

**EVALUACIÓN DEL EXCREMIELAJE EN LA ALIMENTACION DE CERDOS EN
FASES DE LEVANTE Y CEBA DEL MUNICIPIO DE COVARACHIA**

**ZAHARA LUCIA PINZON ROMERO
CARLOS YESID ABRIL RINCÓN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
MÁLAGA
2016**

**EVALUACION DEL EXCREMIELAJE EN LA ALIMENTACION DE CERDOS EN
FASES DE LEVANTE Y CEBA DEL MUNICIPIO DE COVARACHIA**

**ZAHARA LUCIA PINZON ROMERO
CARLOS YESID ABRIL RINCÓN**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Zootecnista**

**Director
IVAN DARIO ROJAS
Zootecnista**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
MÁLAGA
2016**

DEDICATORIA

A DIOS

Gracias por la vida y todas las oportunidades que me ha brindado hasta el día de hoy y por permitirme culminar con éxito mi carrera.

A MIS PADRES

Por los esfuerzos, sacrificios, apoyo y confianza que me brindaron durante este tiempo de vida universitaria.

A MIS HERMANOS

Por el apoyo incondicional, cariño, amor que contribuyeron a ser la persona que soy hoy en día.

A MI HIJA

Por ser el motor de mi vida y la inspiración para seguir adelante.

ZAHARA PINZÓN

DEDICATORIA

Mi eterna gratitud para quienes me apoyaron en todo momento, de manera especial.

A DIOS. Gracias Padre, Por darme la vida e iluminarme el camino siempre hacia lo correcto.

Con infinito amor a mi familia, quienes con su valiosa oportuna y decidida entrega lucharon hombro a hombro junto a mí para culminar mis sueños.

A la Universidad Industrial de Santander seccional Málaga por permitirme ser parte activo de tan prestigiosa institución.

Con especial aprecio y respeto al profesor Iván Darío Rojas, dotado de excelente calidad humana y profesional, y quien con su comprensiva orientación e idóneo apoyo hizo posible alcanzar esta meta.

En general a todos con su aporte desinteresado coadyuvaron a la realización del proyecto.

CARLOS ABRIL

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander, sus directivas, profesores y demás personas que con su ardua labor enaltecen el gran nombre de nuestra querida institución.

A la Ingeniera Heidy Lorena Cabra García, Coordinadora Académica de la Sede UIS Málaga, por su excelente labor y comprensión como amiga y docente.

Al doctor Iván Darío Rojas, Directo de tesis, gracias por su valioso tiempo, sabiduría, asesoría y acompañamiento, durante el proyecto.

A los Profesores Yesid Rolando Millán y Fallón Yamile Riaño, por su paciencia y por compartir los conocimientos.

Y a todos los profesores que contribuyeron en el proceso de formación como profesionales.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. PROBLEMA	21
2. JUSTIFICACION	22
3. OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GENERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. MARCO REFERENCIAL	25
4.1 ANTECEDENTES	25
4.2. MARCO TEORICO	27
4.2.1 Excreta porcina	27
4.2.2 Composición de las excretas porcinas	27
4.2.3 Producción de excretas y orina de cerdos	29
4.2.4 Estudios de disponibilidad y producción de excretas	31
4.2.5 Estiércoles en la alimentación animal	32
4.2.6 Alimentación de rumiantes	33
4.2.7 Alimentación de los monogástricos	34
4.2.8 Aspectos de la composición química	35

4.2.9 Parámetros físicos – químicos	36
4.2.10 Propiedades físicas	37
4.2.11 Propiedades biológicas	37
4.2.12 Identificación y valoración de impacto	38
4.2.13 Efectos sobre el agua	38
4.2.14 Impacto en la salud humana y animal	39
4.2.15 impacto económico	39
4.2.16 Toxicidad del estiércol animal	40
4.2.17. Excremielaje	41
4.3 MARCO CONCEPTUAL	42
4.4 MARCO LEGAL	42
5. DISEÑO METODOLÓGICO	44
5.1 LOCALIZACION	44
5.2 DURACIÓN DEL ESTUDIO	44
5.3 POBLACIÓN	44
5.4 TIPO DE ESTUDIO	45
5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	45
5.6 TRATAMIENTOS	46
5.7 SALVADO DE ARROZ	46
5.8 MELAZA	47
5.9 SAL MINERALIZADA	48
5.10 VARIABLES A EVALUAR	49

