los procesos productivos se orienta hacia la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y sus desechos (UNEP , 2018).

### **5.7.1. Producción más limpia en Colombia**

El concepto de producción más limpia en Colombia comienza a tomar fuerza con iniciativas de articularse legalmente en la constitución a través del Ministerio del Medio Ambiente, adoptando en el año 1997 la “Política Nacional de Producción más Limpia” como una estrategia complementaria a la normatividad ambiental vigente, impulsando así el desarrollo sostenible en el país. Desde entonces, diferentes iniciativas han sido desarrolladas por empresas, autoridades ambientales y universidades, entre ellas: los convenios de producción más limpia, programas demostrativos de asistencia técnica para la implementación de alternativas preventivas, centros de producción más limpia, guías ambientales, programas de autogestión ambiental. Los resultados de estas iniciativas demuestran la efectividad de la estrategia de Producción más Limpia para mejorar el desempeño ambiental de las empresas y mejorar la competitividad empresarial a través la reducción de costos (Herrera, 2007).

### **5.7.2. Casos de producción más limpia en Colombia**

#### **5.7.2.1. Caso BONEM S.A.**

Esta empresa obtuvo un reconocimiento por las mejoras en el desempeño ambiental por medio de la implementación y mantenimiento de un sistema de gestión ambiental, basado en la

norma ISO 14001, trayendo grandes beneficios en el desempeño ambiental, es así que desde el año 2000 la compañía ha mejorado su funcionamiento con la implementación de objetivos ambientales, controles operacionales y el mejoramiento continuo de su gestión en los aspectos ambientales significativos logrando cumplir con lo establecido en su política ambiental, disminuyendo gastos y alcanzando una mayor eficiencia en sus procesos productivos (CNPL, 2008).

#### **5.7.2.2. Caso granja porcícola INCAFOS**

Este estudio de caso se basó en encontrar resultados obtenidos al implementar un programa de aprovechamiento de residuos sólidos y un sistema de tratamiento de aguas, a partir del cual se genera la energía para las bombillas utilizadas en el calentamiento de los lechones. Estas prácticas llevaron a la disminución del consumo de agua y energía, y al mejoramiento de las aguas residuales con la disminución en los pagos de las tasas retributivas, así mismo se logró la obtención de ingresos adicionales por los productos obtenidos en el tratamiento de residuos sólidos (CNPL, 2008).

#### **5.8. GRANJA BOTANA “UNIVERSIDAD DE NARIÑO”**

La Granja experimental Botana de la Universidad de Nariño, está localizada en la vereda Botana, corregimiento de Catambuco, en el municipio de Pasto, a nueve kilómetros sobre la vía panamericana sur que conduce al municipio de Ipiales, desviándose al sector izquierdo de la carretera que comunica a la vereda, “El Campanero”, en el kilómetro 77, con más de sesenta hectáreas de terreno, permite a estudiantes y a docentes de la facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias con sus programas de Zootecnia, Medicina Veterinaria e Ingeniería en Producción Acuícola, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Agroforestal y Agroindustria para adelantar sus prácticas académicas de acuerdo al pensum y materias que se tiene que cumplir en esta área de

trabajo. La Universidad de Nariño cuenta con tres granjas para llevar a cabo las prácticas, de las cuales, la más utilizada es la de Botana, donde se adelanta la producción de peces, avícola, cuyícola, conejos, ganadería porcina, bovina, ovina y caballar, entre otras especies (UDENAR, 2017).

### **5.8.1. Programa cuyícola en la Universidad de Nariño-Granja Experimental Botana**

El programa de cuyes fue creado en las granjas de la Universidad de Nariño hacia los años setentas, con una población de 465 cuyes de la línea nativa, valorados en \$ 1.802.666. Como estrategia para solucionar los problemas que aquejaban al pequeño productor y a los artesanos del Departamento, en el año 1999 se realizó el convenio Universidad de Nariño – Secretaría de Agricultura del Departamento - IICA y Ministerio de Agricultura, para fomentar la producción y la crianza, a través de capacitaciones de forma teórica y práctica en la crianza de esta especie. Para llevar a cabo dicho proyecto se realizó la entrega de 10.000 cuyes de pie de cría a diez municipios productores del departamento como: Guaitarilla, San Lorenzo, Arboleda, San José de Albán, El Tambo, Berruecos, Chachagüí, San Bernardo, Providencia y Pasto (Ramos, 2000).

### **5.8.2. Inventario animal.**

El programa cuyícola de la Granja Experimental Botana para el mes de febrero del 2018 contó con un total de 193 hembras reproductoras, 49 machos reproductores, 152 hembras de levante, 124 machos de levante y 101 crías para un total de 619 animales de la línea mejorada; la línea nativa cuenta con 88 hembras reproductoras, 4 machos reproductores, 149 hembras de levante, 125 machos de levante y 42 crías, para un total de 408 animales, en total se tienen 1027 animales albergados en 3 galpones, generando un total de 143,78 Kg-est/día (Enríquez , 2017).

## 5.9. MARCO LEGAL

La normatividad en materia de residuos sólidos es amplia debido a que abarca leyes, decretos y resoluciones, entre otros, tendientes a reglamentar la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en Colombia (CORPONARIÑO , 2017).

