



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA

***OBTENCIÓN DE BIOGÁS EN
BASE A MEZCLAS DE GALLINAZA CON RESIDUOS ORGÁNICOS DE CERDO
Y CUY.***

Trabajo de Investigación (Graduación), Modalidad: Seminario de Graduación, presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Bioquímico otorgado por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Autor

José Alejandro Lozada Jerez

Tutora

Ing. Gladys Navas Miño

Ambato – Ecuador

2013

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema:

“OBTENCIÓN DE BIOGÁS EN BASE A MEZCLAS DE GALLINAZA CON RESIDUOS ORGÁNICOS DE CERDO Y CUY.”, del estudiante José Alejandro Lozada Jerez, de la Carrera de Ingeniería Bioquímica contempla las orientaciones metodológicas de la Investigación Científica.

Que ha sido dirigida en todas sus partes, cumpliendo con las disposiciones por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Por lo expuesto:

Autorizo su presentación ante los organismos competentes para la sustentación del mismo.

Ambato, Febrero del 2013

.....
Tutor: Ing. Gladys Navas Miño.

AUTORIA DE LA INVESTIGACION

La responsabilidad del contenido de este trabajo de investigación, corresponde exclusivamente a José Alejandro Lozada Jerez y de la Ing. Gladys Navas Miño, Tutor del Proyecto de Investigación “**OBTENCIÓN DE BIOGÁS EN BASE A MEZCLAS DE GALLINAZA CON RESIDUOS ORGÁNICOS DE CERDO Y CUY**” y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Técnica de Ambato.

.....
Alejandro Lozada

Autor

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación, sobre el Tema de investigación: **“OBTENCIÓN DE BIOGÁS EN BASE A MEZCLAS DE GALLINAZA CON RESIDUOS ORGÁNICOS DE CERDO Y CUY”**, del estudiante: Alejandro Lozada J.

Ambato, Enero 2013

Para constancia firman:

MIEMBRO TRIBUNAL

MIEMBRO TRIBUNAL

PRESIDENTE TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

*A mis padres y hermanas por el apoyo incondicional para la
Culminación de mis estudios,
y de quienes aprendí que con esfuerzo y dedicación
se pueden lograr las metas propuestas más difíciles*

*A mis profesores y amigos que formaron parte de esta etapa,
en especial las Ingenieras Ana Alfaro y Gladys Navas,
quienes con su paciencia y esfuerzo,
además de sus consejos y lecciones
me enseñaron el valor de la honestidad y gracias a sus
enseñanzas a ser una mejor persona cada día,
no solo en el ámbito académico sino también como ser humano*

*Un agradecimiento especial a mi novia Monse
quien ha sido parte fundamental,
de apoyo y confianza
en la culminación de una nueva etapa.*

Índice

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1	Tema de la investigación.....	1
1.2.1	Contextualización	2
1.2.1.1	Contextualización Macro.....	2
1.2.1.2	Contextualización Meso.....	3
1.2.1.3	Contextualización Micro.....	4
1.2.2	Análisis Crítico	5
1.2.3	Prognosis	5
1.2.4	Formulación del problema	6
1.2.5	Preguntas directrices	6
1.2.6	Delimitación.....	6
1.3	Justificación.....	7
1.4	Objetivos.....	9
1.4.1	Objetivo General.....	9
1.4.2	Objetivos Específicos	9

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes Investigativos	10
2.1.1 Gallinaza	10
2.1.2 Efecto de las deyecciones avícolas en el Ambiente	11
2.1.3 Calidad y Producción de la gallinaza	14
2.1.4 Valor de la gallinaza.....	15
2.1.5 Estiércol porcino	16
2.1.6 Producción de excretas porcinas	17
2.1.7 Estiércol del cuy	17
2.2 Fundamentación Filosófica.....	19
2.3 Fundamentación Legal	19
2.4 Categorías fundamentales	24
2.5 Hipótesis	25
2.5.1 Hipótesis de Alternativa	25
2.5.2 Hipótesis Nula	25
2.6 Señalamiento de variables	25

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 Enfoque	26
3.2 Modalidad Básica de Investigación.....	26
3.3 Nivel o tipo de Investigación	27
3.4 Población y Muestra	28

3.5	Operacionalización de Variables	30
3.6	Plan de Recolección de Información.....	30
3.6.1	Diseño Experimental.....	30
3.6.2	Caracterización físico – química de las muestras	31
3.6.2.1	Determinación del pH	31
3.6.2.2	Determinación del porcentaje de humedad.....	31
3.6.2.3	Determinación del porcentaje de materia orgánica.	32
3.6.3	Biorreactores y Materia Orgánica	32
3.6.3.1	Preparación de los recipientes o biorreactores	33
3.6.3.2	Adición de la biomasa a los biorreactores	33
3.6.4	Identificación de la mezcla que produce mayor cantidad de biogás.....	33
3.6.4.1	Control de peso y temperatura.....	33
3.6.5	Determinación de rendimiento de biogás en varias mezclas orgánicas utilizando gallinaza	34
3.6.6	Comprobación de la combustión del biogás.....	34
3.7	Plan de procesamiento y análisis de la información	34

CAPITULO IV

ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1	Parámetros físico – químicos	35
4.2	Identificación de la mezcla que produce mayor cantidad de biogás.....	36
4.2.1	Control de temperatura.....	36
4.2.1	Control de Peso de los Biorreactores	37
4.3	pH	39
4.4	Cálculo de rendimiento.....	39

4.5 Determinación de rendimiento de biogás en varias mezclas orgánicas utilizando gallinaza.....	40
4.6 Comprobación de la combustión del biogás	40
4.7 Verificación de la hipótesis	41

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	42
5.2 Recomendaciones.....	43

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos Informativos	45
6.1.1 Título	45
6.1.2 Institución Ejecutora	45
6.1.3 Beneficiarios	45
6.1.4 Ubicación.....	45
6.1.5 Tiempo estimado de ejecución:	45
6.1.6 Equipo técnico responsable:.....	45
6.2 Antecedentes de la propuesta	46
6.3 Justificación.....	46
6.4 Objetivos	47
6.5 Análisis de factibilidad	47

6.6 Fundamentación.....	48
6.7 Metodología Modelo Operativo.....	49
6.8 Administración	50
6.9 Previsión de la Evaluación	52

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFIA	53
ANEXOS	58

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Impacto Ambiental de la Industria Avícola	13
Tabla 2.2 Estimación de la producción de deyecciones de gallinas ponedoras	15
Tabla 2.3 Caracterización de los diferentes tipos de gallinaza.....	16
Tabla 2.4 Cantidades esperadas de excretas porcinas en relación con otras especies animales, expresados en Kg/animal/día	17
Tabla 2.5 Composición química del estiércol de Cuy.....	18
Tabla 2.6 Composición del Estiércol de diferente animales	18
Tabla 3.2 Factores y Niveles de estudio	31
Tabla 4.1 Valores iniciales de diversos parámetros físico – químicos obtenidos de la materia prima	35
Tabla 6.1 Costos de Investigación.....	48
Figura 6.1 Esquema de un Reactor Discontinuo para la producción de Biogás.....	49
Tabla 6.2: Modelo operativo para la implementación de un reactor discontinuo para la obtención de biogás.	49
Tabla 6.3 Administración	50
Tabla 6.4 Previsión de la Evaluación	52

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Censo Avícola 2002 Gallinas Ponedoras.....	5
Figura 2.1 Efectos de los residuos avícolas en el Ambiente	12
Figura 4.1: Curva de temperatura de producción de Biogas.....	37
Figura 4.2: Producción de Biogás de Gallinaza	38
Figura 4.3: Curva de Generación de Biogás.....	38

RESUMEN

En el Ecuador así como en países en vías de desarrollo se ha incrementado la explotación animal de manera industrial, principalmente la avícola, porcicultura y cunicultura, y por ende la producción de deyecciones se da en grandes cantidades, y que si no son tratadas adecuadamente puede causar efectos negativos como la degradación ambiental, proliferación de moscas, transmisión de enfermedades perjudicando la salud humana y animal.

Es por eso, diferentes autores sugieren varias opciones para reducir estos impactos negativos, y se han buscado alternativas que sean más rentables e incluso que generen ingresos. Una de estas alternativas es producir biogás a partir de los residuos.

El presente trabajo contiene información básica sobre residuos orgánicos en las explotaciones avícolas, efectos de las deyecciones avícolas en el ambiente, además de la industria porcina y sus efectos y de igual manera sobre la cuyicultura y sus desechos, así como la forma de convertir éstas en una fuente de energía renovable.

El proceso de fermentación anaerobia es un mecanismo sencillo de transformar la gallinaza a un producto utilizable y real para la avicultura, mediante controles básicos de temperatura, pH y proporcionando la humedad necesaria se establecen las condiciones óptimas

Un producto final de calidad, gracias a la fermentación anaerobia en recipientes sencillos considerados biodigestores, produce un resultado confiable al momento de tratar un subproducto de la industria avícola, gracias a un proceso sencillo que durante un tiempo de alrededor de 25 días.

Al final del proceso se obtiene biogás que ayudara a producir calor de un desecho que contribuirá con la propia industria a reducir costos y recibir réditos ambientales gracias a que se utiliza ya no un combustible fósil sino energía renovable y menos contaminante.

INTRODUCCIÓN

El biogás es un biocombustible producido a partir de la fermentación anaeróbica de desechos orgánicos de cualquier tipo proporcionando condiciones y tiempo adecuado, en el cual se genera principalmente gas metano. El biogás puede ser utilizado en equipos de calefacción como calentadores industriales, criadoras de pollos o equipos de combustión directa como mecheros de laboratorio. Es un combustible renovable, no tóxico, biodegradable y su uso reduce las emisiones de los gases de efecto invernadero.

El biogás obtenido a partir de gallinaza con mezclas de residuos de cerdo y cuy puede reemplazar parcialmente al GLP (Gas Licuado de Petróleo) derivado del petróleo. Al ser obtenido de desechos avícolas se da una alternativa al reciclaje de este material que por lo general es destinado a compostaje pero en pequeñas cantidades, generando un gran problema de contaminación al medioambiente.

El presente trabajo está orientado específicamente, a la utilización de biomasa como fuente de energía, al estudio de la producción de un biocombustible a partir de la fermentación de gallinaza proveniente de la explotación avícola, con humedad superior al 35% para una generación óptima de este biocombustible.

Además la investigación propone obtener biogás a partir de gallinaza, mediante la determinación de las características iniciales de la mencionada materia; controlando la temperatura de fermentación y considerando los parámetros de pH y humedad útiles para el proceso fermentativo, así como la prueba del biogás con un mechero de laboratorio.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de la investigación

OBTENCIÓN DE BIOGÁS EN BASE A MEZCLAS DE GALLINAZA CON RESIDUOS ORGÁNICOS DE CERDO Y CUY.

1.2 Planteamiento del problema

En los últimos tiempos los desechos de gallina han aumentado de manera exponencial, debido a la falta de alternativas para su aprovechamiento, contaminando el medio ambiente gracias al alto contenido de nitrógeno en su estructura, por lo que en estado natural produce amoníaco.

La mayor parte de gallinaza obtenida se utiliza para abono orgánico mediante procesos de compostaje, y es utilizado como fertilizante de manera directa en algunos cultivos, sin embargo dicha materia prima es posible utilizarla como fuente de energía para la obtención de biogás, pero existe poca investigación con respecto al tema debido a que muchas industrias buscan las alternativas más sencillas.

De igual manera ocurre con los desechos de cerdo y cuy, estos últimos únicamente destinados a ser utilizados como fertilizantes naturales gracias a que poseen gran cantidad de vegetal de desecho por la propia alimentación del animal, con respecto a los desechos de la industria porcina de igual manera se busca una alternativa muy simple y sencilla que es el compostaje, a pesar de que en condiciones óptimas produce de manera rápida biogás y no es aprovechado como un recurso energético renovable.

1.2.1 Contextualización

1.2.1.1 Contextualización Macro

La excreta de las aves solas o en mezcla resulta de las deyecciones, plumas, residuos de alimentos y huevos rotos, que caen al suelo, a esta acumulación de materia se le denomina gallinaza. En el ámbito mundial, la avicultura es una de las ramas de la producción animal de mayor importancia porque contribuye a satisfacer las necesidades proteicas de la población. Esto se logra a partir de la explotación de dos de sus vertientes básicas: la producción de carne y huevos (Piad, 2001).

La producción avícola intensiva, genera desperdicios con alto contenido de nutrientes y material orgánico que causan la contaminación de suelos y aguas, emiten olores desagradables y altas concentraciones de gases, además de propiciar la proliferación de vectores y microorganismos patógenos; todo ello con un impacto negativo en el medio ambiente (Cinset, 2000).

Inevitablemente, al aumentar la producción avícola, es mayor la cantidad de excretas. Por su composición, éstas se han utilizado, principalmente, como fertilizantes orgánicos (Evers, 1998).

Dentro de los diferentes sistemas de producción avícola, se debe contemplar un plan de manejo adecuado de los desechos, para que en lugar de generar contaminación ambiental, se conviertan en una fuente de ingresos, que permita a los productores avícolas contemplar la posibilidad de buscar alternativas económicas para el uso y manejo eficiente de la gallinaza (North, 2002).

Rodríguez (1969), estimó que cada 24 h una gallina produce entre 135 y 150 g de excretas y señaló que esta cantidad depende del tamaño, estado fisiológico del ave, la dieta y la época del año. Esto equivale, aproximadamente, a 12.5 kg de materia seca (MS) por gallina por año.

La gallinaza es uno de los materiales orgánicos que contiene en su composición

concentraciones altas de N, P y K (Paz, 2004).

Durante los últimos 20 años, en la mayoría de los países ha aumentado continuamente el consumo de carne de pollo, lo que equivale al incremento de la producción anual de gallinas ponedoras (Lesson, 2003).

Inevitablemente, al aumentar la producción avícola, es mayor la cantidad de excretas. Por su composición, estas se han utilizado, principalmente, como fertilizantes orgánicos (Evers, 1998 citado por Smith *et al.* 2001), y como ingredientes de las dietas para animales de granja. No obstante, los residuos avícolas también se han usado como sustrato para la generación de metano, y para la síntesis de proteína microbiana y de larvas de insectos (Fontenot, 1998).

En Estados Unidos cada año se producen más de 100 millones de toneladas de excretas en base seca y 5.6 millones de toneladas de camas en base seca (Food and Drug Administration 2001 citado por Lu *et al.* 2003). También se estima que en el Reino Unido se producen, anualmente, 4.4 millones de toneladas de excretas de aves, que incluyen 2.2 millones de toneladas de cama de pollos de ceba y 1.5 millones de toneladas de excretas de ponedoras (Smith *et al.*, 2001).

1.2.1.2 Contextualización Meso

En América Latina, cabe resaltar el caso de Cuba, Ortiz (2004), indica que la producción de excretas en base seca por estos dos conceptos (gallinas ponedoras y pollo de ceba) sobrepasa las 50000 toneladas. Además, este autor señala que si a esto se le añaden el reemplazo de ponedoras y el material de cama (pollinaza) de todas las categorías de aves que se crían en piso (pollo de ceba, reproductores pesados, reproductores ligeros, inicio de ponedora, reproductores e inicio de semirrástico y otras especies como: pato, pavo y ganso) el volumen total de residuos de la avicultura en el país superaría las 100000 toneladas anuales.

Uno de los mayores problemas es, sin duda, el olor desagradable de los residuos

avícolas. La gallinaza fresca contiene sulfuro de hidrógeno (H₂S) y otros compuestos orgánicos, que causan perjuicio a quienes habitan cerca de las granjas avícolas. La sensación de suciedad que acompaña a estos vertimientos, así como la aparición de síntomas evidentes de la degradación ambiental en el entorno, son otros factores que afectan la calidad de vida (Afaba, 2008)

1.2.1.3 Contextualización Micro

Dentro del país no se han establecido datos reales de la cantidad de producción anual de gallinaza, debido a que no existe un ente gubernamental que lleve datos reales a nivel país. Sin embargo, según Orellana (2007), en el censo Agropecuario del año 2002 realizado por el Ministerio de Agricultura, a nivel nacional existen 5'725684 gallinas ponedoras.

Orellana (2010), menciona que dentro de las provincias con mayor producción avícola se encuentran las ubicadas dentro de la sierra centro, entre las cuales destacan Tungurahua, Cotopaxi y en los últimos años con un crecimiento de la provincia de Manabí, además, la misma revista destaca que no existe un control mayor de la producción total de gallinaza en estas provincias sin que se pueda destinar a un tratamiento adecuado a este tipo de desecho, y únicamente es aprovechado como abono en diferentes cultivos.

Además, en el censo avícola realizado en el año 2002 Tungurahua posee la mayor cantidad de gallinas ponedoras con un total de 4798600, lo que implica alrededor del 83% del total avícola en el país (Orellana, 2007).