5.11 MANEJO DEL ENSAYO	49
5.11.1 Construcción del cajón e invernadero	50
5.11.2 Recolección del estiércol	50
5.11.3 Deshidratación del estiércol	51
5.11.4 Almacenamiento del estiércol	52
5.11.5 Adecuación de las instalaciones	52
5.11.6 Preparación del excremielaje	53
5.11.7 Análisis químico	53
5.11.8 Obtención y distribución de animales	54
5.11.9 Evaluación de la dieta	55
5.11.10 costos	56
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	57
6.1 VALOR NUTRICIONAL DEL EXCREMIELAJE Y ALIMENTO COMERCIAL	57
6.2. CONSUMO DE ALIMENTO	58
6.3. GANANCIA DE PESO DIARIO	60
6.4. CONVERSION ALIMENTICIA	62
6.5 ANALISIS ECONOMICO	64
6.5.1 Costos de producción	65
6.5.2 Ingresos totales obtenidos	68
6.5.3 Utilidad neta	68
6.5.4 Rentabilidad	69
7. CONCLUSIONES	71

8. RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFIA	73
ANEXOS	76

LISTA DE IMAGENES

	Pág.
Imagen 1. Esquema del proceso metodológico realizado durante el proyecto.	49
Imagen 2. Construcción del cajón e invernadero.	50
Imagen 3. Recolección del estiércol.	51
Imagen 4. Deshidratación del estiércol	51
Imagen 5. Almacenamiento del estiércol	52
Imagen 6. Adecuación de las instalaciones	52
Imagen 7. Preparación del excremielaje	53
Imagen 8. Muestra de 100 gramos para ser examinado en el laboratorio	54
Imagen 9. Obtención y distribución de animales	54
Imagen 10. Suministro de la dieta	55
Imagen 11. Consumo de alimento	59
Imagen 12. Ganancia de peso diario	62

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición de excreta porcina	28
Tabla 2. Producción de materia fecal y orina en Kg/ 100 Kg del peso vivo en cerdos.	30
Tabla 3. Estimado de excreción fecal en cerdos.	32
Tabla 4. Contenido de nutrientes (% base seca) del estiércol fresco de cerdos, del nivel semitecnificado y criados con alimento comercial.	33
Tabla 5. Contenido en nutrientes de distintos tipos de excretas (% en base seca).	36
Tabla 6. Normas generales.	43
Tabla 7. Tratamientos y pesos iniciales.	45
Tabla 8. Distribución de tratamientos.	45
Tabla 9. Análisis bromatológico del excremento y concentrado comercial	57
Tabla 10. Consumo alimento (kg) por semana.	59
Tabla 11. Peso promedio de cerdos en kg por tratamientos en 105 días	60
Tabla 12. Análisis de varianza para la ganancia de peso.	61
Tabla 13. Prueba de diferencias mínimas significativas para ganancia de peso	61
Tabla 14. Conversión alimenticia por tratamiento en 105 días del ensayo	63
Tabla 15. Análisis de varianza para la conversión alimenticia	63
Tabla 16. Prueba de diferencias mínimas significativas para la conversión alimenticia.	64
Tabla 17. Costos de construcción del cajón y galpón	65

Tabla 18. Costos de producción del excrementelaje (Bulto de 40 Kg)	65
Tabla 19. Costos de producción de cerdos en etapa de levante y ceba con un alimento concentrado comercial en un periodo de 105 días de estudio.	66
Tabla 20. Costos de producción de cerdos en etapa de levante y ceba alimentados con 75% de concentrado comercial y 25% de excrementelaje, en un periodo de 105 días de estudio.	66
Tabla 21. Costos de producción de cerdos en etapa de levante y ceba alimentados con 50% de concentrado comercial y 50% de excrementelaje, en un periodo de 105 días de estudio.	67
Tabla 22. Costos de producción de cerdos en etapa de levante y ceba alimentados con 25% de concentrado comercial y 75% de excrementelaje, en un periodo de 105 días de estudio.	67
Tabla 23. Ingresos económicos obtenidos al final del ciclo productivo en un periodo de 105 días de estudio	68
Tabla 24. Utilidad neta obtenida en la producción de cerdos en etapa de levante y ceba en un periodo de 105 días de estudio.	69
Tabla 25. Rentabilidad obtenida en la producción de cerdos en etapa de levante y ceba en un periodo de 105 días de estudio.	69

ANEXO

Pág.

Anexo A. Reporte de resultados de análisis.