A continuación, se resumen en orden cronológico:

**Tabla 3 Marco Normativo**

<b>NORMA</b>	<b>OBJETO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Ley 09 de 1979	Creación del Código Sanitario Nacional	Fija una serie de normas relacionadas con la protección del ambiente y la salud humana.
Constitución Política de Colombia 1991	Constitución Política de Colombia	Derechos fundamentales, tareas del Estado, con relación al derecho al trabajo, a la dignidad, a un ambiente sano, a proveer los servicios públicos de agua y saneamiento ambiental.
Ley 99 de 1993	Se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se establece formalmente el Sistema Nacional Ambiental.	Se responsabiliza a todos y cada uno de los actores del desarrollo de la tarea de conservar y aprovechar de manera racional los recursos naturales y el ambiente.  Define que las Autoridades Ambientales, serán las responsables de formular y verificar el cumplimiento de las políticas y normas ambientales.
Ley 142 de	Se establecen y reconocen las	En sus Art. 9 y 146 establece taxativamente

1994 / Ley 632 de 2000	conductas y procedimientos que se deben aplicar con relación a como valorar servicios y actividades de aprovechamiento de residuos.	que el servicio que se paga es el que se mide y fija claramente la función ecológica de los servicios públicos.
Resolución 351 y 352 del 2005	Modifica la Resolución 151/2001	Contienen las producciones per cápita por estrato socio económico, con lo cual se dan los argumentos que es posible establecer valores reales de lo que se recoge, se transporta y se dispone en relleno sanitario,
Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. 2005	Plantea Directrices para la Gestión de Residuos Peligrosos. Incluye Suelos Contaminados.	
Decreto 838 de 2005	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002	Se establecen otros conceptos sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 4741	Por el cual se reglamenta	

de 2005	parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.	
Resolución 601 de 2006	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia. (Olores)	
Decreto 979 de 2006	Modifica artículos 7,10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995.	Establece términos para la calidad de aire
Ley 1252/2008	Regula dentro del marco de la gestión integral, la protección de la salud humana y el ambiente.	Establece las directrices para la importación y exportación de residuos peligrosos, su minimización desde la fuente, la producción más limpia; su disposición adecuada, la eliminación responsable de las existencias de estos dentro del país.
Ley 1333 de 2009	Establece el nuevo régimen sancionatorio ambiental	Se incorporan los Principios Ambientales y Constitucionales  Se crea el Registro Único de Infractores Ambientales-RUIA
Decreto 2372	Por el cual se reglamenta el	El objeto del presente decreto es

de 2010	Decreto del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.	reglamentar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y los procedimientos generales relacionados con este.
Decreto 3930 de 2011	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público, y se dictan otras disposiciones.	La aplicación de esta norma, exige a los operadores de Rellenos Sanitarios, altas eficiencias en el tratamiento de los lixiviados.
Resolución 1890 de 2011	Enuncia alternativas para la disposición final de los residuos sólidos en los municipios y distritos (Celda de Transición).	
Decreto 2981 de 2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo	El presente decreto aplica al servicio público de aseo de que trata la Ley 142 de 1994, a las personas prestadoras de residuos aprovechables y no aprovechables, a los usuarios, a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, a la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento

		Básico, a las entidades territoriales y demás entidades con funciones sobre este servicio.
Resolución 754 de 2014	Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos.	Se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, en adelante PGIRS.
Norma Técnica Colombiana NTC 5167	Se establecen los requisitos que deben cumplir los productos de la industria agrícola.	Estandarización a ensayos a productos para la industria agrícola, productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo.
Decreto 351 de 2014	Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades.	El presente decreto tiene por objeto reglamentar ambiental y sanitariamente la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades.
Decreto 0783 de 2015	Por el cual se deroga el numeral 10 del artículo 24 del decreto 2041 de 2014.	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.	El presente decreto copila y racionaliza las normas de carácter reglamentario que se rige en el sector para contar con un instrumento jurídico único.
Decreto 1077 de 2015	Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector Vivienda, Ciudad y Territorio.	El presente decreto copila y racionaliza las normas de carácter reglamentario que se rige en el sector para contar con un instrumento jurídico único.
Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos (COMPES 3874). 2016	Implementa la gestión integral de residuos sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario, para contribuir al fomento de la economía circular, desarrollo sostenible, adaptación y mitigación al cambio climático.	
Resolución 330 de 2017	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).	La presente resolución reglamenta los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de planeación, diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura relacionada con los servicios

		públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo.
--	--	--

## **CAPÍTULO 6. RESULTADOS**

### **6.1. ALTERNATIVAS DE USO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PROVENIENTES DE CU YES**

Según la revisión bibliográfica realizada en esta investigación, se encontraron las siguientes alternativas de uso y aprovechamiento de residuos orgánicos provenientes de cuyes principalmente realizadas en países como Perú y Ecuador, resaltando que son escasas las experiencias realizadas en Colombia y en el departamento de Nariño.

#### **Alternativa: Producción de biogás y sub productos como biol y biosol:**

En la Universidad de Cuenca-Ecuador se realizó un experimento basado en la comparación de biogás a través de materia orgánica. Obteniendo como resultados una buena producción de biogás por parte de residuos orgánicos del cuy en un lapso de solo 90 días, con una baja producción de componentes sulfurosos.

Se debe agregar, además, que el biol obtenido presento un moderado porcentaje de nitrógeno en comparación con otras muestras de animales, un mayor porcentaje de fosforo y una excelente producción de potasio.

Asimismo, el biosol se obtuvo un alto porcentaje de nitrógeno en los primeros 75 días pero con una disminución conforme estos trascurrían, el porcentaje de fósforo también fue bueno y como en el biol la mayor producción fue de potasio (Crespo Astudillo, 2010)

#### **Usos:**

Así entonces, el biogás se lo puede utilizar en hogares como método de cocción para los alimentos y calefacción; como también en la unidad de producción directa.

Además, se puede utilizar para producir energía eléctrica para uso del calentamiento de las crías recién nacidas de cerdos y aves, lo que permitirá ahorrar el gasto económico de este tipo de energía, remplazándola por una más sustentable.

Por otra parte, el biol puede ser implementado como fertilizante en diferentes cultivos, se puede utilizar tanto en cultivos perennes como en árboles forrajeros debido a su alto valor nutritivo para las plantas; siendo estos un potencial alimento para el ganado y animales pecuarios.

Se debe agregar que, la alta calidad del biol como fertilizante radica en que después de haber transcurrido el proceso de biodigestión, todos los nutrientes y más de la mitad de la materia orgánica se encuentran en él.

Al mismo tiempo, el biol del biodigestor cumple una función fitosanitaria al actuar como repelente contra insectos- plagas de los cultivos.