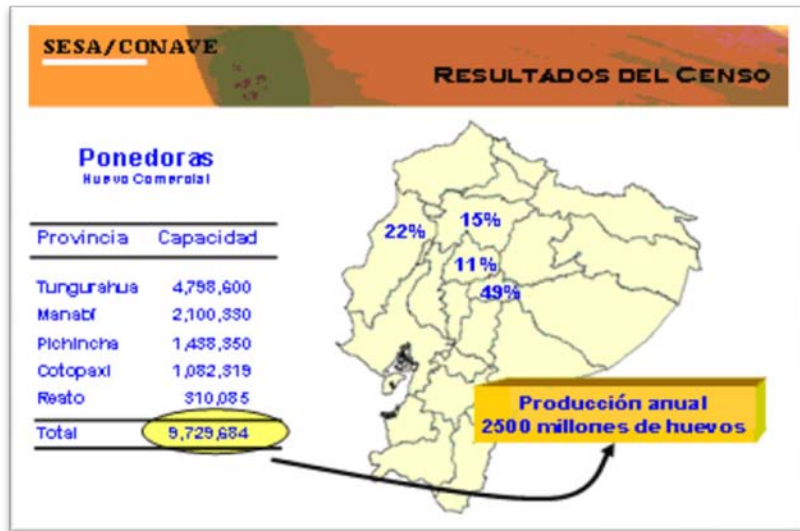
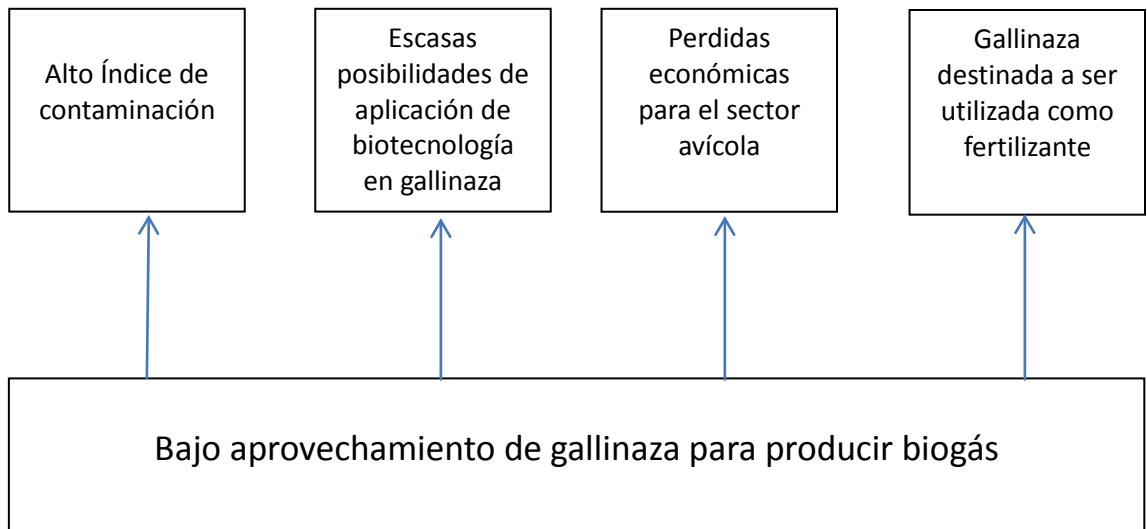


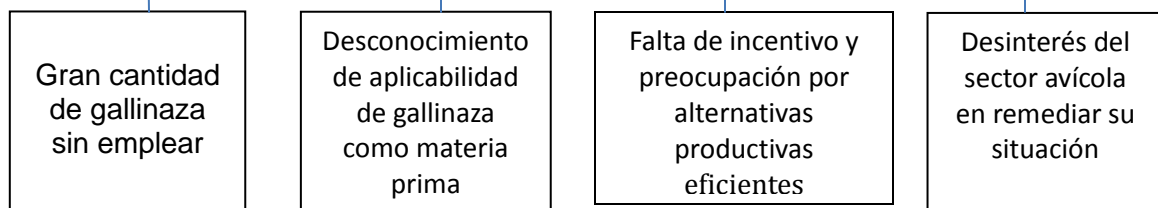
Figura 1.1 Censo Avícola 2002 Gallinas Ponedoras
Fuente: MAGAP – CONAVE

1.2.2 Análisis Crítico

EFFECTOS



CAUSAS



La industria avícola, al ser una de las de mayor crecimiento en los últimos años produce gran cantidad de desechos, entre los cuales se encuentra con mayor porcentaje la gallinaza que por falta de conocimiento, es la menos aprovechada y en los últimos tiempos solo se la utiliza en el campo agrícola.

Sin embargo, se buscan nuevas opciones para la disminución de gallinaza, como la implementación de energías alternativas, gracias a este tipo de estudio, el sector avícola reducirá sus pérdidas económicas en recursos energéticos, razón por la cual al no ser posible realizar esta investigación existirá un incremento de la contaminación ambiental y mayores gastos para el sector industrial.

1.2.4 Formulación del problema

¿El aprovechamiento de gallinaza en obtención de biogás mejorara la rentabilidad del sector avícola?

1.2.5 Preguntas directrices

- ¿Es posible obtener biogás de la gallinaza con mezclas de residuos orgánicos?
- ¿Se podrá determinar el rendimiento de obtención de biogás en varias mezclas de desechos orgánicas utilizando gallinaza?
- ¿Se logrará identificar la mezcla que produzca mayor cantidad de biogás?
- ¿Se conseguirá determinar la aplicabilidad del biogás como fuente de energía calórica?

1.2.6 Delimitación

Campo Científico: Biotecnología.

Área: Biotecnología Ambiental

Sub-área: Tratamiento de desechos

Sector: Energías renovables

Sub-sector: Biogás

Temporal: Noviembre 2011 – Mayo 2012.

Espacial: Ambato. Granja Avícola Jacqueline, Laboratorio de Físico – química de la FCIAL – UTA.

1.3 Justificación

Los residuos de la actividad avícola ocasiona problemas tanto para la salud humana como para el medio ambiente. Contienen elementos como el S_2H y algunos compuestos orgánicos que causan un verdadero perjuicio a las personas que se encuentran cerca de las granjas de producción intensiva y los efectos nocivos que provocan en la atmósfera, suelos y aguas.

Del estiércol de las gallinas ponedoras se obtiene la gallinaza, que puede ser utilizado como abono orgánico, composta o como complemento alimenticio para ganado rumiante. Es uno de los fertilizantes más completos ya que contiene nitrógeno, fósforo, potasio y carbono.

Una alternativa a la utilización del estiércol de gallina y aun poco explotada es la producción de energía. La gallinaza, al igual que otro desecho orgánico, puede ser tratada para la digestión o descomposición de sus elementos, obteniendo como resultado, biogás (perfecto sustituto del gas propano).

La presente investigación es importante para obtener una fuente de energía alternativa partir de la gallinaza, con la finalidad de establecer y disminuir la contaminación

producida por este tipo de industria, además permitirá reducir gastos debido a que su propio desecho podrá ser útil para calefacción de las aves, también cabe mencionar que la gallinaza sin ser procesada produce gran cantidad de gases contaminantes lo que implica un aumento en varios niveles de contaminación.

De igual manera sucede con la industria porcina que cada vez crece en el país, por el consumo principalmente de su carne y los derivados que se producen, sin embargo sus desechos no son tratados de manera adecuada, y únicamente en pocas ocasiones son destinados a la agricultura, pero por su contenido alto de azufre produce grandes daños a suelo y vestigios de agua subterránea, lo mismo ocurre con la cuycultura aun poco explotada de manera industrial pero sus desperdicios son optimos para compostaje y agricultura y no son utilizados para buscar otras alternativas.

De ser factible esta investigación serán mas los efectos positivos que los negativos, esto se da gracias a la contribución de varios campos, principalmente y ambientales generando energía y recursos sin la utilización de materiales útiles y únicamente desechos, sin duda uno de los efectos negativos es la generación de lixiviados en el proceso, y que sin la precaución y control necesario podrían convertirse en un problema grave debido a que en su composición constan sustancias contaminantes, sin embargo los materiales utilizados reducirán con el impacto ambiental

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Obtener biogás mediante la digestión de la gallinaza con mezclas de desechos orgánicos de cerdo y cuy.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar el rendimiento de obtención de biogás en varias mezclas orgánicas utilizando gallinaza.
- Identificar la mezcla que produzca mayor cantidad de biogás
- Emplear el biogás obtenido como fuente de energía calórica

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

2.1.1 Gallinaza

La industria avícola aporta con algo más que huevos y carne; contribuye al desarrollo agrícola, con el procesamiento de un desecho de los procesos productivos convertido en un recurso de valor, como es la gallinaza (Osorio, 2005).

Regau (1994), señala que los residuos orgánicos son los más importante de los abonos orgánicos. Para muchos agricultores aferrados a viejos principios, el estiércol es el mejor de los abonos, superiores a cualquier otro. Sin querer despreciar el importantísimo valor del estiércol y estimando en su justo punto sus muchas cualidades y ventajas, no podemos dejar de señalar los inconvenientes que en muchos presentan el empleo de este abono fresco. Por lo cual es necesaria la transformación de la gallinaza por medio de los diferentes tratamientos.

La gallinaza obtenida de las explotaciones de jaula, resulta de las deyecciones, plumas, residuo de alimento y huevos rotos, que caen al piso y se mezclan. Este tipo de gallinaza tiene un alto contenido de humedad y altos niveles de nitrógeno, que se volatiliza rápidamente, creando malos y fuertes olores, perdiendo calidad como fertilizante. Para solucionar este problema es necesario someter la gallinaza a secado, que además facilita su manejo. Al ser deshidratada, se produce un proceso de fermentación aeróbica que genera nitrógeno orgánico, siendo mucho más estable (Tobar, 2002)

Rodríguez (2008), indica que la gallinaza se utiliza tradicionalmente como abono, su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves. La gallinaza obtenida de explotaciones en piso, se compone de una mezcla de deyecciones y de un material absorbente que puede ser viruta, pasto seco, cascarillas, entre otros y este material se conoce con el nombre de cama; esta mezcla permanece en el galpón durante todo el ciclo productivo.

2.1.2 Efecto de las deyecciones avícolas en el Ambiente

Benzing (2001), manifiesta que la aplicación de estiércol fresco puede provocar un considerable incremento de la actividad biológica del suelo, estiércol aproximadamente de una semana de edad tiene el efecto vitalizante máximo sobre el suelo.

Mack (1993), indica que todas las granjas avícolas tienen un problema con la contaminación. La mayor parte de la contaminación de la granja proviene de las siguientes causas:

- Gallinaza
- Aves Muertas
- Polvo de las plantas de fabricación de alimento
- Escape de los motores de combustión interno
- Olores
- Ruido
- Contaminación del Agua de bebida y del alimento
- Insectos
- Suciedad
- Residuos químicos tóxicos en huevos y tejidos

Al respecto, se divide en tres bloques los problemas que los residuos avícolas ocasionan al medio ambiente, y se generaliza de la siguiente forma: los que afectan a la atmósfera, a los suelos y a las aguas (Bell, 1993).



Figura 2.1 Efectos de los residuos avícolas en el Ambiente

Figuroa (2009), expone que el impacto ambiental de un volumen considerable de desperdicios es altamente significativo. Por consiguiente, se requiere la aplicación de estrategias de manejo del reciclaje, que contribuyan con la eliminación de los desperdicios y su forma de aprovechamiento, ya sea a través del uso directo en la alimentación animal o mediante procesos para la recuperación y producción de energía y fertilizantes.

Los impactos ambientales que se generan durante los diferentes sistemas de producción avícola, que por el tipo de impacto ambiental generado por las características productivas se dividen en granjas, plantas de beneficio e incubadoras; ya que su desconocimiento lleva a que estos impactos sean más difíciles de manejar, provocando que los sistemas sean menos competitivos.

Tabla 2.1 Impacto Ambiental de la Industria Avícola

Sistema de Producción	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Granjas	<p>Disposición de la mortalidad</p> <p>Mal uso del agua</p> <p>Mal manejo de la gallinaza.</p>	<p>Problemas de Bioseguridad, aumento de olores, aumento en poblaciones de animales que pueden transmitir enfermedades (insectos, roedores, aves, perros), contaminación del suelo y agua subterránea (degradación de cadáveres)</p> <p>Disminución del recurso hídrico, generación de aguas residuales que pueden contaminar otras fuentes de agua, aumento de los costos de operación, aumento del consumo de energía.</p> <p>Aumento de olores, propagación de enfermedades, problemas con los vecinos, aumento de insectos (moscas).</p>
Plantas de Beneficio	Mal manejo de aguas residuales.	Contaminación del agua con sangre, sólidos orgánicos, aceites y grasas; aumento de costos en tratamiento de aguas; contaminación del suelo, aumento de los costos de operación, mal uso de descontaminantes (elevados niveles de aceites y grasas).

	Mala disposición de los residuos orgánicos	Riesgos por contaminación de alimentos; degradación del aire, agua y suelo; aumento de aves de rapiña, roedores y moscas.
Incubadoras	Mala disposición de los residuos sólidos y aguas residuales. Malas prácticas de operación	Aumento de problemas sanitarios, degradación del aire, agua y suelo, producción de olores, aumento de aves de rapiña, roedores y moscas, aumento de costos en tratamiento de aguas residuales y disposición de residuos. Aumento de contaminantes sólidos orgánicos al finalizar el proceso; elevados costos de tratamiento y de operación, aumento del consumo de agua y energía; mayor volumen de aguas residuales.

Fuente: Guía Ambiental para el Subsector Avícola

2.1.3 Calidad y Producción de la gallinaza

La calidad de la gallinaza está determinada principalmente por: el tipo de alimento, la edad del ave, la cantidad de alimento desperdiciado, la cantidad de plumas, la temperatura ambiente y la ventilación del galpón. También es importante el tiempo de permanencia en el mismo (Estrada, 2005)

Pazmiño (1981), indica que la gallinaza de mejor calidad es la proveniente de ponedoras en jaulas y en menor grado la de ponedoras en piso o planteles de cría o levante. Además se menciona que en promedio una ave en postura excreta 35.8 a 40.8

gr. de heces diarias, las cuales contienen el 75% es agua con referencias a granjas comerciales en jaulas representan un factor que se agrega a la carga de trabajo sin añadir ingresos económicos en la granja por lo que se propone deshidratar la gallinaza y reciclarle como fuente alimenticio de los animales

Lo más lógico sería expresar la producción de gallinaza de las ponedoras en materia seca y en relación al consumo de alimento.

Tabla 2.2 Estimación de la producción de deyecciones de gallinas ponedoras

Tipo de Gallinaza	Consumo de alimento (gr/ave/día)	Digestibilidad de alimento %	Materia Seca deyecciones (gr/ave/día)
Liviano	100 – 110	75 - 80	20 – 27
Semi –pesada	110 – 120	75 - 80	22 – 30

Fuente: Selecciones Avícolas 2000

2.1.4 Valor de la gallinaza

Si se va a utilizar la gallinaza como alimento para el ganado, como fertilizante u otro uso, debe tenerse muy presente que la composición de la misma cambia de acuerdo al momento de recolección y al tipo de almacenamiento, tal como se aprecia en la tabla:

Tabla 2.3 Caracterización de los diferentes tipos de gallinaza

Parámetros	Gallinaza de jaula	Gallinaza de piso	Pollinaza
pH	9.0	8.0	9.050 ± 0.02
Conductividad (mS/cm)	6.9	1.6	4.1 ± 0.1
Humedad (%)	58.7	34.8	25.8 ± 0.2
Cenizas (%)	23.7	14	39 ± 3
Potasio (K ₂ O %)	1.9	0.89	2.1 ± 0.1
Carbono organico (%)	19.8	24.4	23 ± 5
Materia orgánica (%)	34.1	42.1	39.6 ± 8
Nitrógeno (%)	3.2	2.02	2.3 ± 0.2
Relación C/N	6.2	12.1	10.0
Fosforo P ₂ O ₅	7.39	3.6	4.6 ± 0.2
Microorganismos	1.8*10 ⁶ ufc/g	-	-
6*10 ⁶ mohos/g	8 *10 ⁶ ufc/g	-	-
18*10 ⁶ mohos/g	-	-	-
C.I.C.(meq/100g muestra)	58.2	77.0	-
C.I.C.(meq/100g M.O)	226	138	125.0
Liposolubles (%)	3.0	0.96	-
Retención de agua (ml/g muestra)	1.39	0.86	-
Contenido de hidrosoluble (%)	4.1	5.5	-
Densidad aparente (g/cc)	0.57	0.27	-

Fuente: Peláez y colaboradores 1999.

2.1.5 Estiércol porcino

El estiércol de cerdo es un recurso valioso, se considera como el primer subproducto de la producción de los porcinos y se ha propuesto como una solución al problema de la contaminación, al ser utilizado como alimento de rumiantes, debido a la enorme abundancia de esta biomasa y su gran potencial como fuente de nutrimentos; además de ser utilizado como fertilizante orgánico así como para generar energía en forma de biogás (Honeyman, 1991).

De igual manera se utiliza en la producción de algas, bacterias, larvas de moscas y producción de lombrices de tierra entre otros usos (Flachowsky, 1997).

2.1.6 Producción de excretas porcinas

La producción diaria de estiércol de cerdo varía en función del tipo y talla del animal, así como del alimento, la temperatura y humedad de la cama en caso de ser utilizada; además, del agua que se desperdicia en el lavado de los corrales y de los bebederos. La cantidad y características se expresan usualmente en términos de peso o volumen por unidad de peso vivo y se refieren a la producción de estiércol fresco; además de la orina (Andreadakis, 1992)

Tabla 2.4 Cantidades esperadas de excretas porcinas en relación con otras especies animales, expresados en Kg/animal/día

ESPECIE	Heces		Orina		Heces – Orina	
	MS	BH2	MS	BH	MS	BH
Pollo 1 Kg	-	-	-	-	0.025	0.08
Gallina	-	-	-	-	0.03	0.15
Cerdo 80 Kg	0.6	2.5	0.06	3	0.66	5.5
Toro 300 Kg	2	10	0.3	10	2.3	20
Vaca 550 Kg	3.5	20	0.5	15	4	35

Fuente: Flachowsky, 1997

2.1.7 Estiércol del cuy

Se considera el estiércol de cuy uno de los estiércoles de mejor calidad de mejor calidad, junto con el de caballo, por sus propiedades físicas y químicas, por lo que usualmente es usado por los agricultores como abono directo. (Revista Lasallista, 2010).