76

RESUMEN

TITULO: EVALUACIÓN DEL EXCREMIELAJE EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN FASES DE LEVANTE CEBA DEL MUNICIPIO DE COVARACHIA.*

AUTORES: ZAHARA LUCIA PINZÓN ROMERO y CARLOS YESID ABRIL RINCÓN**

PALABRAS CLAVES: EXCREMIELAJE, CERDOS, REPETICIONES, TRATAMIENTOS.

DESCRIPCIÓN:

En la Institución Educativa San Luis Beltrán, ubicada en el Municipio de Covarachia Boyacá, a una altura de 2.320 m.s.n.m y una temperatura de 16°C, se desarrolló un estudio, con 16 cerdos híbridos, con pesos promedios entre 31.25 y 41.50, para evaluar el efecto de la inclusión de un alimento preparado con una línea de alimento balanceado comercial, implementando un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos; T0 (100% alimento balanceado comercial), T1 (75% alimento concentrado comercial 25% alimento preparado), T2 (50% alimento concentrado comercial 50% alimento preparado), T3 (25% alimento concentrado comercial 75% alimento preparado), con cuatro repeticiones y 4 cerdos por repetición, con el objetivo de determinar el comportamiento de las variables consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rentabilidad, durante las etapas de levante y ceba. A los resultados obtenidos de las variables evaluadas se les realizó el análisis de varianza y prueba de diferencias mínimas significativas. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.01$) para las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia en las etapas de levante y ceba.

Desde el punto de vista económico, el tratamiento donde se realizó la inclusión en niveles altos de alimento preparado representa la mayor rentabilidad siendo un 12.6% superior al tratamiento testigo, obteniendo mejores rendimientos productivos el tratamiento testigo con un alto costo. Como resultado, la dieta del alimento preparado aporta nutrientes que pueden ser aprovechados por los cerdos.

* Trabajo de grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Zootecnia. Director: Iván Darío Rojas Rojas, Zootecnista.

ABSTRACT

TITLE: EXCREMIELAJE ASSESSMENT ON PIGS IN PHASES POWER LIFTING THE MUNICIPALITY OF COVARACHÍA CEBA*

AUTHORS: ZAHARA LUCIA PINZÓN ROMERO and CARLOS YESID ABRIL RINCÓN**

KEYWORDS: EXCREMIELAJE , PIGS , REPS, TREATMENTS

DESCRIPTION:

In the Educational Institution San Luis Beltran, located in the municipality of Boyaca Covarachía at an altitude of 2,320 meters and a temperature of 16 ° C, a study was developed with 16 hybrid pigs, averaging between 31.25 and 41.50 pesos to assess the effect of the inclusion of a food prepared with a commercial feed line, implementing a completely randomized design with four treatment; T0 (100% balanced commercial food), T1 (75% concentrated food commercial 25% prepared food), T2 (50% concentrated food commercial 50% food preparation), T3 (25% commercial feed 75% food preparation), four repetitions and 4 pigs per replicate, in order to determine the behavior of the variables feed intake, weight gain, feed conversion and profitability during lifting and fattening stages. To the results of the evaluated variables they underwent the analysis of variance and least significant difference test. Significant differences ($p < 0.01$) for the variables feed intake, weight gain and feed conversion in the east and fattening stages were found.

From the economic point of view, treatment where inclusion was held in high levels of prepared food is the best value being 12.6% higher than the control treatment, with better production yields the control treatment at a high cost. As a result, the prepared food diet provides nutrients that can be leveraged by pigs.

* Bachelor Thesis

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Zootecnia. Director: Iván Darío Rojas Rojas, Zootecnista

INTRODUCCIÓN

La porcicultura es una actividad muy importante para el sector pecuario, ya que es un medio de sustento para los productores, por esta razón buscan ser más eficientes en sus explotaciones y llegar a producir animales de excelente calidad a bajos costos, teniendo en cuenta aspectos de mayor importancia relacionados con el medio ambiente y el bienestar animal.

Por ello se debe tener una clara y firme estrategia de producción en busca de nuevas alternativas de alimentación que sean económicas y de buen valor nutricional para reconocer cuales son las virtudes y ventajas a desarrollar, lo mismo que las deficiencias y debilidades para así poder definir su rol dentro de la producción porcina, por esta razón se ha hecho especial énfasis en aspectos como la conservación del medio ambiente debido a que el manejo y utilización de las excretas de los animales no es la más adecuada.