### **Alternativa: Producción de biogás a través de un biodigestor**

En Colombia los tratamientos de aprovechamiento de residuos orgánicos del cuy que se han realizado son escasos, los pocos encontrados en esta investigación se sitúan en el departamento de Nariño.

Uno de ellos fue realizado por Cristian De La Cruz y Daniel Bolaños, estudiantes de la Universidad Mariana de Pasto; en el cual se estudió la generación de biogás a partir de residuos de cuy en la vereda los Lirios- corregimiento de Mapachico, municipio de Pasto-Nariño. Utilizando diferentes mezclas en biodigestores artesanales, observando una mayor eficiencia en la producción de gas en una de ellas, la cual estaba conformada por estiércol, residuos vegetales, agua y melaza.

Donde también se concluyó que el biogás producido por la cuyinaza tiene un menor poder calorífico que el gas licuado de petróleo (De La Cruz & Bolaños, 2015)

**Usos:**

Producción de biogás en la vereda los Lirios- corregimiento de Mapachico, municipio de Pasto-Nariño

**Alternativa: Compostaje a partir del estiérco del cuy:**

Otro de los estudios investigativos realizados en la zona alto andina del departamento de Nariño tuvo como objetivo aprovechar los residuos sólidos de la cadena productiva del cuy mediante compostaje, para su uso como bioabono en cultivos de forraje, presentado por la estudiante Carolina Tarapues de la Universidad de Manizales, obteniendo como resultado que el uso y elaboración de abonos orgánicos como alternativa a los fertilizantes comerciales para cultivos es una estrategia económicamente viable y favorable ambientalmente, debido a que con el uso de estos se puede generar cultivos provechosos, se generan alternativas para la disposición final de residuos sólidos y se integra los residuos al proceso productivo, haciendo de esta actividad económica un proceso productivo y cíclico (Tarapues, 2016).

**Usos:**

Uso como bioabono en cultivos de forraje (*Alfalfa medicago sativa*) en la zona alto andina del departamento de Nariño

**Alternativa: Bocashi a partir de la cuyinaza**

En esta investigación se encontró; que el único trabajo de aprovechamiento de residuos sólidos generados por el cuy realizado hasta el momento en la Granja Experimental Botana; el cual fue realizado por Juan Manuel Enríquez.

El objetivo de la investigación se basó en evaluar tres métodos de elaboración de abono orgánico fermentado tipo bocashi utilizando como materia prima las excretas del programa cuyícola y variaciones en el inoculante microbiano por cada tratamiento realizado; además otros compuestos como tierra cernida, paja picada, carbón, pulidura de arroz, cal dolomita, tierra negra de bosque, melaza, levadura granulada, agua y Microorganismos eficientes autóctonos (E.M.A). Obteniendo como resultado que el abono fermentado tipo bocashi constituye una opción viable para tratar los residuos orgánicos de la producción cuyícola de la Granja Experimental Botana, produciendo abono orgánico de buena calidad química en un periodo aproximado de solo 20 días y además que la aplicación de Microorganismos eficientes autóctonos, como inoculante microbiano resulta favorable para el proceso de fermentación, lo que permite la obtención de abonos orgánicos tipo bocashi sin necesidad de extraer del bosque el manto de tierra negra, convirtiéndolo en un proceso sostenible para la granja (Enríquez , 2017).

**Usos:**

Producción de bioabonos para cultivos de la región.

**Alternativa: uso de la piel del cuy para fines artesanales**

Una alternativa adicional para la crianza de cuyes es utilizar la piel con fines artesanales. La piel de cuyes de descarte desmerece la calidad de la carne por la dureza que tiene la piel de los animales adultos. De un total de 40 cuyes adultos con un peso vivo promedio de 1 a 2 Kg, se ha determinado que el 16% por ciento de su peso lo conforma la piel. En relación a otras especies este valor porcentual es alto, por lo que debe mejorarse la técnica del desuello para que la piel no arrastre grasa ni carne (FAO, 2015).

**Usos:**

Se ha probado la opción de preparar pergaminos, cueros y peletería. La opción de peletería es escasa, sin embargo presenta condiciones para ser procesada a pergaminos y aún se tiene una mejor alternativa que es el procesado a cuero por tener excelentes cualidades físico-mecánicas

### **Alternativa: Vísceras del cuy (*Cavia porcellus*) y su uso potencial en alimentación animal**

Este estudio encontró que el porcentaje de aprovechamiento para fines alimenticios del cuy es más bajo si se lo compara con otros animales, rondando entre un 20 y 24% la cantidad de vísceras presentes en unidad de cuy; disminuyendo su aprovechamiento total al momento de destinarlo para fines alimenticios, pero aumentando la probabilidad de generar harinas con fines comerciales a través de estos desperdicios.

Los resultados obtenidos del análisis proximal indican que las vísceras presentan altos niveles de proteína (25,8%) y grasa (54,8%). De acuerdo a la clasificación de materias primas para elaboración de concentrados, las vísceras de este animal se constituyen en una fuente adecuada de energía y nutrientes, que puede ser potencialmente usada para cubrir los requerimientos nutricionales de animales como aves, cerdos y ganado de doble propósito (Parra, Acosta, Andrade, & Guerra, 2016).

#### **Usos:**

Las vísceras constituyen en una materia prima con excelentes características nutricionales para ser aprovechadas en la elaboración de concentrado animal. La harina de vísceras de cuy presenta un contenido proteínico que cumple con los requerimientos normativos a nivel nacional y los ácidos grasos presentes en la grasa son ricos en aceites esenciales como los omega 3, 6 y 9, que en la dieta de los animales son escasos y de alto costo.