En el caso del estiércol de cuy se identifica la facilidad de recolección en comparación del estiércol de otros animales, puesto que normalmente se los encuentra en galpones, la cantidad de estiércol producido por un cuy es de 2 a 3 kg por cada 100 kg de peso (García y colaboradores, 2007).

La composición del estiércol depende de la alimentación del animal, de manera general, la composición química del estiércol de cuy se expresa en la tabla:

Tabla 2.5 Composición química del estiércol de Cuy

Composición química de estiércol					
Especie animal	Materia seca %	N %	CaO %	MgO %	SO4 %
Cuyes (f)	14	0,6	0,55	0,18	0,1

Fuente: SEPAR, 2004. Boletín Estiércoles

La composición del estiércol depende de su origen, cada estiércol, contiene una concentración diferente de materia orgánica, nitrógeno, fósforo asimilable, potasio, calcio, magnesio, etc. (Fundagro, 1996).

Tabla 2.6 Composición del Estiércol de diferente animales

Composición química de estiércol					
Especie animal	Materia seca	N%	CaO%	MgO%	SO4%
Vacuno (f)	6%	0,29	0,35	0,13	0,04
Vacuno (s)	16%	0,58	0,01	0,04	0,13
Cuyes(f)	14%	0,6	0,55	0,18	0,1
Gallina(s)	47%	6,11	sin inform.	sin inform	sin inform

Fuente: SEPAR, 2004. Boletín Estiércoles

2.2 Fundamentación Filosófica

La presente investigación se basa en el paradigma positivista que fue creado para estudiar el campo de las ciencias naturales. Tiene como escenario de la investigación el laboratorio y muestreo de campo, a través de un diseño esquematizado. Su lógica de análisis está orientado a lo confirmatorio, reduccionista, verificación inferencial e hipotético deductivo mediante el análisis de resultados respectivo.

El mencionado paradigma conduce al estudio del conocimiento existente en un momento dado, a la formulación de nuevas hipótesis en las cuales se interrelacionan variables cuya medición cuantitativa, permitirá comprobarlas o refutarlas en el proceso de investigación (Tejedor, 1986).

2.3 Fundamentación Legal

El presente trabajo se apoya en el Plan Nacional del Buen Vivir en el Capítulo 6.7 Cambio de la Matriz energética señala que, con el desarrollo de proyectos de biocombustibles (de segunda y tercera generación) que no aumenten la frontera agrícola, es decir, en zonas degradadas o semidesérticas, cuidando sobre todo de no poner en riesgo la soberanía alimentaria; la producción de biocombustibles a partir de biomasa de desecho podría ser una alternativa importante. En las ciudades, será importante auspiciar proyectos de tratamiento integral de desechos, orientados al reciclaje y a la generación de abonos orgánicos y energía.

También esta investigación posee un fundamento legal sobre la constitución de la República del Ecuador, la cual, en su capítulo 5 De los derechos colectivos, en su segunda sección del medio ambiente, el artículo 89 señala: El Estado tomará medidas orientadas a la consecución de los siguientes objetivos:

1. Promover en el sector público y privado el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de Energías alternativas no contaminantes.
2. Establecer estímulos tributarios para quienes realicen acciones ambientalmente sanas

Además en la misma constitución del estado en su capítulo segundo en la sección dos del ambiente sano el artículo menciona El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Cabe destacar que en la Sección séptima Biosfera, ecología urbana y energías alternativas el artículo 413. Menciona, El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

Es importante mencionar que el congreso ecuatoriano aprobó en un primer debate un proyecto de ley de fomento de biocombustibles que apunta a crear el marco legal que regule la producción y consumo del combustible renovable y avanzar en la investigación y desarrollo. El gobierno quiere que los biocombustibles ayuden a reducir las importaciones de hidrocarburos del país, que ascienden a 2.300 millones de dólares.

Decreto Ejecutivo No. 2332

R.O. No. 482 (15 de diciembre de 2004)

Artículo 1.- Declara de interés nacional la producción, comercialización y uso de los biocombustibles como componente en la formulación de los combustibles que se consumen en el país.

Decreto Ejecutivo No. 146

R.O. No. 39 (12 de marzo de 2007)

Artículo 1.- Crea el Consejo Nacional de Biocombustibles con la misión de definir

políticas y aprobar planes, programas y proyectos relacionados a la producción, manejo, industrialización y comercialización de biocombustibles.

Plan Nacional del Buen Vivir

Capítulo 6: Estrategias para el período 2009-2013

6.7: Cambio de la Matriz energética.

El cambio de la matriz energética tiene varios componentes:

La participación de las energías renovables debe incrementarse en la producción nacional. Para el cumplimiento de este objetivo, los proyectos hidroeléctricos del Plan Maestro de Electrificación deben ejecutarse sin dilación; y, adicionalmente, debe impulsarse los proyectos de utilización de otras energías renovables: geotermia, biomasa, eólica y solar.

Concretamente, debemos continuar con el programa de sustitución de focos incandescentes por focos ahorradores; con la importación de electrodomésticos eficientes energéticamente penalizando fuertemente a aquellos que sean de consumo ineficiente; con el desarrollo de proyectos de biocombustibles (de segunda y tercera generación) que no aumenten la frontera agrícola, es decir, en zonas degradadas o semidesérticas, cuidando sobre todo de no poner en riesgo la soberanía alimentaria; la producción de biocombustibles a partir de biomasa de desecho podría ser una alternativa importante. En las ciudades, será importante auspiciar proyectos de tratamiento integral de desechos, orientados al reciclaje y a la generación de abonos orgánicos y energía. La exploración del gas en la costa ecuatoriana debe continuar así como los proyectos de aprovechamiento del gas natural del Golfo de Guayaquil. Finalmente, la soberanía integral contempla también la soberanía energética, por lo que es importante desarrollar las capacidades productivas que nos permitan el autoabastecimiento energético, en particular, de electricidad. Una vez alcanzado este objetivo, la interconexión con nuestros vecinos puede servir para impulsar procesos de reducción del precio de generación, mediante la optimización del despacho de energía eléctrica.

Objetivos Nacionales para el buen vivir

Objetivo 4: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable.

Política 4.3. Diversificar la matriz energética nacional, promoviendo la eficiencia y una mayor participación de energías renovables sostenibles.

- a. Aplicar programas, e implementar tecnología e infraestructura orientadas al ahorro y a la eficiencia de las fuentes actuales y a la soberanía energética.
- b. Aplicar esquemas tarifarios que fomenten la eficiencia energética en los diversos sectores de la economía.
- c. Impulsar la generación de energía de fuentes renovables o alternativas con enfoque de sostenibilidad social y ambiental.
- d. Promover investigaciones para el uso de energías alternativas renovables, incluyendo la mareomotriz y la geotermia, bajo parámetros de sustentabilidad en su aprovechamiento.
- e. Reducir gradualmente el uso de combustibles fósiles en vehículos, embarcaciones y generación termoeléctrica, y sustituir gradualmente vehículos convencionales por eléctricos en el Archipiélago de Galápagos.
- f. Diversificar y usar tecnologías ambientalmente limpias y energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto en la producción agropecuaria e industrial y de servicios.

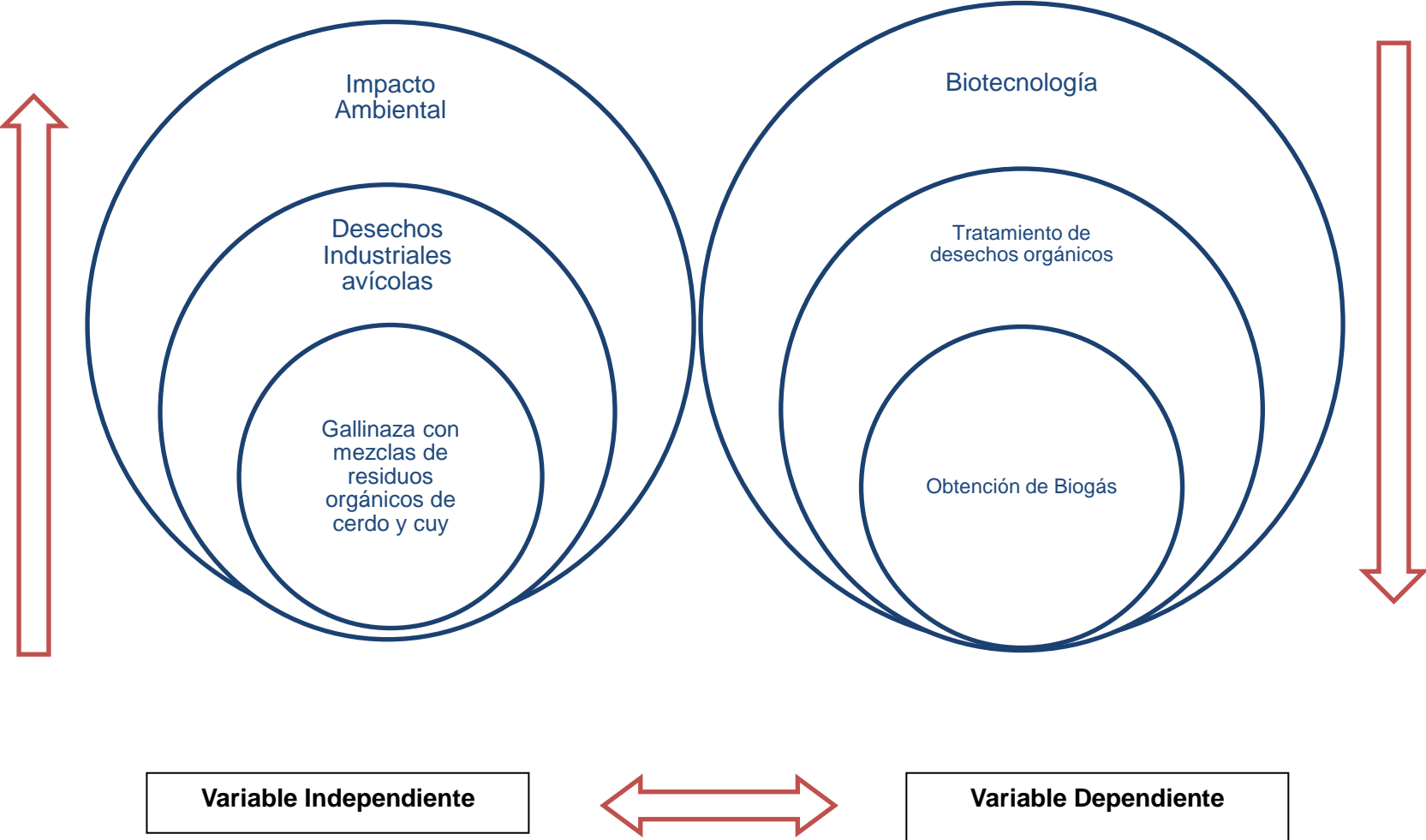
Política 4.4. Prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental como aporte para el mejoramiento de la calidad de vida.

- a. Aplicar normas y estándares de manejo, disposición y tratamiento de residuos sólidos domiciliarios, industriales y hospitalarios, y sustancias químicas para prevenir y reducir las posibilidades de afectación de la calidad ambiental.
- b. Desarrollar y aplicar programas de recuperación de ciclos vitales y remediación de pasivos ambientales, tanto a nivel terrestre como marino, a través de la

aplicación de tecnologías amigables y buenas prácticas ambientales y sociales, especialmente en las zonas de concesiones petroleras y mineras otorgadas por el Estado ecuatoriano.

- c.** Implementar acciones de descontaminación atmosférica y restauración de niveles aceptables de calidad de aire con el objetivo de proteger la salud de las personas y su bienestar.
- d.** Reducir progresivamente los riesgos para la salud y el ambiente asociados a los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs).
- e.** Regular criterios de preservación, conservación, ahorro y usos sustentables del agua e implementar normas para controlar y enfrentar la contaminación de los cuerpos de agua mediante la aplicación de condiciones explícitas para el otorgamiento de las autorizaciones de uso y aprovechamiento.

2.4 Categorías fundamentales



Elaborado por: Alejandro Lozada

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis de Alternativa

La obtención de Biogás es mayor cuando se aumenta la concentración de gallinaza en la mezcla a digerir

2.5.2 Hipótesis Nula

La obtención de Biogás no es mayor cuando se aumenta la concentración de gallinaza en la mezcla a digerir

2.6 Señalamiento de variables

- **Variable Independiente**

Gallinaza con mezclas de residuos orgánicos de cerdo y cuy

- **Variable Dependiente**

Obtención de Biogás

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

El enfoque de la investigación propuesta es de tipo cuantitativo porque recolecta y analiza datos para probar hipótesis que han sido formuladas previamente, enfatiza el análisis de partes o componentes del fenómeno en observación, confía en mediciones, uso de la estadística para hacer inferencias, requiere de precisión y exactitud. Para este enfoque la forma confiable de conocer la realidad es a través de la medición numérica y el análisis de datos, se basa en un proceso hipotético deductivo y busca generalizar los resultados obtenidos en un cálculo del rendimiento total al final del proceso en relación al biogás obtenido.

También presenta un enfoque cualitativo, debido a que obtiene información que permite conocer el fenómeno en su totalidad antes de adelantarse a formular hipótesis, se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, tales como descripciones y observaciones calificando el mejor tratamiento en relación a las mezclas de gallinaza con desechos orgánicos que ayuden a obtener mayor cantidad de biogás en el proceso.

3.2 Modalidad Básica de Investigación

En la investigación planteada se utilizaran varios tipos, las cuales son:

Documental.

Como una variante de la investigación científica, cuyo objetivo fundamental es el análisis de diferentes, utiliza técnicas muy precisas, de la documentación existente, que directa o indirectamente, aporta la información documental como parte esencial

de un proceso de investigación científica, constituye una estrategia donde se observa y reflexiona sistemáticamente sobre realidades (teóricas o no) usando para ello diferentes tipos de documentos.

Interpreta, indaga o presenta datos e informaciones sobre un tema determinado de cualquier ciencia, utilizando una metódica de análisis; teniendo como finalidad obtener resultados que pudiesen ser base para el desarrollo de la creación científica.

Experimental.

Es la investigación en la que se obtiene la información por medio de la observación de los hechos, y que se encuentra dirigida a modificar la realidad con el propósito de estudiar en circunstancias en las que normalmente no se encuentran, con el fin de describir y analizar lo que ocurriría en determinadas condiciones, estableciendo las relaciones de causa – efecto.

3.3 Nivel o tipo de Investigación

Para el trabajo investigativo será basado en los tipos de investigación: exploratoria y experimental:

Exploratoria.

Se desea establecer una metodología que ayude a comprobar las hipótesis mediante una experimentación, en la cual se aplica un razonamiento hipotético – deductivo.

Experimental.

Consiste en la manipulación de la variable experimental, lo que permitirá establecer una situación para introducir las variables de estudio que serán manipuladas en condiciones controladas

3.4 Población y Muestra

La población de la investigación fue considerada de la granja Avícola Jacqueline donde se realizó el estudio.

Es preciso mencionar que el plantel Avícola constó al momento del cálculo poblacional con alrededor de 12000 gallinas lo que se tomo como total de la Población. El dato establecido se detalla a continuación:

Se consideró 135 g como gallinaza, debido a que Rodríguez (1969), en su investigación señala que cada gallina produce 135 g de excretas por día.

$$N = 135 \text{ g} * 12000$$

$$N = 1620000 \text{ g}$$

$$N = 1620 \text{ Kg de gallinaza}$$

Una vez establecida la población que fue de 126kg de gallinaza, se necesitó determinar la muestra para la investigación, para lo cual se utilizó la siguiente ecuación:

$$n = Z_{\alpha}^2 * \frac{N * p * q}{i^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Dónde:

n = tamaño de la muestra

Z_{α} = Nivel de confiabilidad, al 95% de aceptación.

N = población

p = probabilidad de ocurrencia (0.5)

q = probabilidad de no ocurrencia (0.5)

i = error de muestro (0.1)

$$n = 1.96^2 * \frac{1620 * 0.5 * 0.5}{0.1^2 * (1620 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 90.71 \text{ Kg}$$

$$n = 91 \text{ Kg}$$

El tamaño de muestra de gallinaza obtenida fue utilizada respectivamente en la investigación, y dividida equitativamente para cada tratamiento

3.5 Operacionalización de Variables

HIPÓTESIS	VARIABLES	CONCEPTO	INDICADOR	ÍNDICES
La obtención de Biogás es mayor cuando se aumenta la concentración de gallinaza en la mezcla a digerir	Independiente: Gallinaza con mezclas de residuos orgánicos de cerdo y cuy	La excreta de las aves, solas o en mezcla resulta de las deyecciones, plumas, residuos de alimentos y huevos rotos	Proporción Peso	Porcentaje de mezcla Peso Inicial Kg y Peso Final Kg
	Dependiente: Obtención de Biogás	Gas combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica	Rendimiento Peso Poder Calórico	En Porcentaje Peso Antes del Proceso Y después como producto Tiempo de la llama

Elaborado por: Alejandro Lozada

3.6 Plan de Recolección de Información

3.6.1 Diseño Experimental

Se aplicó un diseño completamente aleatorizado A * B con cinco niveles para el factor A y tres niveles para el factor B.

El diseño aplicado evalúa dos respuestas experimentales: Aumento de peso en Kg de los Reactores y Tiempo en salida de gas producido, es decir se considera rendimiento de biogás en función de la cantidad de mezcla.

Tabla 3.2 Factores y Niveles de estudio

Factores	Niveles de estudio
A: Gallinaza	a ₀ : 0%
	a ₁ : 25%
	a ₂ : 50%
	a ₃ : 75%
	a ₄ : 100%
B: Desechos Orgánicos	b ₀ : Cerdo
	b ₁ : Cuy
	b ₂ : Cerdo + Cuy

Elaborado por: Alejandro Lozada

3.6.2 Caracterización físico – química de las muestras

3.6.2.1 Determinación del pH

Para determinar el pH de las muestras, se tomó 5 gramos de gallinaza que fue colocada en un vaso de precipitación de 100 ml. La lectura del pH de las muestras de gallinaza como la de los residuos orgánicos se la hizo con bandas de papel pH marca MACHEREY – NAGEL, con escala de colores de 0 a 14, con lo que se obtuvo valores de todos los factores de estudio tanto de la gallinaza como de los desechos orgánicos de cerdo y cuy.

3.6.2.2 Determinación del porcentaje de humedad.

Para la determinación del porcentaje de humedad se lo realizó mediante el Método de K. Fisher cuyo procedimiento fue: se pesaron previamente las cápsulas de porcelana a utilizarse y se colocó 5 gramos de gallinaza, se registró el peso total

(Peso 1). Las cápsulas de porcelana con las muestras fueron colocadas en una estufa y sometidas a 105 °C por 24 horas. Al retirar las muestras se las dejó enfriar y se procedió a pesar nuevamente (Peso 2). El porcentaje de Humedad fue determinado mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso 1} - \text{Peso 2}}{\text{Peso 2}} * 100$$

Todos los cálculos debían involucrar los pesos de agua y gallinaza, por lo que el peso de la cápsula tuvo que ser restado y no fue considerado en el cálculo final. De igual manera para los desechos de cerdo y de cuy fue necesario realizar el mismo procedimiento antes mencionado.

3.6.2.3 Determinación del porcentaje de materia orgánica.

Para la determinación del porcentaje de materia orgánica se pesaron previamente las cápsulas de porcelana a utilizarse y se colocaron 5 gramos de gallinaza sola o en mezcla, se registró el peso total (Peso 1). Las cápsulas de porcelana que contenían las muestras fueron colocadas en una estufa y se las sometió a 105 °C por 24 horas. Las muestras procedentes de la estufa fueron llevadas a una mufla a 400 °C por 3 horas. Al término de este tiempo fue necesario enfriar y se obtuvo el peso final (Peso 2). El porcentaje de materia orgánica se lo determinó mediante la siguiente fórmula.

$$\% \text{ M.O.} = \frac{\text{Peso 1} - \text{Peso 2}}{\text{Peso 2}} * 100$$

En los cálculos finales no fueron considerados los pesos de las cápsulas y únicamente se realizó con los pesos de gallinaza sola y en mezcla. De igual manera se realizó el mismo procedimiento para los residuos de cerdo como de cuy.

3.6.3 Biorreactores y Materia Orgánica

3.6.3.1 Preparación de los recipientes o biorreactores

Para la fermentación de los residuos fue necesario la implementación de recipientes plásticos adecuados que sirvieron como biorreactores, cada uno con un volumen de 20 litros, los cuales fueron lavados con agua caliente y consecutivamente desinfectados con una solución al 10% de cloro.

Posteriormente se procedió a realizar agujeros en la parte inferior de los recipientes, con el fin de obtener el espacio necesario para introducir el termómetro y de esta manera adquirir los datos de temperatura en cada recipiente, los cuales fueron sellados con tapones de hule; en la tapa fue necesario colocar mangueras de hule para al final del proceso permitir la salida del biogás producido.

Con todas las adecuaciones realizadas, los recipientes fueron pesados (Peso 1) para al final realizar el cálculo correspondiente de rendimiento.

3.6.3.2 Adición de la biomasa a los biorreactores

Mediante el cálculo población y muestra se procedió a dividir el total para cada uno de los recipientes, en el cual se introdujo la gallinaza sola o en mezcla en diferentes proporciones de los desechos orgánicos de cerdo y cuy, una vez terminado este procedimiento, los biorreactores fueron sometidos a un proceso de pesado (Peso 2), para un control de producción de biogás.

3.6.4 Identificación de la mezcla que produce mayor cantidad de biogás

3.6.4.1 Control de peso y temperatura

Con los biorreactores sellados herméticamente debido a que el proceso de digestión es completamente anaeróbico, durante todo el proceso que duro 40 días, se procedió a pesar en una balanza analítica de tres decimales de precisión, el peso obtenido fue en kilogramos por día de 6:30 a 8:00 en la mañana, durante el tiempo indicado.

De igual manera se procedió a registrar los cambios de temperatura en cada uno de los recipientes, con un termómetro digital en escala de 10 a 200 grados

centígrados, en iguales condiciones en el horario anteriormente citado.

3.6.5 Determinación de rendimiento de biogás en varias mezclas orgánicas utilizando gallinaza

Para determinar el rendimiento se pesó el total del recipiente con cada una de las mezclas utilizadas: Peso 1 o peso inicial, y al final del mismo, con lo que se obtuvo un Peso 2 o peso final; posteriormente se calculó el rendimiento con la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso}_1}{\text{Peso}_2} * 100\%$$

Es necesario mencionar, que para el cálculo de rendimiento en el sistema se consideró únicamente el peso inicial y final en el transcurso de la fermentación, restando el peso de los biodigestores.

3.6.6 Comprobación de la combustión del biogás.

Una vez obtenido el biogás durante el proceso de digestión se procedió a colocar en los biodigestores, una manguera de hule utilizada comúnmente en las cocinas se lo conectó a un mechero de bunsen, con lo que se comprobó que el biogás obtenido puede ser utilizado como fuente de energía calórica para la propia industria avícola, además esto permitió también determinar si en las mezclas utilizadas se produce biogás útil para calefacción.

3.7 Plan de procesamiento y análisis de la información

La respuesta experimental para el diseño planteado fue el aumento de peso en relación a los días de fermentación, estos datos fueron analizados con el paquete estadístico Infostat, con el cual se determinó si existe diferencia significativa entre los tratamientos y se obtuvo las mejores mezclas de obtención de biogás.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Parámetros físico – químicos

Para establecer las características físico – químicas iniciales de las distintas muestras, se procedió a la evaluación de los índices de calidad con los procedimientos indicados en el acápite 3.6.2 En la Tabla 4.1 se indica los resultados promedio y desviación estándar de la evaluación de las propiedades de la gallinaza y los desechos de cerdo y de cuy.

Tabla 4.1 Valores iniciales de diversos parámetros físico – químicos obtenidos de la materia prima

Parámetro	Gallinaza	Desecho de Cerdo	Desecho de Cuy
pH	8.2 ± 0.5	8,37 ± 1.0	7,25 ± 1.0
Humedad	53.33 ± 3.0	58,96 ± 2.5	16,28 ± 2.0
Materia Orgánica	37.25 ± 1.5	26,71 ± 3,5	51,37 ± 3.0

Elaborado por: Alejandro Lozada

La materia prima utilizada contiene un elevado índice de humedad y un alto porcentaje de materia orgánica, además cada una de las muestras se establecieron que se encuentran dentro de un rango de un pH básico, lo que indica que gracias a la alimentación que reciben los animales su excretas son aptas para diversos procesos de tratamiento, es así que factores como la humedad influyen directamente al momento de la fermentación en la obtención de biogás, ya que afecta a las condiciones óptimas para este proceso.

En el Anexo A, en la tabla A – 1 se indican los parámetros físico – químicos iniciales para cada tratamiento con sus respectivas replicas, y se observa que no existe una variación apreciable de las medidas de control de las materias primas utilizadas.

Se puede observar en la tabla 2.3, según Peláez (1999), los factores principales como humedad y pH, que no existe diferencia significativa con los vales obtenidos

en la experimentación y a lo largo del proceso, así por ejemplo la humedad de la gallinaza fue de 53.33% mientras que Peláez estableció para el mismo parámetro 57.8% confirmando que los datos obtenidos son correctos.

Adicionalmente se determinó que en los digestores donde se encontró en mayor proporción el desecho proveniente del cuy, no se presentó un incremento diferenciado a lo largo del proceso, sin embargo, al poseer gran cantidad de materia orgánica, ésta no fue de gran ayuda al momento de la fermentación debido a q la humedad no en los biofermentadores no fue adecuada durante el proceso.

4.2 Identificación de la mezcla que produce mayor cantidad de biogás

4.2.1 Control de temperatura

La producción de biogás al ser un proceso estrictamente anaeróbico, el parámetro más importante que debió ser controlado continuamente es la temperatura, en el Anexo B, las Tablas: B – 1, B – 2 y B – 3; se detallan las temperaturas de cada uno de los tratamientos durante el proceso de fermentación.

El proceso de producción de Biogás se completó alrededor de 22 a 25 días, como se indica en la figura 4.1, en los cuatro primeros días se observó que no existió aumento de temperatura, se considera la etapa de adaptación continúa la fase exponencial en la cual la temperatura incrementa notablemente, se considera en este punto, la fase en la que existe mayor producción de biogás, al final la temperatura se equilibra, es aquí donde los compuestos que intervienen en la fermentación llegan a terminarse y éste, es un indicativo de que el proceso de fermentación ha terminado.

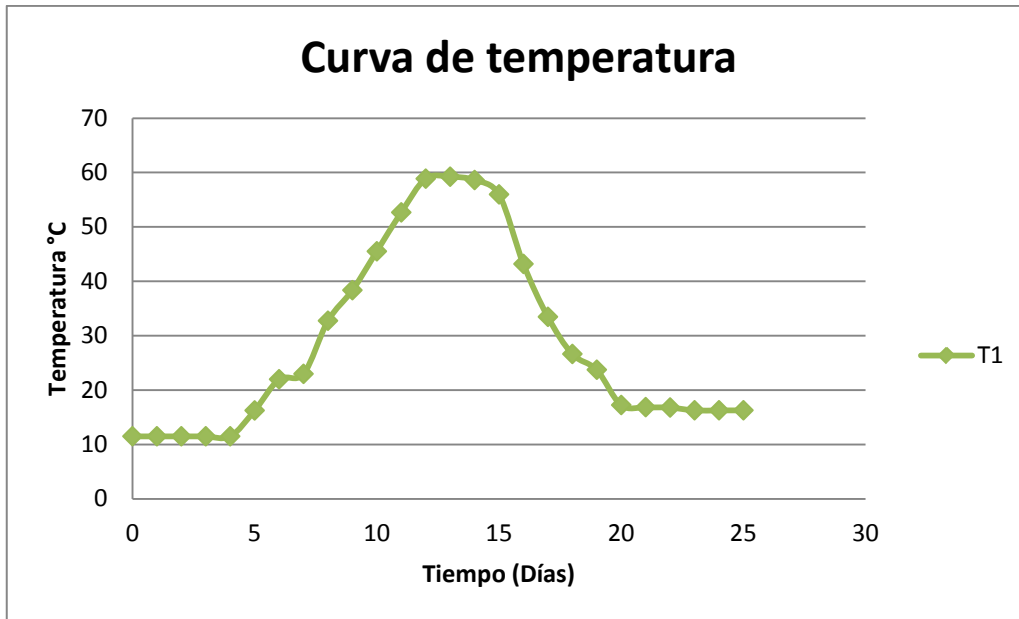


Figura 4.1: Curva de temperatura de producción de Biogás para la mezcla de 50% gallinaza con 50% desecho de cerdo

Elaborado por: Alejandro Lozada

4.2.1 Control de Peso de los Biorreactores

Otra medida importante que se tuvo en consideración fue el aumento de peso de los biofermentadores, en las Tablas: B – 4, B – 5 y B – 6; se indican los pesos de cada tratamiento durante el proceso, al igual que la temperatura registrar el peso de cada recipiente fue necesario para el cálculo posterior de rendimiento en relación a la producción de gas, y de igual manera establecer una curva de producción.

Las figuras 4.2, se observa una curva en relación a la producción de gas, en la muestra una generación instantánea y un decrecimiento rápido del biogás, en la que el proceso concluye con 40 días (Palacios, 1995).

Los datos obtenidos coinciden con los bibliográficos a pesar de la diferencia de tiempos de fermentación, en la que se establecen de manera marcada en la curva que existen todas las etapas ya establecidas en el proceso de digestión.

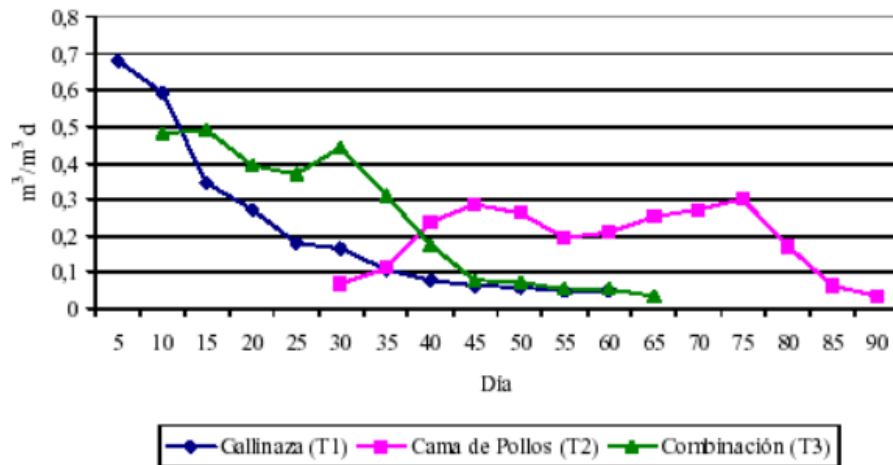


Figura 4.2: Producción de Biogás de Gallinaza

Fuente: Palacios, 1995

La figura 4.3 se observa la generación de biogás en el proceso de fermentación, y se establece que no existe producción inmediata de biogás, esto se debe a que se utilizan mezclas que ayudan a controlar las condiciones dentro de los biofermentadores y se realice un proceso mas largo en cuanto a obtención de gas, pero menor en relación al tiempo.

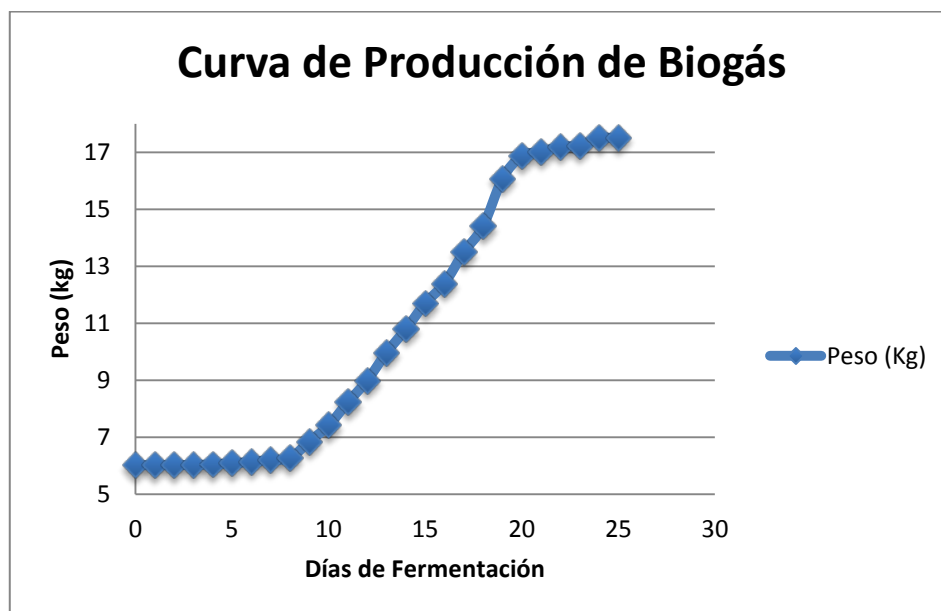


Figura 4.3: Curva de Generación de Biogás para el mejor tratamiento 50% gallinaza con 50% desecho de cerdo

Elaborado por: Alejandro Lozada

Las curvas obtenidas en relación al tiempo de digestión, de las mejores mezclas de gallinaza con otros desechos orgánicos, se encuentran en el anexo C, en las cuales se puede observar un coeficiente de correlación r^2 mayor a 0,92 siendo las mejores mezclas con desechos de cerdo.

En el Anexo D se establece el análisis estadístico realizado en función al resultado del incremento de peso de los tratamientos, se puede evidenciar diferencia significativa en relación al aumento de la concentración de gallinaza añadida a los recipientes con la producción de biogás, sin embargo se establece que a un 50% de gallinaza es la mejor combinación con 50% desecho de cerdo, esto se debe a que con esta mezcla se presentan las condiciones físicas y químicas óptimas para un proceso normal de fermentación, lo que no ocurre con el desecho de cuy, debido a que éste presenta poca humedad y en comparación con el desecho de cerdo y gallinaza este es un factor importante y necesario en el proceso digestivo, el análisis se lo realizo a un nivel de confianza del 95% y con un $\alpha = 5\%$

4.3 pH

Este parámetro físico – químico no fue considerado dentro del proceso como un índice de control, únicamente se tomó un dato inicial y final, con lo cual se observó que no existe variación apreciable desde el inicio hasta el final, es por eso que como promedio para la gallinaza se obtiene un valor de 8,2 en el proceso con una variación de $\pm 0,5$.