Se recomienda evaluar o mejorar diferentes metodologías de extracción de la grasa de las vísceras del cuy con el fin de aumentar el contenido proteínico de la harina, así como también

realizar un análisis microbiológico y de digestibilidad en varios animales, ya que estos son factores muy importantes a tener en cuenta en la elaboración de concentrados

## **6.2. ALTERNATIVAS QUE CONTRIBUIRÁN CON EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DE CUYES DENTRO DE LA GRANJA EXPERIMENTAL BOTANA**

Teniendo en cuenta la revisión literaria y las condiciones ambientales y socio-económicas de la Granja Experimental Botana, se puede considerar las siguientes alternativas de uso y aprovechamiento de los residuos orgánicos del cuy que pueden ser implementadas dentro de ella.

### **Alternativa: Compostaje**

**Usos:** El compostaje proveniente de la utilización de residuos orgánicos provenientes de cuy y residuos de granja tiene un alto valor de eficiencia cuando se lo utiliza como abono en cultivos de forraje obteniendo un porcentaje mayor al 50% en experiencias recopiladas en la zona andina de Nariño en esta investigación.

**Observaciones:** Los factores que influyen en un compostaje óptimo para cultivos de forraje son la humedad, aire, pH y temperatura.

En cuanto a la humedad para que sea óptima al momento de realizar compostaje, debe estar entre un rango de 40 al 60%, para lograr esto se debe adicionar agua con intervalos de tiempo dependiendo la cantidad de humedad de la muestra; para evaluar esto una técnica es tomar una pequeña muestra y compactarla para observar si se queda compacta o no, de esta manera podemos observar si el proceso de compostaje se encuentra en el rango de humedad óptimo.

Es recomendable que la muestra tenga una aireación constante para permitir la proliferación de microorganismos aeróbicos, esto se lo puede lograr con un constante

movimiento de la muestra ayudándose de un objeto “listón de madera” dentro de la muestra para la libre circulación de aire.

**Alternativa: Abonos fermentados tipo Bocashi**

**Usos:** El abono fermentado tipo bocashi, lo podemos utilizar en la Granja Experimental Botana en suelos con índices elevados de erosión por causa del uso intensivo de este; observando una recuperación paulatina de los micro y macronutrientes que lo componen.

**Observaciones:** Debe considerarse que el abono tipo bocashi en su elaboración es necesario extraer suelo virgen del bosque de una manera poco técnica, lo cual influye a que no sea una tecnología limpia por el daño ambiental que se asocia a la extracción y transporte de este suelo a lugar de elaboración del abono.

Por tanto, la utilización del bocashi, debe realizarse acompañada de obras de conservación de suelos, (Encamado, terrazas individuales, barreras vivas y muertas) para evitar que el agua de las lluvias arrastre el abono.

**Alternativa: Biol**

**Usos:** Los estudios identificados en este trabajo muestran el gran porcentaje de nutrientes (potasio, fósforo, nitrógeno) que tiene el biol proveniente de la fermentación de residuos orgánicos del cuy, su gran aplicabilidad que puede llegar a tener en cultivos para el óptimo crecimiento de las plantas y la recuperación del suelo post cosecha, por este motivo el biol sería una buena alternativa sustentable para el remplazo total de los agroquímicos utilizados en la Granja Experimental Botana.

**Observaciones:** Al aplicar el biol en el suelo con fines agrícolas, se debe realizar en primera instancia análisis de N, P, K, pH, con la finalidad de conocer los requerimientos del suelo para su

aplicación, porque el biol proveniente del cuy es más rico en nutrientes como el fósforo y nitrógeno.

Dependiendo del tipo de cultivo en el que se aplique los bioles, se debe incrementar la dosis de aplicación.

### **Alternativa: Biogás**

**Usos:** El biogás proveniente de un biodigestor compuesto por residuos orgánicos del cuy, se lo puede utilizar en la granja como una tecnología limpia que puede ir remplazando paulatinamente el uso de energías convencionales dentro de ella, reduciendo costos y el cuidado del medio ambiente.

**Observaciones:** Dentro de la Granja Experimental Botana no existe un biodigestor para el aprovechamiento de los residuos orgánicos del cuy para la generación de gas, el cual por los estudios citados en la investigación resulta factible económicamente por la gran cantidad de residuos que genera la actividad cuyícola, ayudando a un desarrollo sustentable dentro de ella.

### **Alternativa: Lombricompost**

**Usos:** El lombricompost es una tecnología limpia que se la está implementando en la granja, en el cual se utiliza como materia prima todos los residuos orgánicos de los cuyes que salen de las galponeras, esto se los somete a un lecho de secado para generar las condiciones apropiadas para producir el lombricompost; para posteriormente utilizarlo en la recuperación de suelos y para mitigar el impacto ambiental que estos residuos generan.

**Observaciones:** Entre los factores que pueden llegar afectar la reproducción de la lombrices se encuentra; la densidad poblacional, la calidad del alimento, la temperatura, el pH y la humedad del sustrato.

**Densidad poblacional:** Es importante, ya que en un lecho donde haya densidades bajas aumenta rápidamente la población y por el contrario cuando la población es alta se disminuye la tasa de reproducción. En explotaciones intensivas se considera que la población máxima es de 40 000 lombrices por metro cuadrado.

**Temperatura:** Mueren si son expuestas a temperaturas bajas, su temperatura ideal es de 16°C a 18 °C.

**Humedad:** debe estar entre un 60 a 80%.

**Cama:** No puede estar elaborada de maderas rojas o coníferas aromáticas que puedan contener ácido tánico que sea dañino para las lombrices. Puede ser bloques de concreto.

**Alimento:** Debe ser materia orgánica biodegradable, lo ideal es estiércol de animal.

**Alternativas:** Harinas

**Usos:** En la Granja Experimental Botana, las vísceras provenientes de los cuyes no son utilizadas a causa de que no existe un sacrificio de estos animales para fines alimenticios dentro de sus instalaciones. Pero sería una buena propuesta hacer uso de estos para la producción de harinas para los demás animales que se encuentran dentro de la granja y así, disminuir costos en concentrado.

**Observaciones:** Se puede recurrir a convenios con las empresas que solicitan pedidos de cuyes para su sacrificio, a través de los cuales se puedan disminuir costos entre las partes,, enfocando estos convenios en el retorno de las vísceras. una vez los animales hayan sido sacrificados y así, poder realizar el proceso de producción de harina.