Para los desechos de cerdo y de cuy los datos de pH fueron 8,37 y 7, 25 con una variación de $\pm 1,0$ para los dos casos, es importante mencionar que la variación de pH se da por el material que existe dentro de los desechos como pueden ser huevos rotos, plumas, material vegetal, entre otros.

4.4 Cálculo de rendimiento

Según el procedimiento establecido se determinó el rendimiento de los tratamientos con sus respectivas replicas, en la que de igual manera se observa que la gallinaza en mezcla con el desecho de cerdo se obtienen grandes resultados, en el anexo E, se indican los cálculos de cada biofermentador en la producción de biogás.

El mayor y mejor rendimiento fue de 43,787 en promedio, este resultado se dio en la combinación de 50% gallinaza con 50% desecho de cerdo, lo que ayuda a comprobar de igual forma que este tratamiento sigue siendo el mejor en la producción de biogás.

4.5 Determinación de rendimiento de biogás en varias mezclas orgánicas utilizando gallinaza

Uno de los índices que permite evaluar la generación de biogás a partir del proceso de fermentación de la materia orgánica es la productividad de metano o productividad metanólica (Weiland, 1995).

Este parámetro se define como la cantidad de metano generado en la unidad de tiempo respecto de la materia dispuesta en el reactor. En el Anexo E constan los cálculos de rendimiento, en el cual se observa la relación de la diferencia de pesos durante el proceso de fermentación se estableció que el mejor tratamiento es la combinación entre gallinaza y desecho de cerdo.

Además el proceso de descomposición es menor en relación al tiempo en comparación con las otras mezclas Orellana, (2007), señala que el desecho de cerdo al poseer mayor humedad tiende a completar el proceso de producción de biogás entre 20 a 35 días.

4.6 Comprobación de la combustión del biogás

La prueba de combustión se realizó en “La Granja Avícola” lugar en el que se llevó a cabo la investigación, con un mechero de Bunsen de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, la prueba consistió en adaptar el mechero de Bunsen a los mejores tratamientos obtenidos luego del análisis estadístico, se pudo observar una pequeña llama en el instrumento, lo que significa que el biogás obtenido puede ser utilizada en escala mayor para calefacción de las pollitas en sus primeros días.

De esta manera se reducirá costos en lo que se refiere a utilización de GLP, debido a que para este tipo de planteles industriales es necesaria la utilización de tanques de tipo industrial y no los comunes conocidos como gas de uso doméstico, lo que

se busca es una combinación de biogás con GLP para un mejor calentamiento de los galpones, es decir se puede implementar una criadora conectada al biofermentador y otra conectada al tanque de GLP, con lo que se optimiza recursos y se genera utilidad a partir de un desecho.

4.7 Verificación de la hipótesis

Tras haber realizado el procesamiento, análisis e interpretación de los resultados obtenidos, se ha rechazado la hipótesis nula que señala que la obtención de Biogás no es mayor cuando se aumenta la concentración de gallinaza en la mezcla a digerir.

En consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa, es decir que con el aumento de la concentración de gallinaza se da una relación directa a la producción de biogás.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Las diferentes características físicas y químicas de las excretas aviares le atribuyen cualidades para ser utilizada, ya sea como abono o como materia prima para producción de biocombustibles, siempre y cuando sea transformada en procesos de fermentación, garantizando no sólo su calidad como producto, sino su aporte al bienestar del medio ambiente.

La gallinaza utilizada como materia prima en la obtención de biogás contiene en promedio 36.2% de materia orgánica, un pH de 8.5 y una humedad de alrededor de 53.1% en gallinas de jaula, lo que permitió un adecuado proceso de fermentación en mezcla con los desechos principalmente de cerdo, esto se debe a que de igual manera este tipo de animales de granja poseen en sus desechos un alto índice de humedad, lo cual es un beneficio en la producción de biogás.

El mayor rendimiento de producción de biogás se lo pudo observar en la mejor combinación que fue a_2b_1 , que corresponde a 50% de gallinaza con 50% de residuos de cerdo, en la que el total en rendimiento fue de 43,787%, estableciendo que estos tipos de desecho pueden generar energía suficiente para cualquier tipo de proceso. Los resultados de mayor a menor fueron: a_2b_1 , a_3b_1 , a_2b_2 , a_0b_1 , a_3b_0 , a_1b_1 , a_3b_2 , a_2b_0 , a_1b_2 , a_1b_0 , a_0b_2 , a_4b_2 , a_4b_1 , a_4b_0 , a_0b_0 ; en los que se diferencia claramente cuando existe mayor cantidad de desecho de cuy no producen biogás como en los otros biodigestores.

La naturaleza de los desechos de cuy y su bajo contenido de líquidos, produjeron dentro del sistema una declinación en la humedad dentro del biorreactor, por lo que en los tratamientos que existió la mezcla con estos desechos no hubo una

producción en cantidad de biogás, además cabe considerar que en la gallinaza existen microorganismos que contribuyen en la fermentación, y estos se desarrollan de manera adecuada a condiciones óptimas como humedad, pH y temperatura, lo que no fue factible en las mezclas antes mencionadas, sin embargo cuando la combinación de los tres desechos fue utilizada, la obtención de biogás fue mayor, pero no en igual proporción que en los recipientes existentes la mezcla de las materias utilizadas de cerdo y gallinaza.

De los diferentes procesos para la transformación de la gallinaza, sin duda el compostaje es el más sencillo, sin embargo con esta investigación se pudo comprobar que un proceso alternativo y altamente efectivo para el tratamiento de este desecho es la fermentación anaeróbica para la producción de biogás, obteniendo un producto confiable, además el biogás puede ser aprovechado como biocombustible, ya que su poder calorífico oscila entre 5000 y 6000 kcal/m³, en función del contenido de metano, lo que permitiría contar con una alternativa para calefacción de pollitas bebe y que además se evidencio el mencionado poder calorífico gracias a la ayuda de un mechero de laboratorio ya que este funciona sin ningún inconveniente, lo que ayudará a reducir costos de gastos en lo que se refiere a calefacción de galpones, de esta manera contribuir también con la reducción de impacto ambiental que la industria avícola produce.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda profundizar el estudio de microorganismos existentes en la gallinaza, lo que ayudara a proporcionar información sobre las condiciones óptimas para el desarrollo de los mismos, con el propósito de optimizar los requerimientos y reducir el tiempo de fermentación en el proceso de obtención del biogás.

Realizar análisis del biocombustible obtenido, con métodos instrumentales como cromatografía de gases o HPLC, con el fin de obtener información sobre la pureza del gas obtenido, debido a los compuestos de azufre que se encuentran formando la estructura de la materia prima.

Impulsar el desarrollo de un reactor para la producción de biogás a escala semi – industrial en las condiciones que se establecieron dentro de este trabajo de

investigación para el beneficio de la propia industria Avícola.

El desecho de cuy debe ser destinado a otro proceso para su tratamiento, este no presenta los requerimientos necesarios para la producción de gas, se deberá buscar una alternativa confiable para disminuir el impacto contaminante, puede ser considerado como materia para compostaje o producción de biol, debido a la gran cantidad de materia orgánica existente, restos de alfalfa, maíz y otras plantas que están incluidas dentro de su alimentación.

El presente estudio es una base para realizar futuras investigaciones en el campo de las energías alternativas utilizando gallinaza para procesos fermentativos, se podrá diseñar un bioreactor para la elaboración de biogás a escala semi – industrial, lo cual generará fuentes de empleo y un mejor aprovechamiento de los materiales de desecho.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos Informativos

6.1.1 Título

Diseño y construcción de un biorreactor discontinuo para la obtención de biogás a partir de gallinaza con mezclas de desechos de cerdo.

6.1.2 Institución Ejecutora

Universidad Técnica de Ambato - Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Granja Avícola “Jacqueline”

6.1.3 Beneficiarios

Planteles Avícolas del Sector, especialmente de las parroquias Augusto N. Martínez, Constantino Fernández, Estudiantes de las carreras de Ingeniería Bioquímica, Biotecnología y carreras afines al campo ambiental.

6.1.4 Ubicación

Ambato - Ecuador

6.1.5 Tiempo estimado de ejecución:

6 meses

6.1.6 Equipo técnico responsable:

Ing. Gladys Navas – Alejandro Lozada

6.2 Antecedentes de la propuesta

A partir de la revolución en la década de los 70, surge la implementación y desarrollo energético acompañado de la constante lucha por el equilibrio entre la alta productividad, la modernización y el ambiente. De aquí que las principales naciones, en especial las más preocupadas por dicho desarrollo tecnológico, promueven charlas y convenciones en las cuales llegan a acuerdos y compromisos por un ambiente sano, (Moncayo, 2008).

En los países industrializados, el desarrollo de la metanización ha estado más influenciado por criterios medioambientales que los puramente energéticos, siendo en método clásico de estabilización de las aguas residuales urbanas, (Solar, 2004).

De hecho, hasta que se produjo la “Crisis del Petróleo” el proceso anaerobio, había sido considerado por los países industrializados como un tratamiento para reducir las altas cargas orgánicas de algunos residuos, pero sin aprovechar los lodos como fertilizantes o el metano como combustible, (Vélez y colaboradores, 2004).

6.3 Justificación

La construcción de un reactor para la producción de biogás se basa en la demanda actual sobre las previsiones futuras de combustibles ecológicos o verdes con el medio ambiente, denominados en general biocombustibles. La producción y la utilización de los biocombustibles presentan diversas ventajas medioambientales, energéticas y socioeconómicas respecto a los combustibles convencionales derivados del petróleo o conocidos como combustibles fósiles.

Desde el punto de vista energético el biogás constituye una fuente de energía renovable y limpia, ayuda con el control de desechos, planteando la utilización de los mismos como materia prima, por tanto presenta beneficios y efectos positivos para el medio ambiente y el abastecimiento energético de la industria avícola en general.

Construir reactores de mediana escala, estudio y análisis de factibilidad para su posterior implementación en planteles avícolas, contribuyen a la creación de nuevas plazas de trabajo con el desarrollo social y económica del área, mediante el manejo

de un desecho tan abundante relacionada a esta industria, y buscar fines energéticos todo ello sin comprometer el medio ambiente, con este proyecto se disminuirá el impacto que posee sobre el suelo, aire e incluso en se evita la contaminación en efluentes de agua cercanos.

6.4 Objetivos

General

- Establecer el diseño y construcción de un reactor para la obtención de biogás a partir de gallinaza con mezclas de desechos de cerdo.

Específicos

- Desarrollar el dimensionamiento y montaje del el equipo en base a la experimentación desarrollada en el presente trabajo.
- Efectuar pruebas fisicoquímicas de composición del biogás obtenido para comprobación de pureza del mismo.
- Evaluar el funcionamiento de equipo de crianza para aves utilizando biogás obtenido en diferentes condiciones.

6.5 Análisis de factibilidad

El proyecto de investigación es de tipo tecnológico, ya que con ello se puede implementar como una nueva tecnología para la producción de biogás a escala semi – industrial. El análisis de factibilidad es además de carácter socioeconómico, puesto que contribuye con investigaciones y estudios que se puedan realizar con los datos expuestos en el trabajo, y será de gran apoyo en manejo de desechos de la industria avícola para creación de sus propios reactores, de igual manera para Municipios , estudiantes de Ciencias Ambientales y afines, entre otros.

Tabla 6.1 Costos de Investigación.

CONCEPTO	VALOR (USD)
Graduando	350
Tutor	500
Materiales y Equipos	1150
Publicaciones	120
Subtotal	2120
Imprevistos (10%)	212
Total	2332

Elaborado por: Alejandro Lozada

6.6 Fundamentación

El reactor discontinuo es un dispositivo sencillo utilizado preferiblemente para el estudio de la cinética de reacciones homogéneas.

Es un recipiente, sin flujo de entrada de reactivos ni flujo de salida de productos mientras se efectúa la reacción. El reactor se carga antes de iniciar la reacción y se descarga una vez que la operación ha finalizado. En la Figura 6.1 se presenta el esquema del reactor discontinuo.

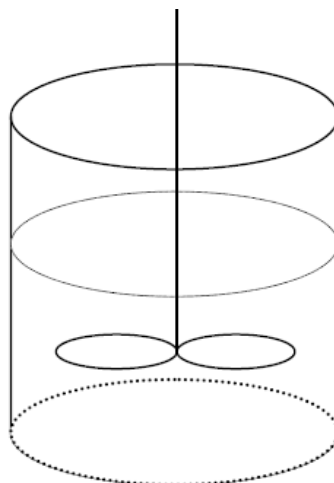


Figura 6.1 Esquema de un Reactor Discontinuo para la producción de Biogás

Elaborado por: Alejandro Lozada

En este tipo de reactores el avance de la reacción se determina en función del tiempo. La concentración de un determinado componente se puede medir a través de la presión o el volumen del sistema, así como por cambios en alguna propiedad física como conductividad, pH, temperatura, entre otros, y se registran en determinados intervalos durante el transcurso de la reacción.

6.7 Metodología Modelo Operativo

Tabla 6.2: Modelo operativo para la implementación de un reactor discontinuo para la obtención de biogás.

ETAPAS	ACTIVIDADES	TIEMPO ESTIMADO
Planificación	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de metas • Desarrollo de planes • Coordinación de actividades 	3 semanas
Organización	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar ubicación • Delegar funciones • Estimar presupuesto • Cotizaciones 	3 semanas

Dirección	<ul style="list-style-type: none"> • Orientar al personal • Capacitar al personal 	5 semanas
Ejecución	<ul style="list-style-type: none"> • Compra de materiales y tecnología • Manejo del reactor • Pruebas de funcionamiento 	4 semanas
Control	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas físico - químicas • Evaluación de rendimiento 	2 semanas

Elaborado por: Alejandro Lozada

6.8 Administración

Tabla 6.3 Administración

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Definición del Proyecto	Para comenzar el proyecto, es indispensable destacar que el trabajo está entendido y que los responsables, tanto de la ejecución del proyecto como quienes recibirán los resultados del mismo, tienen una visión clara de los resultados esperados
Planeación de Trabajo	Se determina cómo se va realizar el trabajo. Implica elaborar un plan de trabajo.
Administración de Contratos	El contrato es el documento que rige las condiciones bajo las cuales se adquiere un bien y/o servicio.

<p>Administración de proveedores</p>	<p>En el transcurso del proyecto, la relación con los proveedores es muy variante, variación estrechamente ligada al avance del mismo.</p>
<p>Administración de plan de trabajo</p>	<p>Describe el orden del trabajo, el esfuerzo requerido y quien está asignado a una tarea, pero solo representa el mejor estimado de cómo completar el trabajo que queda por hacer en un momento dado del proyecto.</p>
<p>Administración de Alcance</p>	<p>El alcance de un proyecto describe los límites del mismo y lo que el proyecto va a entregar, qué información se necesita y qué partes de la organización se verán afectadas.</p>
<p>Administración de Riesgo</p>	<p>El riesgo es una condición futura que existe fuera del control del grupo, y que puede tener un impacto negativo sobre el resultado del proyecto si se llega a dar la condición.</p>
<p>Administración de la Calidad</p>	<p>La calidad de un proyecto se mide por que tan cerca están de cumplirse las expectativas, por lo tanto el objetivo central del equipo del proyecto es cumplir con los objetivos iniciales</p>

Administración de la medición	Se deben incluir métricas que determinen que tan bien se satisfacen los requerimientos del cliente y como se cumple con las expectativas. Dependiendo de los resultados, se toman los correctivos pertinentes
-------------------------------	---

Elaborado por: Alejandro Lozada

6.9 Previsión de la Evaluación

Tabla 6.4 Previsión de la Evaluación

Preguntas Básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	Granjas Avícolas de la provincia, Departamentos de control Ambiental.
¿Por qué evaluar?	Provee información técnica de importancia para la optimización el proceso de fermentación
¿Para que evaluar?	Mejorar la calidad del Biogás obtenido a partir de la gallinaza
¿Qué evaluar?	Características fisicoquímicas y propiedades como combustible del biodiesel obtenido.
¿Quién evalúa?	Laboratorio de Físico – Química de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos

Elaborado por: Alejandro Lozada

BIBLIOGRAFIA

AFABA, (Asociación de Fabricantes de Alimentos Balanceados) Revista. 2008. Estructura de la Producción de Alimentos Balanceados. Industria de Alimentos Balanceados en el Ecuador.

Andreadakis, A. 1992. Anaerobic digestion of piggery wastes. Science and technology. United State. 1 – 9 pp

Avicultura Ecuatoriana, 2001. Informe sobre el desempeño del sector avícola. Disponible en:

<http://www.conave.org/informacionlistall.php?pagina=11>

Bezing, A. 2001. Agricultura orgánica fundamentos para la región andina. Neckar, Alemania. 256 p

Bell, D. 1993. Manual de producción Avícola. Traducción por Michael Carrot. México DF., México. 797 p

Cinset. 1998. Diagnóstico e impacto ambiental de la avicultura. En: Cuadernos Avícolas 3. Federación Nacional de Avicultores, FENAVI. Santa fe de Bogotá, Colombia. 67 p

CONAVE, (Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador). 2008. Censo nacional Avícola 2006. Disponible en:

<http://www.conave.org/informacionlistall.php?pagina=11>

Estrada, P. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Corporación Universitaria Lasallista. Revista Lasallista Volumen 2. Antioquia, Colombia. 43 – 48 p

Evers, G. 1998. Comparison of broiler poultry litter and commercial fertilizer for Coastal. 12 – 15 p

Flachowsky, G. 1997. Animal excreta as a feedstuff for ruminants. A Review. Application animal. U.S.A. 40 p

Figuroa, P. 2005 Política de reciclaje para la producción de alimento animal, energía y protección ambiental. Disponible en:
http://www.fpolar.org.ve/ats/ats/ats_info/eventos/porcicultores/vilda_figuroa/Cap04.doc

Fontenot, J. 1998. Alimentación del ganado con residuos avícolas. En: Memorias de la Conferencia Internacional sobre ganado en el trópico. Gainesville. Florida. 33 p.

Fundagro, (Fundación para el desarrollo agrario). 1996. Serie Agricultura orgánica, manual B. Disponible en:
<http://www.rimisp.org/seccion.php?seccion=74>

García Y, Ortiz A, Lon Wo E. 2007. Efecto de los residuales avícolas en el ambiente. Disponible en:
<http://www.fertilizando.com/articulos/Efecto%20Residuales%20Avicolas%20Ambiente.asp>

Guía Ambiental para el Subsector Avícola. 2005. Disponible en:
http://www.minambiente.gov.co/documentos/subsector_av%C3%ADcola.pdf

Honeyman, M. 1991. Sustainable swine production in the U.S. corn belt. Am. Alternative agric. 63 p

Lesson, S. 2003. La producción de pollos parrilleros del futuro: desde la bioseguridad hasta el control de la contaminación. Disponible en:
http://www.engormix.com/la_produccion_pollos_parrilleros_s_articulos_221_AVG.htm

Lu, J.; Sanchez, S.; Hofacre, C.; Maurer, J.; Harmon, B.; Lee, M. 2000. Evaluation of broiler litter with reference to the microbial composition as assessed by using 16S rRNA and functional gene markers. Appl. and Environmental Microbiol. 69 -76 pp

Mack, O. 1993. Manual de producción Avícola. Tercera edición. Traducción por Michael Carrol. México DF., México. 800 p

MAGAP, (Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2006. Ecuador población avícola. Disponible en:
http://www.sica.gov.ec/cadenas/maiz/docs/produccion_avicolamod.html

Moncayo, G. 2008. Dimensionamiento, Diseño y construcción de biodigestores y plantas de biogás. 35 p

North, M. 1998. Manual de producción avícola. Editorial El manual moderno. México, DF. 65 p

Orellana, J.; CONAVE (Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador). 2007. Censo Avicultura. Disponible en:
<http://www.conave.org/noticias/cifras.html>

Orellana, J. 2010. Gremio avícola nacional sus acciones, incidencias de las mismas y la necesidad del fortalecimiento gremial. Quito, Ecuador. 11 – 14 p

Ortiz, A. 2004. Evaluación de desechos de la industria cafetalera y azucarera como camas avícolas en Guantánamo y su aprovechamiento en la alimentación de ovinos. Tesis de Dr. Ciencias. Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba

Osorio, G. (2005). Instituto de Transferencia de Tecnologías. Abonos, Disponible en:
<http://www.itacab.org/desarrollo/documentos/fichastecnologicas/Ficha2.html>.

Palacios, O. 1995. Técnicas de biodigestión anaerobia para los Llanos Occidentales. Trabajo de Ascenso a Prof. Asistente. Universidad Ezequiel Zamora, Guanare. 42 p.

Paz, J. 2004. Efecto de la gallinaza y lirio acuático en el rendimiento de pepino. Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Disponible en:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2113.pdf

Pazmiño, J. 1981. Efectos de diferentes niveles de gallinaza en la alimentación de cerdos mestizos en crecimiento y engorde. Tesis de grado facultad de ciencias pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 18 – 23 p

Peláez, C.; y colaboradores. 1999. Gallinaza materia prima en proceso de compostación. Revista avicultores. Colombia. 18 – 22 p

Piada, R. 2001. Evaluación de la actividad probiótica de un hidrolizado enzimático de crema de destilería en pollitas de reemplazo de ponedoras. Tesis Dr. Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 56 p

Regau, A. 1994. Abonos orgánicos su preparación y empleo. Barcelona, España. 26 – 28 p

Revista Lasallista de Investigación. 2010. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Corporación Universitaria Lasallista. Volumen 2. Antioquia, Colombia. 43 – 48 p. Disponible en:
<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/695/69520108.pdf>

Rodríguez, V. 1999. La problemática de los residuos Ganaderos: el caso de la gallinaza. Disponible en:
<http://www.terra.es/personal/forma-xxi/cono2.htm>

Rodríguez, S., 2008. Estimación de costos de producción de carne de pollo y huevo para plato en el Austro Ecuatoriano. Balanceados El Granjero. Cuenca, Ecuador. 18 -24 p

Separ. 2004. Bolentin Estiércoles. Disponible en:
http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1505/3/Capitulo_2.pdf

Solari, G. Ficha Técnica Biodigestores. Universidad Alas Peruanas. Lima, Perú. 24 p.

Sogari, N. 2003. Calculo de la producción de metano generado por distintos restos orgánicos. Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Argentina. 4 p

Tobar M.; Egas V. 2002. SECTOR AVÍCOLA. Superintendencia de Bancos y Seguros del Ecuador, Dirección Nacional de Estudios y Estadísticas, Dirección de investigaciones, Disponible en:

www.superban.gov.ec/downloads/articulos_financieros/sector%20avicola.pdf

Vélez, E; Germán, A. 2004. Modelización de procesos biológicos para la eliminación de residuos ganaderos, teniendo en cuenta sus condicionantes especiales. Departamento de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Medio Ambiente. Madrid, España. 352 p

ANEXOS

Anexo A

Tabla A – 1: Parámetros Físico – Químicos

Parámetro	REPLICA 1			REPLICA 2			REPLICA 3		
	Gallinaza	Desecho de Cerdo	Desecho de Cuy	Gallinaza	Desecho de Cerdo	Desecho de Cuy	Gallinaza	Desecho de Cerdo	Desecho de Cuy
pH	8,5	8,3	7,8	8,0	8,5	7,5	8,3	8,3	7,0
Humedad	55,12	60,71	12,83	51,62	56,31	17,36	53,26	59,87	18,65
Materia Orgánica	36,89	29,6	50,93	38,54	22,06	54,72	36,31	28,46	48,45

Anexo B

Tabla B – 1: Control de temperatura Replica 1

TEMPERATURA DE LOS TRATAMIENTOS (°C) Replica 1									
COMBINACIONES	DIA 0	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8
a0b0	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	15,31	20,5	26,22	32,01
a0b1	10,45	10,45	10,45	10,45	10,45	16,87	21,62	26,68	32,74
a0b2	11,76	11,76	11,76	11,76	11,76	15,18	21,31	22,51	32,31
a1b0	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58	15,81	21,65	22,56	32,16
a1b1	11,21	11,21	11,21	11,21	11,21	15,34	21,7	22,81	32,52
a1b2	11,12	11,12	11,12	11,12	11,12	15,87	21,48	22,6	32,44
a2b0	11,56	11,56	11,56	11,56	11,56	15,92	21,57	22,73	32,67
a2b1	11,49	11,49	11,49	11,49	11,49	16,24	21,98	22,97	32,74
a2b2	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	15,86	21,57	22,64	32,19
a3b0	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	15,87	21,68	22,61	32,29
a3b1	11,42	11,42	11,42	11,42	11,42	16,02	21,75	22,73	32,17
a3b2	11,28	11,28	11,28	11,28	11,28	15,98	21,43	22,65	32,47
a4b0	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31	15,67	21,34	22,56	32,52
a4b1	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	15,56	21,46	22,47	32,22
a4b2	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31	15,61	21,38	22,4	32,38

TEMPERATURA DE LOS TRATAMIENTOS (°C) Replica 1									
COMBINACIONES	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA14	DIA 15	DIA 16	DIA 17
a0b0	37,93	44,38	50,37	57	56,78	56,11	55,29	41,45	32,57
a0b1	38,18	45,76	51,52	58,34	58,45	57,99	56,12	43,12	34,53
a0b2	38,21	45,45	50,73	57,12	57,83	57,23	56,82	43,73	34,78
a1b0	37,98	45,12	50,35	57,84	57,99	57,02	56,82	42,57	33,68
a1b1	38,21	45,27	51,57	57,35	57,73	57,12	56,23	43,39	33,86
a1b2	38,11	44,62	51,98	57,81	58,61	57,3	55,12	42,76	34,57
a2b0	38,19	44,88	52,02	57,92	58,27	57,46	55,69	44,21	33,74
a2b1	38,36	45,51	52,67	58,87	59,23	58,62	55,98	43,19	33,46
a2b2	37,99	44,92	51,82	58,21	58,03	57,31	56	43,62	32,86
a3b0	37,95	45,23	50,74	57,12	57,35	57,12	56,29	42,46	33,69
a3b1	38,12	45,34	51,9	57,52	57,11	57	56,11	42,84	33,97
a3b2	38,22	45,11	51,41	58,03	58,12	57,66	55,61	42,12	32,79
a4b0	37,94	44,75	51,22	57,14	57,44	57,11	55,22	41,67	32,65
a4b1	37,89	44,62	51,24	57,19	57,36	57,11	55,82	42,73	32,72
a4b2	37,82	44,71	51,36	57,28	57,1	57,04	55,12	42,46	32,83

TEMPERATURA DE LOS TRATAMIENTOS (°C) Replica 1								
COMBINACIONES	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA25
a0b0	24,15	21,67	16,34	15,57	15,04	14,36	14,36	14,36
a0b1	26,75	23,97	18,84	17,34	16,47	15,14	15,14	15,14
a0b2	26,19	22,15	17,1	16,65	16,28	15,26	15,26	15,26
a1b0	25,78	22,78	18,73	18,16	17,44	16,56	16,56	16,56
a1b1	26,21	23,72	18,35	17,85	16,97	16,24	16,24	16,24
a1b2	25,12	23,66	17,94	17,25	16,62	15,95	15,95	15,95
a2b0	25,59	22,54	18,5	18,05	17,42	16,48	16,48	16,48
a2b1	26,63	23,73	17,24	16,85	16,78	16,27	16,27	16,27
a2b2	25,63	22,81	18,25	17,92	17,31	16,41	16,41	16,41
a3b0	25,86	22,13	17,84	17,13	16,48	15,88	15,88	15,88
a3b1	25,93	22,69	17,67	17,04	16,23	15,62	15,62	15,62
a3b2	25,47	22,57	17,48	16,78	16,07	15,24	15,24	15,24
a4b0	25,22	21,95	17,73	17,27	16,22	15,31	15,31	15,31
a4b1	25,38	21,73	16,99	16,35	15,96	15,11	15,11	15,11
a4b2	25,48	21,9	17,25	16,85	16,11	15,26	15,26	15,26

Tabla B – 2: Control de Temperatura Replica 2

TEMPERATURA DE LOS TRATAMIENTOS (°C) Replica 2									
COMBINACIONES	DIA 0	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8
a0b0	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	15,31	20,5	26,22	32,01
a0b1	10,45	10,45	10,45	10,45	10,45	16,87	21,62	26,68	32,74
a0b2	11,76	11,76	11,76	11,76	11,76	15,18	21,31	22,51	32,31
a1b0	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58	15,81	21,65	22,56	32,16
a1b1	11,21	11,21	11,21	11,21	11,21	15,34	21,7	22,81	32,52
a1b2	11,12	11,12	11,12	11,12	11,12	15,87	21,48	22,6	32,44
a2b0	11,56	11,56	11,56	11,56	11,56	15,92	21,57	22,73	32,67
a2b1	11,49	11,49	11,49	11,49	11,49	16,24	21,98	22,97	32,74
a2b2	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	15,86	21,57	22,64	32,19
a3b0	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	15,87	21,68	22,61	32,29
a3b1	11,42	11,42	11,42	11,42	11,42	16,02	21,75	22,73	32,17
a3b2	11,28	11,28	11,28	11,28	11,28	15,98	21,43	22,65	32,47
a4b0	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31	15,67	21,34	22,56	32,52
a4b1	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	15,56	21,46	22,47	32,22
a4b2	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31	15,61	21,38	22,4	32,38

TEMPERATURA DE LOS TRATAMIENTOS (°C) Replica 2									
COMBINACIONES	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA14	DIA 15	DIA 16	DIA 17
a0b0	37,93	44,38	50,37	57	56,78	56,11	55,29	41,45	32,57
a0b1	38,18	45,76	51,52	58,34	58,45	57,99	56,12	43,12	34,53
a0b2	38,21	45,45	50,73	57,12	57,83	57,23	56,82	43,73	34,78
a1b0	37,98	45,12	50,35	57,84	57,99	57,02	56,82	42,57	33,68
a1b1	38,21	45,27	51,57	57,35	57,73	57,12	56,23	43,39	33,86
a1b2	38,11	44,62	51,98	57,81	58,61	57,3	55,12	42,76	34,57
a2b0	38,19	44,88	52,02	57,92	58,27	57,46	55,69	44,21	33,74
a2b1	38,36	45,51	52,67	58,87	59,23	58,62	55,98	43,19	33,46
a2b2	37,99	44,92	51,82	58,21	58,03	57,31	56	43,62	32,86
a3b0	37,95	45,23	50,74	57,12	57,35	57,12	56,29	42,46	33,69
a3b1	38,12	45,34	51,9	57,52	57,11	57	56,11	42,84	33,97
a3b2	38,22	45,11	51,41	58,03	58,12	57,66	55,61	42,12	32,79
a4b0	37,94	44,75	51,22	57,14	57,44	57,11	55,22	41,67	32,65
a4b1	37,89	44,62	51,24	57,19	57,36	57,11	55,82	42,73	32,72
a4b2	37,82	44,71	51,36	57,28	57,1	57,04	55,12	42,46	32,83

TEMPERATURA DE LOS TRATAMIENTOS (°C) Replica 2								
COMBINACIONES	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA25
a0b0	24,15	21,67	16,34	15,57	15,04	14,36	14,36	14,36
a0b1	26,75	23,97	18,84	17,34	16,47	15,14	15,14	15,14
a0b2	26,19	22,15	17,1	16,65	16,28	15,26	15,26	15,26
a1b0	25,78	22,78	18,73	18,16	17,44	16,56	16,56	16,56
a1b1	26,21	23,72	18,35	17,85	16,97	16,24	16,24	16,24
a1b2	25,12	23,66	17,94	17,25	16,62	15,95	15,95	15,95
a2b0	25,59	22,54	18,5	18,05	17,42	16,48	16,48	16,48
a2b1	26,63	23,73	17,24	16,85	16,78	16,27	16,27	16,27
a2b2	25,63	22,81	18,25	17,92	17,31	16,41	16,41	16,41
a3b0	25,86	22,13	17,84	17,13	16,48	15,88	15,88	15,88
a3b1	25,93	22,69	17,67	17,04	16,23	15,62	15,62	15,62
a3b2	25,47	22,57	17,48	16,78	16,07	15,24	15,24	15,24
a4b0	25,22	21,95	17,73	17,27	16,22	15,31	15,31	15,31
a4b1	25,38	21,73	16,99	16,35	15,96	15,11	15,11	15,11
a4b2	25,48	21,9	17,25	16,85	16,11	15,26	15,26	15,26

Tabla B – 3: Control de Temperatura de los tratamientos Replica 3

TEMPERATURA DE LOS TRATAMIENTOS (°C) Replica 3									
COMBINACIONES	DIA 0	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8
a0b0	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	15,31	20,5	26,22	32,01
a0b1	10,45	10,45	10,45	10,45	10,45	16,87	21,62	26,68	32,74
a0b2	11,76	11,76	11,76	11,76	11,76	15,18	21,31	22,51	32,31
a1b0	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58	15,81	21,65	22,56	32,16
a1b1	11,21	11,21	11,21	11,21	11,21	15,34	21,7	22,81	32,52
a1b2	11,12	11,12	11,12	11,12	11,12	15,87	21,48	22,6	32,44
a2b0	11,56	11,56	11,56	11,56	11,56	15,92	21,57	22,73	32,67
a2b1	11,49	11,49	11,49	11,49	11,49	16,24	21,98	22,97	32,74
a2b2	11,37	11,37	11,37	11,37	11,37	15,86	21,57	22,64	32,19
a3b0	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	15,87	21,68	22,61	32,29
a3b1	11,42	11,42	11,42	11,42	11,42	16,02	21,75	22,73	32,17
a3b2	11,28	11,28	11,28	11,28	11,28	15,98	21,43	22,65	32,47
a4b0	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31	15,67	21,34	22,56	32,52
a4b1	11,34	11,34	11,34	11,34	11,34	15,56	21,46	22,47	32,22
a4b2	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31	15,61	21,38	22,4	32,38