### **6.3. PROPUESTA**

Esta investigación encontró además; que hay una problemática dentro de la Granja Experimental Botana con respecto al manejo de los residuos orgánicos provenientes del cuy, al

no contar con un adecuado manejo de excretas sólidas, ni tratamientos, que permitan aprovechar estos residuos orgánicos.

Dicho de otra manera, todos estos residuos son acumulados de manera inapropiada en espacios abiertos como pastizales y potreros cercanos a las instalaciones presentes en la granja, favoreciendo la proliferación de malos olores, la presencia de plagas como moscas y roedores, para posteriormente ser reintegrado al suelo sin tratamiento alguno, cabe resaltar que la producción cuyícola en Colombia no está normatizada por alguna ente institucional que permita verificar y/o comparar aspectos sanitarios, como sucede en otras producciones pecuarias como ganadería, porcicultura y avicultura, etc. En donde no solamente se regulan aspectos productivos, de manejo, sanidad y bioseguridad sino también aspectos medioambientales relacionados con la producción y sub-producción.

De igual manera, para el manejo de estas excretas existe una gran cantidad de protocolos y opciones que van desde sencillos procesos térmicos sin adición de ningún otro material, hasta procesos demandantes en mano de obra, infraestructura, materiales y tiempo.

Por otro lado, la visita técnica realizada también se fundamentó en buscar información para poder sustentar esta investigación, recolectándola directamente en campo para presentar una propuesta viable hecha en el sitio y que sea compatible económicamente con el sistema productivo de la granja logrando identificar los siguientes resultados.

La Granja Experimental Botana posee un total de 1027 cuyes dentro de sus instalaciones entre machos, hembras y crías; cada cuy puede llegar a producir un estimado de 0,14 Kg-est/día, produciendo un total de 143,78 Kg-est/día y 51.760 Kg-est/año. Esta información fue dada explícitamente por operarios de la cuyera. Aunque no se tuvo acceso a un registro que lleve el

control de la producción, se contó con un estimado aproximado que brindaron los trabajadores de la granja.

Es por esto, que la propuesta de este trabajo de investigación se basa en el aprovechamiento de todos estos residuos a través de tecnologías limpias que puede llegar a controlar y minimizar los aspectos ambientales producidos por estos dentro de la Granja Experimental Botana; como, por ejemplo:

- Reducción en el consumo de agua

Al no tener una disposición adecuada de los residuos orgánicos de cuyes; su manejo se realiza en lugares de acopio como pequeñas casetas, las cuales una vez alcanzan su capacidad de almacenamiento se hace necesario realizarles un lavado para evitar la proliferación de olores produciendo un desperdicio excesivo de agua. Por lo cual al realizar un manejo adecuado de estos residuos como; el raspado en seco para un traslado directo para su posterior aprovechamiento en compostaje y biodigestor puede llegar a reducir el consumo de agua dentro de la granja.

- Reducción en el consumo de energía eléctrica

Con la instalación de un sistema de aguas residuales y estiércol a través de un biodigestor para la producción de biogás se puede llegar al remplazo de bombillas eléctricas por unas de gas, logrando obtener una disminución en el consumo de energía entre 24-Kw-h/día y 0-Kw-h/día y así, reducir pagos mensuales de energía dentro de la granja (CNPL, 2008).

- Reducción en emisiones atmosféricas

El manejo dado a los residuos de la actividad cuyícola, provoca olores ofensivos y proliferación de moscas, igualmente favorece en el suelo el crecimiento de microorganismos potencialmente patógenos para los animales y el hombre. La implementación de un programa de

manejo de residuos como el montaje de un tratamiento de aguas residuales a través de un biodigestor y la recolección de estiércol en seco para utilizarlo en la producción de abonos orgánicos como lombricultivos y compostajes va a permitir disminuir significativamente estos olores (CNPL, 2008|).

- Reducción de residuos sólidos y líquidos

Con la utilización de todos los residuos provenientes de la actividad cuyícola se puede llegar a disminuir en un 100% la producción de ellos, enfocándolos para fines de implementación de tecnologías limpias dentro de la granja.

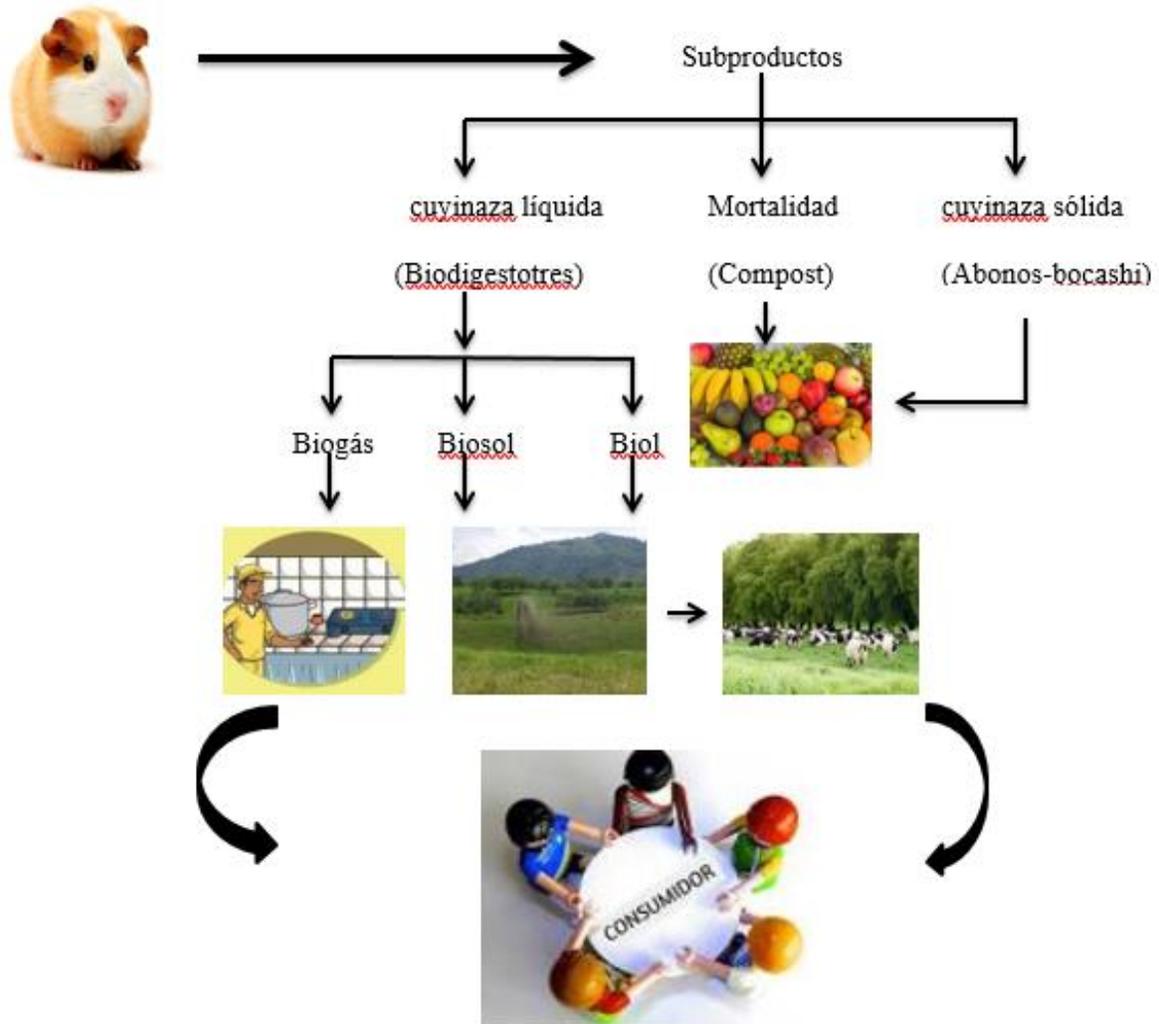
Así, podemos llegar a conseguir una serie de impactos ambientales positivos dentro de la granja como; la pérdida de los recursos naturales, la no generación de olores y moscas, mala imagen de sus instalaciones y quejas por partes del personal que trabaja y vive en sus alrededores.

Las observaciones hechas en esta investigación, se fundamentan en la búsqueda de generar alternativas de uso para esta cantidad de residuos orgánicos provenientes de la actividad cuyícola y la implementación de tecnologías limpias dentro de la Granja Experimental Botana para así, obtener beneficios ambientales y socio-económicos, creando un propuesta enfocada en un desarrollo sostenible integrando los tres factores principales; sociedad, medio ambiente y la economía.

De manera análoga, los desechos orgánicos van estar involucrados en obtener un sector pecuario con una visión sostenible, haciendo el uso correcto de ellos y obteniendo su mejor provecho; esto se logrará de la siguiente manera: por ejemplo, la cuyinaza se la utilizará en la obtención de abonos orgánicos, en la generación de energías renovables a través de un biodigestor para la obtención de biogás que además producirá otros sub productos como el biol y

biosol que son otra clase de abonos orgánicos con excelentes resultados en su utilización para usos agrícolas y de reforestación ayudando de esta manera en obtener impactos ambientales positivos como la captura de carbono y la belleza paisajística.

Todo el manejo que se propone dar a los residuos orgánicos provenientes de cuyes dentro de la granja se lo ilustra de la siguiente manera:



**Figura 1: esquema de aprovechamiento de los residuos orgánicos de la actividad cuyícola**

Con el estiércol producido por la actividad cuyícola presente en la Granja Experimental Botana se logró calcular el valor económico que puede llegar a representar en el mercado y la cantidad de bultos que puede llegar a producirse. Cabe resaltar que en las experiencias citadas en esta investigación en la obtención de cuyinaza a partir de residuos orgánicos arrojaron excelentes resultados comparados con residuos de otros animales como vacas y alpacas; obteniendo resultados similares hasta incluso mejores en las pruebas de laboratorio realizadas para determinar la cantidad de Nitrógeno, Potasio y Fósforo obtenido en el tiempo de fermentación.

**Tabla 1. Valor económico de la cuyinaza**

Nutriente	Valor por bulto de abono		Producción mensual		Producción anual	
	Bulto	Precio (\$)	Bultos	Precio (\$)	bultos	Precio (\$)
Nitrógeno *	1	71,028	1.44	102,281	17.28	1,227,372
Fosforo **	1	96,503	1.32	127,384	15.84	1,528,608
Potasio***	1	69,651	3.3	229,851	39.6	2,758,212
Valor económico total	765.862 (\$)		459,516 (\$)		5,554,192 (\$)	

Bultos de 50 Kg

\*Equivalente en urea, grado 46-0-0

\*\*Equivalente en fósforo diamónico, grado 18-56-0

\*\*\*Equivalente en cloruro de potasio, grado 0-0-60

Estimado para una granja de 1027 cuyes (Rodríguez & Gonzales , 2016)

La anterior tabla, muestra la rentabilidad que puede llegar a tener la producción masiva de cuyinaza en la Granja Experimental Botana, y posiblemente llegar a solventar gastos destinados a la compra de abonos para la agricultura y generar ingresos que pueden ser aprovechados para mejorar las instalaciones y crear nuevos proyectos en pro de los estudiantes de la Universidad de Nariño (Rodríguez & Gonzales , 2016). Cabe resaltar que los datos fueron tomados de experiencias realizadas en Colombia y Perú, por lo cual los resultados pueden llegar a variar si son realizados en la granja; por causa de las características ambientales de la región y los gastos fluctuantes que pueden llegar a existir al momento de llevar a cabo el proyecto.