TEMPERATURA DE LOS TRATAMIENTOS (°C) Replica 3									
COMBINACIONES	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA14	DIA 15	DIA 16	DIA 17
a0b0	37,93	44,38	50,37	57	56,78	56,11	55,29	41,45	32,57
a0b1	38,18	45,76	51,52	58,34	58,45	57,99	56,12	43,12	34,53
a0b2	38,21	45,45	50,73	57,12	57,83	57,23	56,82	43,73	34,78
a1b0	37,98	45,12	50,35	57,84	57,99	57,02	56,82	42,57	33,68
a1b1	38,21	45,27	51,57	57,35	57,73	57,12	56,23	43,39	33,86
a1b2	38,11	44,62	51,98	57,81	58,61	57,3	55,12	42,76	34,57
a2b0	38,19	44,88	52,02	57,92	58,27	57,46	55,69	44,21	33,74
a2b1	38,36	45,51	52,67	58,87	59,23	58,62	55,98	43,19	33,46
a2b2	37,99	44,92	51,82	58,21	58,03	57,31	56	43,62	32,86
a3b0	37,95	45,23	50,74	57,12	57,35	57,12	56,29	42,46	33,69
a3b1	38,12	45,34	51,9	57,52	57,11	57	56,11	42,84	33,97
a3b2	38,22	45,11	51,41	58,03	58,12	57,66	55,61	42,12	32,79
a4b0	37,94	44,75	51,22	57,14	57,44	57,11	55,22	41,67	32,65
a4b1	37,89	44,62	51,24	57,19	57,36	57,11	55,82	42,73	32,72
a4b2	37,82	44,71	51,36	57,28	57,1	57,04	55,12	42,46	32,83

TEMPERATURA DE LOS TRATAMIENTOS (°C) Replica 3								
COMBINACIONES	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA25
a0b0	24,15	21,67	16,34	15,57	15,04	14,36	14,36	14,36
a0b1	26,75	23,97	18,84	17,34	16,47	15,14	15,14	15,14
a0b2	26,19	22,15	17,1	16,65	16,28	15,26	15,26	15,26
a1b0	25,78	22,78	18,73	18,16	17,44	16,56	16,56	16,56
a1b1	26,21	23,72	18,35	17,85	16,97	16,24	16,24	16,24
a1b2	25,12	23,66	17,94	17,25	16,62	15,95	15,95	15,95
a2b0	25,59	22,54	18,5	18,05	17,42	16,48	16,48	16,48
a2b1	26,63	23,73	17,24	16,85	16,78	16,27	16,27	16,27
a2b2	25,63	22,81	18,25	17,92	17,31	16,41	16,41	16,41
a3b0	25,86	22,13	17,84	17,13	16,48	15,88	15,88	15,88
a3b1	25,93	22,69	17,67	17,04	16,23	15,62	15,62	15,62
a3b2	25,47	22,57	17,48	16,78	16,07	15,24	15,24	15,24
a4b0	25,22	21,95	17,73	17,27	16,22	15,31	15,31	15,31
a4b1	25,38	21,73	16,99	16,35	15,96	15,11	15,11	15,11
a4b2	25,48	21,9	17,25	16,85	16,11	15,26	15,26	15,26

Tabla B – 4: Registro de Pesos, Replica 1

PESO DE LOS TRATAMIENTOS (Kg), Replica 1									
COMBINACIONES	DIA 0	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8
a0b0	6,017	6,017	6,017	6,021	6,037	6,081	6,131	6,200	6,251
a0b1	6,021	6,021	6,021	6,037	6,051	6,092	6,138	6,206	6,274
a0b2	6,018	6,018	6,018	6,034	6,050	6,088	6,135	6,203	6,259
a1b0	6,022	6,022	6,022	6,029	6,045	6,09	6,137	6,203	6,264
a1b1	6,018	6,018	6,018	6,045	6,056	6,097	6,143	6,210	6,281
a1b2	6,019	6,019	6,019	6,038	6,049	6,087	6,136	6,207	6,270
a2b0	6,022	6,022	6,022	6,033	6,052	6,091	6,137	6,211	6,274
a2b1	6,022	6,022	6,022	6,051	6,061	6,101	6,148	6,217	6,288
a2b2	6,021	6,021	6,021	6,042	6,057	6,095	6,140	6,214	6,275
a3b0	6,019	6,019	6,019	6,039	6,053	6,092	6,137	6,215	6,268
a3b1	6,020	6,020	6,020	6,040	6,054	6,099	6,145	6,219	6,282
a3b2	6,018	6,018	6,018	6,380	6,051	6,096	6,142	6,218	6,276
a4b0	6,017	6,017	6,017	6,035	6,048	6,091	6,135	6,212	6,261
a4b1	6,017	6,017	6,017	6,043	6,054	6,097	6,143	6,204	6,272
a4b2	6,027	6,027	6,027	6,038	6,047	6,086	6,139	6,217	6,265

PESO DE LOS TRATAMIENTOS (Kg); Replica 1									
COMBINACIONES	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA14	DIA 15	DIA 16	DIA 17
a0b0	6,548	6,811	7,351	8,004	8,812	9,562	10,201	10,956	11,403
a0b1	6,741	7,047	7,841	8,563	9,200	10,132	10,876	11,530	12,631
a0b2	6,624	6,918	7,545	8,231	9,124	9,976	10,656	11,238	12,473
a1b0	6,601	6,975	7,623	8,397	9,287	10,126	10,901	11,577	12,674
a1b1	6,788	7,098	7,863	8,687	9,356	10,454	11,023	11,707	12,814
a1b2	6,658	6,942	7,525	8,355	9,311	10,215	10,813	11,615	12,706
a2b0	6,591	7,003	7,741	8,517	9,601	10,261	10,980	11,831	12,787
a2b1	6,849	7,414	8,227	8,995	9,969	10,794	11,698	12,397	13,493
a2b2	6,809	7,148	7,816	8,587	9,678	10,328	11,127	11,803	12,816
a3b0	6,757	7,121	7,873	8,481	9,621	10,311	10,927	11,437	12,573
a3b1	6,807	7,25	8,112	8,698	9,702	10,502	11,236	12,032	12,865
a3b2	6,765	7,163	7,941	8,649	9,683	10,349	11,049	11,835	12,991
a4b0	6,608	6,982	7,634	8,227	9,007	9,875	10,641	11,328	12,504
a4b1	6,594	6,871	7,626	8,234	9,018	9,864	10,647	11,321	12,492
a4b2	6,611	6,978	7,621	8,247	9,011	9,872	10,638	11,339	12,515

PESO DE LOS TRATAMIENTOS (Kg); Replica 1								
COMBINACIONES	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA25
a0b0	12,057	13,004	13,762	13,771	13,775	13,775	13,775	13,775
a0b1	13,508	15,563	15,973	16,458	16,673	16,705	16,785	16,785
a0b2	13,376	15,231	15,775	16,204	16,338	16,338	16,338	16,338
a1b0	13,571	15,397	15,892	16,365	16,374	16,380	16,380	16,380
a1b1	13,728	15,687	16,024	16,679	16,684	16,688	16,691	16,691
a1b2	13,659	15,355	15,905	16,382	16,395	16,404	16,406	16,406
a2b0	13,636	15,517	15,994	16,459	16,463	16,472	16,484	16,484
a2b1	14,402	16,069	16,867	17,015	17,204	17,228	17,497	17,497
a2b2	13,736	15,641	16,127	16,787	16,803	16,811	16,811	16,811
a3b0	13,407	15,521	16,106	16,626	16,715	16,726	16,726	16,726
a3b1	13,731	15,702	16,200	16,699	16,787	16,823	16,956	16,956
a3b2	13,845	15,683	16,163	16,583	16,622	16,681	16,681	16,681
a4b0	13,420	15,007	15,851	16,204	16,256	16,298	16,303	16,303
a4b1	13,428	15,016	15,851	16,213	16,244	16,301	16,316	16,316
a4b2	13,431	15,039	15,832	16,221	16,261	16,299	16,341	16,341

Tabla B – 5: Registro de Pesos, Replica 2

PESO DE LOS TRATAMIENTOS (Kg); Replica 2									
COMBINACIONES	DIA 0	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8
a0b0	6,011	6,011	6,011	6,029	6,046	6,079	6,138	6,205	6,251
a0b1	6,017	6,017	6,017	6,036	6,055	6,094	6,145	6,211	6,283
a0b2	6,018	6,018	6,018	6,031	6,060	6,086	6,133	6,220	6,259
a1b0	6,014	6,014	6,014	6,033	6,046	6,092	6,145	6,206	6,260
a1b1	6,011	6,011	6,011	6,041	6,058	6,094	6,151	6,208	6,288
a1b2	6,016	6,016	6,016	6,032	6,054	6,081	6,136	6,217	6,267
a2b0	6,032	6,032	6,032	6,047	6,052	6,095	6,159	6,214	6,271
a2b1	6,021	6,021	6,021	6,050	6,065	6,108	6,143	6,228	6,295
a2b2	6,008	6,008	6,008	6,042	6,058	6,092	6,140	6,214	6,27
a3b0	6,015	6,015	6,015	6,037	6,049	6,090	6,137	6,212	6,262
a3b1	6,029	6,029	6,029	6,046	6,059	6,096	6,142	6,222	6,285
a3b2	6,013	6,013	6,013	6,041	6,051	6,092	6,136	6,216	6,273
a4b0	6,021	6,021	6,021	6,042	6,045	6,091	6,130	6,202	6,251
a4b1	6,011	6,011	6,011	6,039	6,053	6,087	6,139	6,209	6,261
a4b2	6,017	6,017	6,017	6,04	6,048	6,096	6,126	6,213	2,255

PESO DE LOS TRATAMIENTOS (Kg); Replica 2									
COMBINACIONES	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA14	DIA 15	DIA 16	DIA 17
a0b0	6,528	6,812	7,351	7,904	8,425	9,158	9,832	10,561	11,299
a0b1	6,734	7,23	7,841	8,530	9,273	10,241	10,950	11,418	12,525
a0b2	6,618	7,124	7,545	8,289	9,044	9,816	10,525	11,121	12,312
a1b0	6,611	7,156	7,623	8,228	9,211	10,126	10,837	11,455	12,531
a1b1	6,775	7,204	7,863	8,611	9,398	10,385	11,107	11,620	12,695
a1b2	6,673	7,167	7,525	8,299	9,289	10,104	10,791	11,536	12,584
a2b0	6,599	7,183	7,741	8,473	9,521	10,172	10,858	11,744	12,617
a2b1	6,872	7,515	8,227	8,901	9,874	10,711	11,603	12,502	13,491
a2b2	6,826	7,202	7,816	8,427	9,548	10,297	11,207	11,749	12,022
a3b0	6,764	7,199	7,873	8,311	9,413	10,283	10,821	11,384	12,411
a3b1	6,816	7,241	8,112	8,549	9,652	10,390	11,117	12,162	12,706
a3b2	6,744	7,192	7,941	8,583	9,573	10,229	11,185	11,700	12,825
a4b0	6,623	7,151	7,634	8,296	9,127	9,725	10,793	11,495	12,384
a4b1	6,614	7,142	7,689	8,299	9,138	9,741	10,785	11,492	12,369
a4b2	6,625	7,147	7,614	8,282	9,115	9,72	10,781	11,476	12,387

PESO DE LOS TRATAMIENTOS (Kg); Replica 2								
COMBINACIONES	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA25
a0b0	11,915	12,658	13,162	13,552	13,610	13,684	13,684	13,684
a0b1	13,428	15,343	15,821	16,224	16,441	16,59	16,672	16,672
a0b2	13,241	15,104	15,613	16,103	16,204	16,228	16,238	16,238
a1b0	13,403	15,300	15,71	16,011	16,153	16,245	16,258	16,258
a1b1	13,630	15,528	16,141	16,425	16,518	16,543	16,551	16,551
a1b2	13,521	15,210	15,811	16,141	16,279	16,314	16,329	16,329
a2b0	13,517	15,391	15,836	16,292	16,323	16,384	16,398	16,398
a2b1	14,497	16,196	16,742	17,156	17,294	17,389	17,402	17,402
a2b2	13,653	15,521	16,199	16,673	16,703	16,722	16,731	16,731
a3b0	13,311	15,403	16,006	16,509	16,586	16,6	16,609	16,609
a3b1	13,688	15,589	16,289	16,562	16,731	16,811	16,836	16,836
a3b2	13,821	15,530	16,031	16,428	16,492	16,536	16,541	16,541
a4b0	13,542	15,114	15,897	16,062	16,152	16,204	16,213	16,213
a4b1	13,537	15,128	15,893	16,085	16,159	16,229	16,243	16,243
a4b2	15,552	15,106	15,872	16,064	16,147	16,201	16,218	16,218

Tabla B – 6: Registro de Pesos, Replica 3

PESO DE LOS TRATAMIENTOS (Kg); Replica 3									
COMBINACIONES	DIA 0	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8
a0b0	6,021	6,021	6,021	6,025	6,042	6,080	6,135	6,203	6,251
a0b1	6,028	6,028	6,028	6,037	6,053	6,093	6,142	6,209	6,279
a0b2	6,008	6,008	6,008	6,033	6,055	6,087	6,134	6,212	6,259
a1b0	6,014	6,014	6,014	6,031	6,046	6,091	6,141	6,205	6,262
a1b1	6,027	6,027	6,027	6,043	6,057	6,096	6,147	6,209	6,285
a1b2	6,029	6,029	6,029	6,035	6,052	6,084	6,136	6,212	6,269
a2b0	6,013	6,013	6,013	6,040	6,052	6,093	6,148	6,213	6,273
a2b1	6,022	6,022	6,022	6,051	6,063	6,105	6,146	6,223	6,292
a2b2	6,011	6,011	6,011	6,042	6,058	6,094	6,140	6,214	6,273
a3b0	6,024	6,024	6,024	6,038	6,051	6,091	6,137	6,214	6,265
a3b1	6,012	6,012	6,012	6,043	6,057	6,098	6,144	6,221	6,284
a3b2	6,011	6,011	6,011	6,211	6,051	6,094	6,139	6,217	6,275
a4b0	6,013	6,013	6,013	6,039	6,047	6,091	6,133	6,207	6,256
a4b1	6,013	6,013	6,013	6,041	6,054	6,092	6,141	6,207	6,267
a4b2	6,013	6,013	6,013	6,039	6,048	6,091	6,133	6,215	4,260

PESO DE LOS TRATAMIENTOS (Kg); Replica 3									
COMBINACIONES	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA14	DIA 15	DIA 16	DIA 17
a0b0	6,538	6,812	7,351	7,954	8,619	9,360	10,017	10,759	11,351
a0b1	6,738	7,139	7,841	8,547	9,237	10,187	10,913	11,474	12,578
a0b2	6,621	7,021	7,545	8,260	9,084	9,896	10,591	11,180	12,393
a1b0	6,606	7,066	7,623	8,313	9,249	10,126	10,869	11,516	12,603
a1b1	6,782	7,151	7,863	8,649	9,377	10,420	11,065	11,664	12,755
a1b2	6,666	7,055	7,525	8,327	9,300	10,160	10,802	11,576	12,645
a2b0	6,595	7,093	7,741	8,495	9,561	10,217	10,919	11,788	12,702
a2b1	6,861	7,465	8,227	8,948	9,922	10,753	11,651	12,450	13,492
a2b2	6,818	7,175	7,816	8,507	9,613	10,313	11,167	11,776	12,419
a3b0	6,761	7,160	7,873	8,396	9,517	10,297	10,874	11,411	12,492
a3b1	6,812	7,246	8,112	8,624	9,677	10,446	11,177	12,097	12,786
a3b2	6,755	7,178	7,941	8,616	9,628	10,289	11,117	11,768	12,908
a4b0	6,616	7,067	7,634	8,262	9,067	9,800	10,717	11,412	12,444
a4b1	6,604	7,007	7,658	8,267	9,078	9,803	10,716	11,407	12,431
a4b2	6,618	7,063	7,618	8,265	9,063	9,796	10,710	11,408	12,451

PESO DE LOS TRATAMIENTOS (Kg); Replica 3								
COMBINACIONES	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA25
a0b0	11,986	12,831	13,462	13,662	13,693	13,730	13,730	13,730
a0b1	13,468	15,453	15,897	16,341	16,557	16,648	16,729	16,729
a0b2	13,309	15,168	15,694	16,154	16,271	16,283	16,288	16,288
a1b0	13,487	15,349	15,801	16,188	16,264	16,313	16,319	16,319
a1b1	13,679	15,608	16,083	16,552	16,601	16,616	16,621	16,621
a1b2	13,590	15,283	15,858	16,262	16,337	16,359	16,368	16,368
a2b0	13,577	15,454	15,915	16,376	16,393	16,428	16,441	16,441
a2b1	14,450	16,133	16,805	17,086	17,249	17,309	17,450	17,450
a2b2	13,695	15,581	16,163	16,730	16,753	16,767	16,771	16,771
a3b0	13,359	15,462	16,056	16,568	16,651	16,663	16,668	16,668
a3b1	13,710	15,646	16,245	16,631	16,759	16,817	16,896	16,896
a3b2	13,833	15,607	16,097	16,506	16,557	16,609	16,611	16,611
a4b0	13,481	15,061	15,874	16,133	16,204	16,251	16,258	16,258
a4b1	13,483	15,072	15,872	16,149	16,202	16,235	16,255	16,255
a4b2	14,492	15,073	15,852	16,143	16,204	16,250	16,278	16,278