Además, la propuesta planteada en esta monografía busca que la Granja Experimental Botana aporte de una manera más constructiva el cuidado del medio ambiente de la región, implementando tecnologías limpias como el aprovechamiento de residuos orgánicos presentes dentro de ella, para generar campañas de reforestación con la utilización de estos abonos y así, lograr aumentar su producción disminuyendo de esta manera impactos ambientales negativos sobre el ambiente como la huella de carbono en el planeta.

Para reforzar lo expuesto anteriormente esta investigación presenta a continuación como estas prácticas ambientales pueden llegar a cumplir con este objetivo:

Citando datos obtenidos en la revisión bibliográfica se encontró que el sector industrial puede llegar a generar 3.6 Kg de CO<sub>2</sub>, el sector de transporte 0.1 Kg de CO<sub>2</sub>, los suelos sin ningún uso agrícola o erosionados 5.6Kg de CO<sub>2</sub>, el sector pecuario 75 Kg de CO<sub>2</sub>, un suelo aprovechado para la agricultura en lugar de producir puede llegar a atrapar unos 75Kg de CO<sub>2</sub> (Yara, 2016). Igualmente, un suelo utilizado para reforestación; de esta manera se observa lo importante que puede llegar a ser la utilización de suelos para agricultura y reforestación logrando aumentar su productividad con la utilización de estos bio-abonos.

Por otra parte, las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitidas por sector pecuario es también una problemática ambiental que ha venido creciendo en los últimos años, por causa del incremento en la población del ganado y la mala disposición de su estiércol.

Es conveniente decir que, la Granja Experimental Botana no es ajena a la problemática ambiental de hoy en día en cuanto a la disposición de estos desechos; aunque la comparación entre el sector vacuno y cuyícola es demasiado grande por la cantidad de estiércol producido diariamente por estos animales; por lo cual, esta investigación se propuso realizar un estimado de la cantidad de Kg de CO<sub>2</sub> que pueden llegar a producir todos los cuyes presentes dentro de sus instalaciones.

Por lo cual, se calculó que para un inventario de 1027 cuyes se puede llegar a generar un total de emisiones de GEI de: 0.86 Kg CO<sub>2</sub>-eq/año por fermentación entérica y 5.70 Kg CO<sub>2</sub>-eq/año por manejo del estiércol, para un total de 6.56 Kg CO<sub>2</sub>-eq/año (IPCC, 2015). Que al momento de hacer un uso adecuado de ellos se puede llegar a reducir esta cantidad de GEI beneficiando así al medio ambiente.

Además, todo el estiércol producido dentro de la granja también puede llegar a ser utilizado para fines de obtener una energía más limpia que puede llegar a solventar necesidades básicas en sus instalaciones; como en la cocina para la preparación de alimentos y para la producción de electricidad disminuyendo gastos económicos para la Universidad.

Se estimó, que los 1027 cuyes pueden llegar a producir 51,760 Kg- est/año, con la utilización de un biodigestor para producir biogás, se puede llegar a obtener 2.52 kW/h, lo suficiente para satisfacer las necesidades energéticas de dos personas que pueden llegar a utilizar un promedio básico de 1.72kW/h. Además puede llegar a producir unos 178.6 litros de biol fertilizante líquido al día y unos 6.2 m<sup>3</sup> de biogás, sustituyendo de esta manera agroquímicos, la disminución de costos dentro de la granja y aumentando así, la productividad entre un 30 y 40 % en sus suelos (Vega Arquíno, 2015).

Adicionalmente, se puede generar un programa de fertilización en fresco con los efluentes del biodigestor en potreros dentro de la granja, considerando las variables de la región para generar pastizales que pueden llegar a servir de alimento para todos los animales que se encuentran dentro de ella.

## **CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES**

Las alternativas de uso y aprovechamiento de residuos provenientes del sector cuyícola son muy escasas a nivel internacional y regional, sin embargo, las investigaciones realizadas sobre este tema han arrojado excelentes resultados demostrando las propiedades químicas y biológicas que pueden llegar a tener estos residuos al momento de ser aplicados en el sector de la agricultura.

El departamento de Nariño en Colombia es uno de los pocos que utiliza el cuy como componente productivo, que genera ingresos económicos y aportes alimenticios, sin embargo, existe un déficit en el aprovechamiento de sus residuos orgánicos por la carencia y escasez de información e investigación, por ello, el uso y utilización de estos se ve limitado únicamente a la elaboración de compostaje, desaprovechando otras alternativas como la elaboración de harinas con las vísceras que genera alimento con alto contenido de grasas y proteínas para ganado, cerdos y aves.

La Granja Experimental Botana posee una infraestructura adecuada para la implementación de nuevas estrategias que permitan el uso y aprovechamiento de residuos orgánicos provenientes del cuy, todo ello, debido a la gran cantidad de la actividad cuyícola que se desarrolla, permitiendo la implementación de tecnologías limpias dentro de ella que vayan en pro de mitigar los impactos que produce esta actividad al medio ambiente.

La alternativa más rentable para la Granja experimental Botana, de acuerdo al análisis desarrollado en la monografía es la elaboración del abono a partir de la cuyinaza que aporta gran cantidad de elementos como nitrógeno, fósforo y potasio al suelo e ingresos si se la comienza aplicar por un valor aproximado de 5, 554,192 COP anuales, logrando así, disminuir gastos y un aumento en la productividad del suelo.

## CAPITULO 5: BIBLIOGRAFIA

Agrobanco. (2015). Obtenido de <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/015-crianza-tecnificada.pdf>

Alcaldia de Bogota. (2010). *PROYECTO DE ACUERDO No. 071 DE 2010*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=38899>

Aparcana, S. (2005). *Estudio Sobre el valor fertilizante de los productos del proceso "Fermentación anaeróbica" para producción de biogas* . Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2000/30744.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Argote, F., & Villada, H. (2006 de Febrero de 2009). *INVESTIGACIÓN DE MERCADO SOBRE EL GRADO DE ACEPTACIÓN DE LA CARNE DE CUY (CAVIA PORCELLUS) EN PRESENTACIONES DE AHUMADO, CROQUETAS Y APANADO EN LA CIUDAD DE PASTO*. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612009000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612009000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

Biológicas. (2005). *El cuy otro domesticado de américa*.