Anexo C

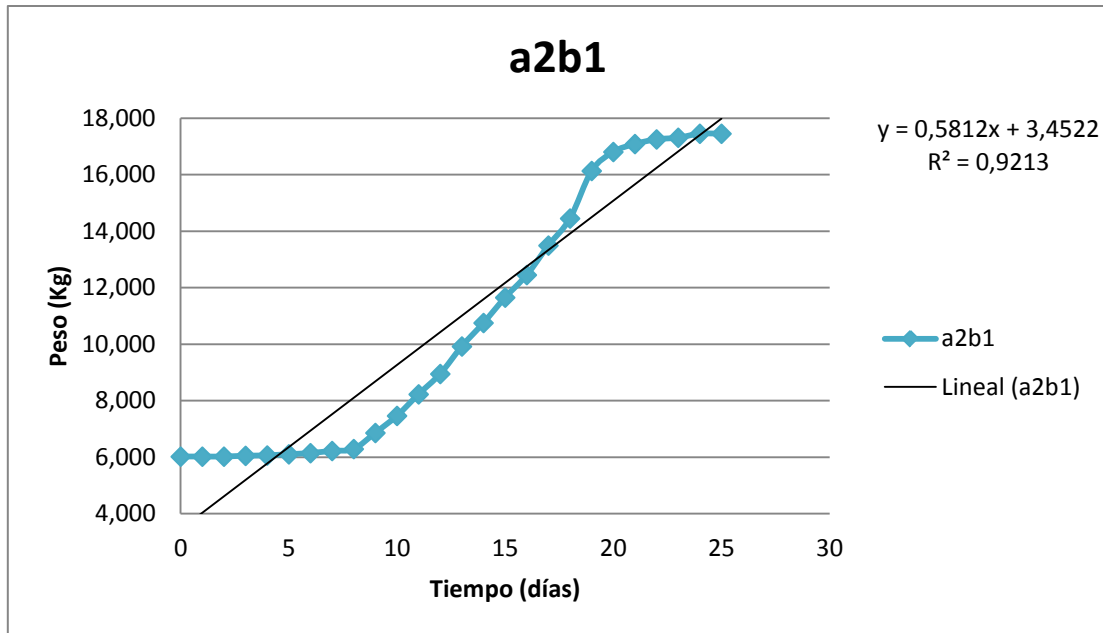


Figura C - 1: Curva de Generación de biogás para la combinación a_{2b_1}

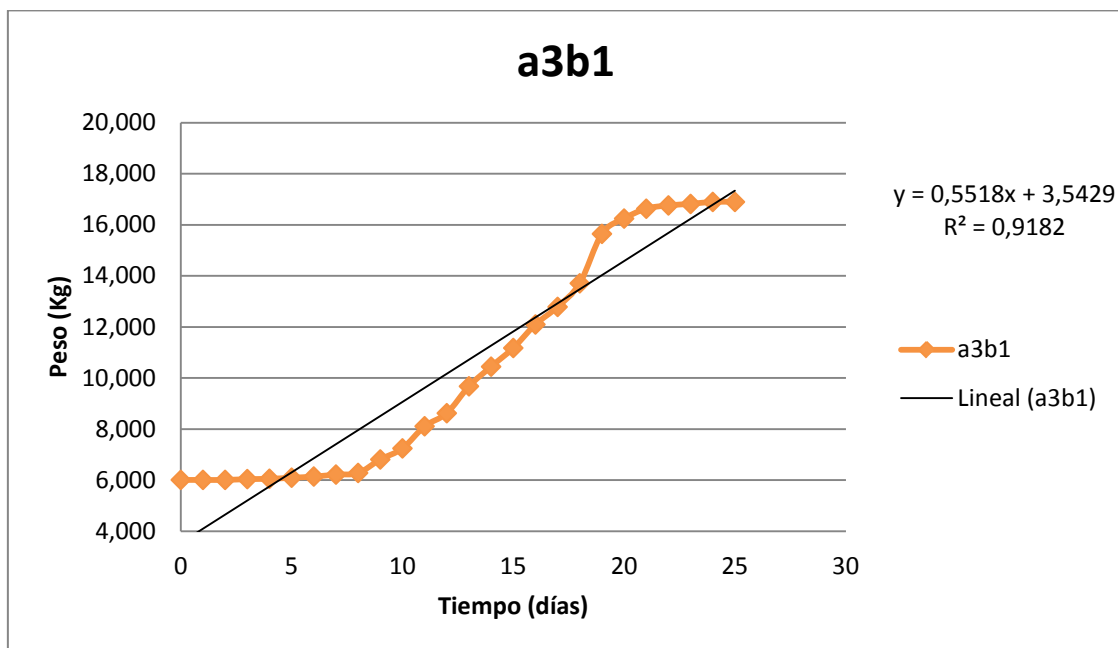


Figura C - 2: Curva de Generación de biogás para la combinación a_{3b_1}

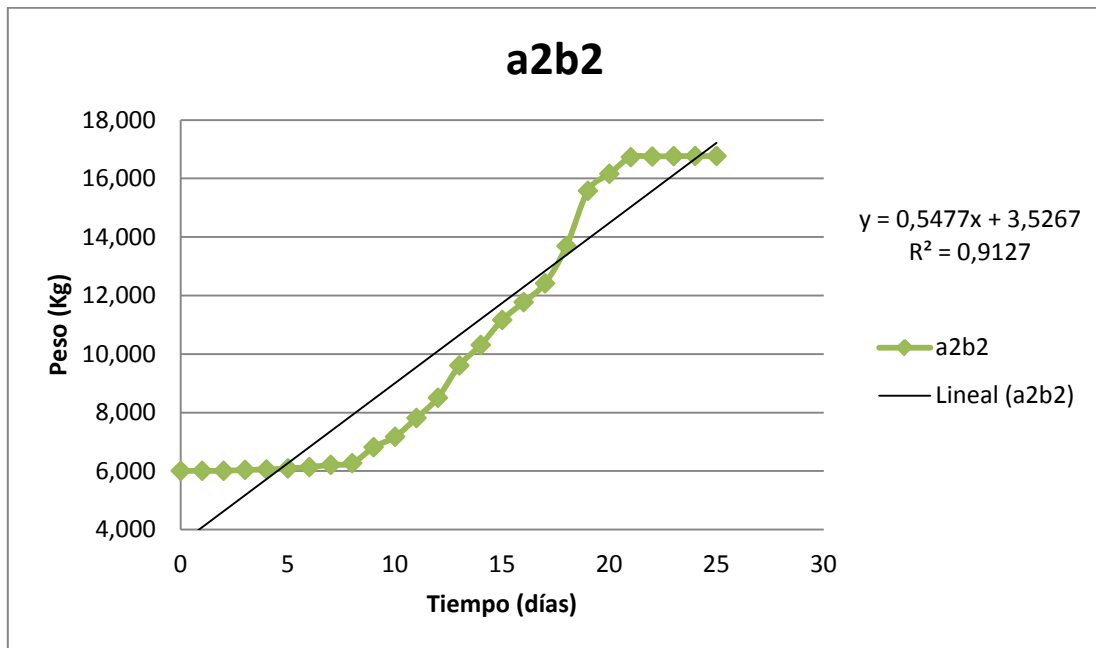


Figura C - 3: Curva de Generación de biogás para la combinación a₂b₂

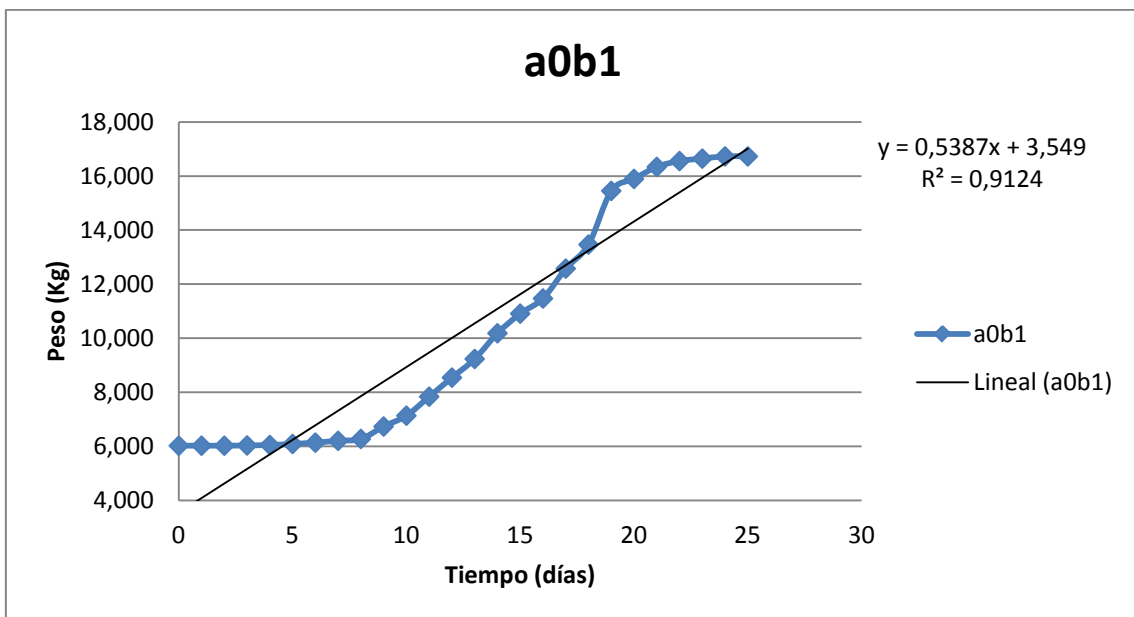


Figura C - 4: Curva de Generación de biogás para la combinación a₀b₁

ANEXO D

Tabla D – 1: Datos ingresados en el programa Infostat

Factor A	Factor B	Replicas	Peso (Kg)
1	1	1	7,758
1	2	1	10,764
1	3	1	10,320
2	1	1	10,358
2	2	1	10,673
2	3	1	10,387
3	1	1	10,462
3	2	1	11,475
3	3	1	10,790
4	1	1	10,707
4	2	1	10,936
4	3	1	10,663
5	1	1	10,286
5	2	1	10,299
5	3	1	10,314
1	1	2	7,673
1	2	2	10,655
1	3	2	10,220
2	1	2	10,244
2	2	2	10,540
2	3	2	10,313
3	1	2	10,366
3	2	2	11,381
3	3	2	10,723
4	1	2	10,594
4	2	2	10,807
4	3	2	10,528
5	1	2	10,192

5	2	2	10,232
5	3	2	10,201
1	1	3	7,709
1	2	3	10,701
1	3	3	10,280
2	1	3	10,305
2	2	3	10,594
2	3	3	10,339
3	1	3	10,428
3	2	3	11,428
3	3	3	10,760
4	1	3	10,644
4	2	3	10,884
4	3	3	10,600
5	1	3	10,245
5	2	3	10,242
5	3	3	10,265

Análisis de Varianza en Infostat

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso (Kg)	45	1,00	1,00	0,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	26,89	16	1,68	10452,07	<0,0001
Factor A	9,24	4	2,31	14360,96	<0,0001
Factor B	6,36	2	3,18	19791,50	<0,0001
Replicas	0,08	2	0,04	240,45	<0,0001
Factor A*Factor B	11,21	8	1,40	8715,67	<0,0001
Error	4,5E-03	28	1,6E-04		
Total	26,89	44			

Prueba de Tukey para factor A y factor B

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01741

Error: 0,0002 gl: 28

Factor A	Medias	n	E.E.	
1,00	9,56	9	4,2E-03	A
5,00	10,25	9	4,2E-03	B
2,00	10,42	9	4,2E-03	C
4,00	10,71	9	4,2E-03	D
3,00	10,87	9	4,2E-03	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01146

Error: 0,0002 gl: 28

Factor B	Medias	n	E.E.	
1,00	9,86	15	3,3E-03	A
3,00	10,45	15	3,3E-03	B
2,00	10,77	15	3,3E-03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Prueba de Tukey para la interacción AB

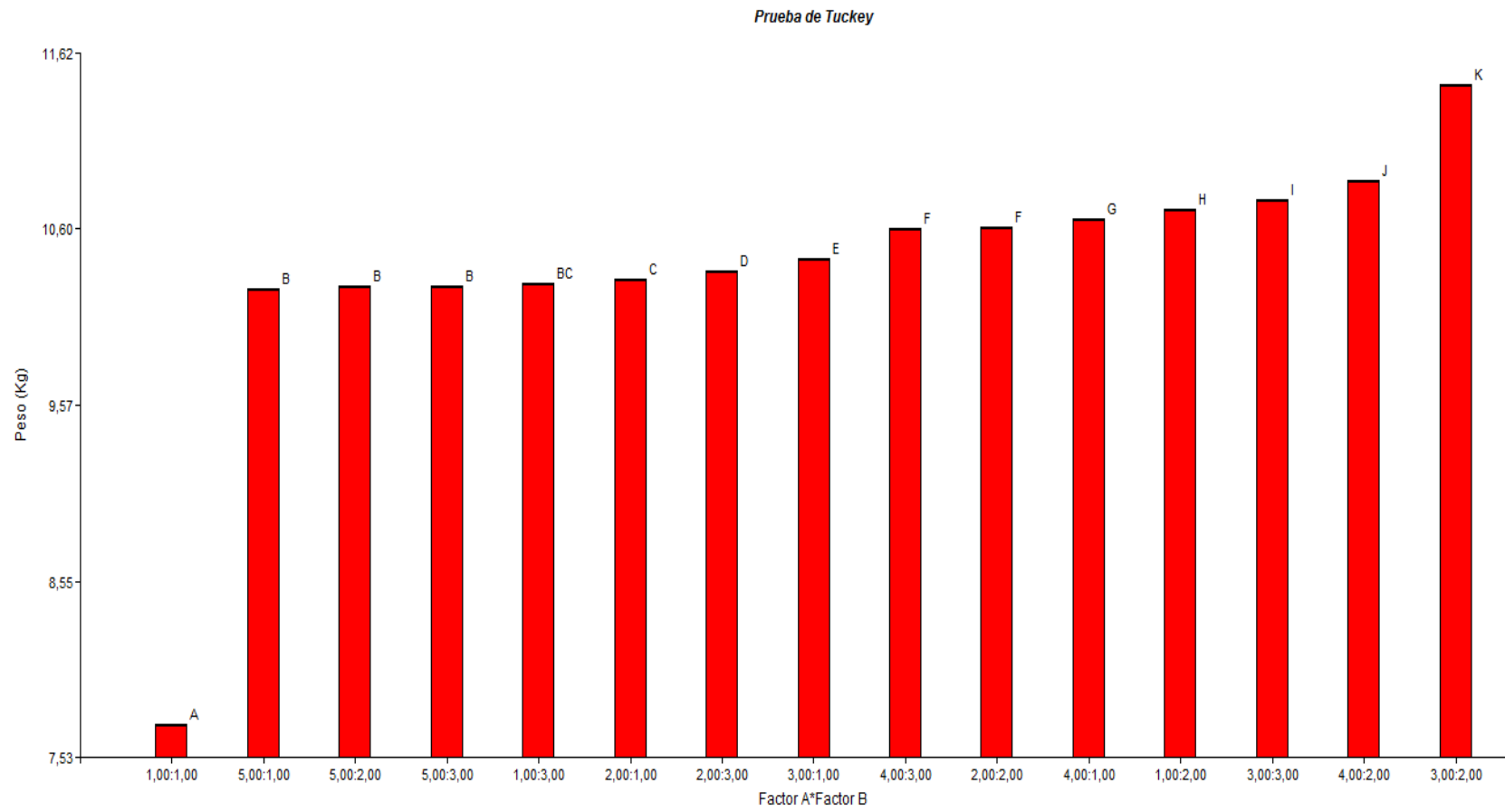
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03837

Error: 0,0002 gl: 28

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.	
1,00	1,00	7,71	3	0,01	A
5,00	1,00	10,24	3	0,01	B
5,00	2,00	10,26	3	0,01	B
5,00	3,00	10,26	3	0,01	B
1,00	3,00	10,27	3	0,01	B C
2,00	1,00	10,30	3	0,01	C
2,00	3,00	10,35	3	0,01	D
3,00	1,00	10,42	3	0,01	E
4,00	3,00	10,60	3	0,01	F
2,00	2,00	10,60	3	0,01	F
4,00	1,00	10,65	3	0,01	G
1,00	2,00	10,71	3	0,01	H
3,00	3,00	10,76	3	0,01	I
4,00	2,00	10,88	3	0,01	J
3,00	2,00	11,43	3	0,01	K

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Gráfico de la interacción AB para análisis estadístico de Tukey



ANEXO E

Cálculo de Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso}_1}{\text{Peso}_2} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{6,022}{17,497} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 34,4173\%$$

Tabla E – 1: Rendimiento final de los tratamientos

Rendimiento			
Combinaciones	Replica 1	Replica 2	Replica 3
a0b0	43,6806	43,9272	43,8545
a0b1	35,8713	36,0905	36,0343
a0b2	36,8344	37,0612	36,8861
a1b0	36,7643	36,9910	36,8527
a1b1	36,0554	36,3180	36,2614
a1b2	36,6878	36,8424	36,8352
a2b0	36,5324	36,7850	36,5732
a2b1	34,4173	34,5995	34,5110
a2b2	35,8158	35,9094	35,8416
a3b0	35,9859	36,2153	36,1422
a3b1	35,5037	35,8102	35,5824
a3b2	36,0770	36,3521	36,1869
a4b0	36,9073	37,1369	36,9849
a4b1	36,8779	37,0067	36,9917
a4b2	36,8827	37,1008	36,9394

ANEXO F: Fotografías



Fotografía 1: Biofermentador



Fotografía 2: Adición de gallinaza en los biofermentadores



Fotografía 3: Balanza utilizada en el proceso de pesado



Fotografía 4: Biofermentadores para cada tratamiento y replica.