Chauca. (27 de agosto de 2014). Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s00.htm>

CNPL. (2008). *casos de aplicación de producción más limpia en Colombia*. Obtenido de <http://www.cnpml.org/templates/panalVerde/images/publicaciones/CasosDeAplicacionDeProduccionMasLimpiaEnColombia.pdf>

CORPONARIÑO . (Julio de 2017).

Crespo Astudillo, D. (2010). *tn177*. Obtenido de Repositorio Digital de la Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/846/1/tn177.pdf>

- De La Cruz. (2005). *Aprovechamiento de residuos orgánicos a través de composteo y lombricomposteo*. Obtenido de [http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort05/aprov\\_residuos.pdf](http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort05/aprov_residuos.pdf).
- De La Cruz, C., & Bolaños, D. (2015). *Estudio de generación de biogás a partir de residuos del cuy (cavia porcellus), en la vereda los Lirios-corregimiento de Mapachico, Municipio de Pasto-Nariño*. Pasto.
- Ecured. (15 de mayo de 2017). Obtenido de <https://www.ecured.cu/Biodigestor>
- El Cuy Razas y Crianzas. (15 de Enero de 2017). *El Cuy Razas y Crianzas*. Obtenido de <http://vidaok.com/el-cuy-razas-crianza/>
- El Tiempo. (9 de febrero de 2015). *Holandeses asesoran a Pasto en la cría de cuyes*. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15222239>
- Enríquez, J. (2017). *INFORME DE PASANTÍA REALIZADO EN EL PROGRAMA CUYÍCOLA DE LA GRANJA EXPERIMENTAL BOTANA DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO*. San Juan De Pasto.
- FAO. (2015). *Produccion de cuyes (Cavia porcellus)*. Obtenido de [http://www.fao.org/docrep/W6562s/w6562s06.htm#P5749\\_189205](http://www.fao.org/docrep/W6562s/w6562s06.htm#P5749_189205)
- Gómez Gonzales, A. (julio de 2015). *GómezGonzalesAliciaEsperanza*. Recuperado el 2015, de Repositorio Institucional Fundacion Universitaria Los Libertadores: <http://repository.libertadores.edu.co/bitstream/11371/94/1/G%C3%B3mezGonzalesAliciaEsperanza.pdf>
- Guardado, & Vargas. (2008). *Apuntes sobre el biogás como fuente energía, taller demostrativo*.
- Herrera, M. (2007). *La evolución y el futuro de la producción más limpia en Colombia*. Obtenido de <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/301>

IPCC. (2015). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.

Obtenido de Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura.

Jaramillo, G., & Zapata, M. (07 de Mayo de 2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Obtenido de Universidad de Antioquia:

<http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/45/1/>

Liang, W. (2009). *Nematode faunal to long-term application of nitrogen fertilizer and organic manure in northeast China*. *Soil Biology and Biochemistry*. Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071708002186>

Marti. (2008). *Guía de diseño y manual de instalación de biodigestores familiares*.

Parra, A., Acosta, C., Andrade, J., & Guerra, M. (2016). ANÁLISIS PROXIMAL, PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LAS VISCERAS DEL CUY (*Cavia porcellus*) Y SU USO POTENCIAL EN ALIMENTACIÓN ANIMAL. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*.

Ramirez, V., & Naidu, D. (2010). *Respuesta del lulo La Selva (*Solanum quitoense* x *Solanum hirtum*) a la aplicación de fermentados aeróbicos tipo Bocashi y fertilizante químico*.

Obtenido de [https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/16274](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/16274)

Ramos, L. (2000). *Informe Productivo*. San Juan de Pasto.

Rodriguez, L. A. (septiembre de 2014). Obtenido de

<http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/1560/RodriguezLuis2014.pdf?sequence=1>

Rodríguez, M., & Gonzales, S. (2016). *De dónde venimos y para dónde vamos con las sostenibilidad*. Obtenido de ASOPORCICULTORES:

<https://asociados.porkcolombia.co/porcicultores/>

Tarapues, A. (2016). *Tarapues\_Ana%20Carolina.%20Evaluador%201%20final%20corregido*.

Obtenido de Biblioteca Universidad De Manizales:

[http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2826/Tarapues\\_Ana%20Carolina.%20Evaluador%201%20final%20corregido.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2826/Tarapues_Ana%20Carolina.%20Evaluador%201%20final%20corregido.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Tarapuez, C. (19 de Marzo de 2016). Obtenido de

[http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/2826/1/Tarapues\\_Ana%20Carolina.%20Evaluador%201%20final%20corregido.pdf](http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/2826/1/Tarapues_Ana%20Carolina.%20Evaluador%201%20final%20corregido.pdf)

UDENAR. (2017). *Universidad de Nariño*. Obtenido de <http://www.udenar.edu.co/>

UNEP . (2018). *programa de las naciones unidad para el medio ambiente*. Obtenido de

<https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nations-environment-programme/>

Universitaria, T. r. (2012). *Lombricultura como alternativa de aprovechamiento de desechos orgánicos . Tu revista digital Universitaria*.

Vega Arquíno, J. (2015). *bitstream/handle/UNS/2000/30744*. Obtenido de Repositorio

Institucional de la Universidad Nacional del Santa:

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2000/30744.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Veloz, R. (2005). *Evaluación del efecto del Laurato de Nandrolona (Laurabolin) en el crecimiento y engorde de cuyes machos (cavia porcellus linneaus). Proyecto de investigación de pregrado publicada*. Sangolquí.

Yara. (2016). *The carbon footprint of fertilizers*. Obtenido de

[https://www.yara.com/doc/29413\\_yara\\_carbon\\_life\\_cycle.pdf/](https://www.yara.com/doc/29413_yara_carbon_life_cycle.pdf/)