En esta investigación se hizo una compilación de información acerca de un subproducto muchas veces no tenido en cuenta, con un alto valor nutritivo, de una fuente natural y de muy fácil consecución como son las excretas porcinas; estas excretas son la base del estudio y se ha observado que para la mayoría de productores es un residuo que normalmente su manejo se les sale de las manos y puede llegar a ser un problema de salud pública, cuando se encuentran en altas cantidades varias veces se comete el error de verterlos en las fuentes de agua lo que causa contaminación de las mismas. Esto sin contar con los malos olores y la presencia de insectos en especial moscas.

La finalidad del estudio es mostrar y hacer conciencia a los productores que la mayoría de veces ellos están eliminando un producto que puede llegar a ser una

fuelle de dinero y de alimentación para otros animales por un bajo costo. La idea es que este trabajo sea una alternativa para poner en práctica en las explotaciones porcinas y al mismo tiempo colaborar con el cuidado y conservación del medio ambiente.

1. PROBLEMA

En las explotaciones porcinas el mayor problema que se presenta es el manejo de excretas sólidas y desechos fecales líquidos por su dificultad para reducirlo se convierte en problema, al presentarse grandes cantidades, ya que no hay donde depositar las excretas y puede llegar a ser el principal obstáculo para el futuro desarrollo de la producción animal.

El inadecuado manejo de las excretas de cerdo puede provocar la contaminación ambiental, grandes pérdidas de nutrientes presentes en las heces, que al descargarlas en el suelo y verterlas en los ríos se origina una deficiencia de oxígeno, hay menor aprovechamiento de los nutrientes no absorbidos y excretados como fuente de alimentación, problemas de salud pública, presencia de malos olores y la proliferación de insectos especialmente moscas que pueden actuar como vectores mecánicos y/o biológicos.

En la salud de los animales y humana, el alto contenido de nitrógeno lleva a la formación de nitratos, al combinarse con aguas de consumo humano produce compuestos halometanos y organoclorados que le dan mal gusto al agua y altas concentraciones tóxicas. Favorece el desarrollo de microorganismos que son potencialmente patógenos, transmitiendo enfermedades a los animales. Y por consecuencia altos costos para solucionar problemas que se dan por la contaminación de las excretas.

2. JUSTIFICACION

Los costos de alimentación representan entre el 67 y el 83% de los costos totales en la producción animal, son elevados por la intensidad de uso en la producción y el costo de las materias primas, lo cual ha originado la necesidad de desarrollar un manejo adecuado o un tratamiento completo de los desechos originados de la granja. Al utilizar las heces como fuente de alimentación constituye una buena alternativa para el productor de la zona, no sólo para minimizar la contaminación ambiental generada sino utilizarla como fuente de alimentación que permita reducir costos por concepto de este rubro.

El estiércol contiene un buen porcentaje de proteína bruta (15% a 26%) de esta depende de la etapa productiva del cerdo, se ha utilizado la porquinaza en estado seco y desecado como fuente de reutilización de nutrientes, de tal manera que se han diseñado estrategias para reciclar estos excrementos y utilizarlos no sólo como fertilizante orgánico sino como un ingrediente alimenticio que permita suplementar dietas dirigidas a esta especie animal.

El estudio pretende resaltar la importancia de producir alimentos en sistemas que mantengan estable la producción y rentabilidad, preservando los recursos naturales. El uso de las excretas porcinas como ingrediente alimenticio en la dieta, es una buena alternativa debido a su calidad nutricional considerándose como materia prima que ofrece un gran potencial para generar recursos adicionales al productor, así como la reincorporación como ingrediente y como parte importante en la dieta del cerdo, además representa una alternativa dentro de un programa pecuario, constituyéndose en una propuesta viable desde el punto de vista ecológico y económico, su calidad y precio permiten su inclusión en un programa de alimentación. La importancia como ingrediente alimenticio es la proteína, por ser perecedero requiere de un proceso antes de ser utilizado, para mejorar la

palatabilidad, el consumo y digestibilidad como también una propuesta tecnológica viable desde el punto de vista ecológico, biológico y económico.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer el manejo adecuado de las excretas porcinas, mediante el proceso de excremielaje para la alimentación de cerdos en etapa de levante y ceba.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el consumo de excremielaje como ingrediente alimenticio en la dieta de cerdos en etapa de levante y ceba.

Determinar el rendimiento diario en las etapas de levante y ceba en cerdos a través de la utilización del excremielaje como suplemento en la dieta.

Calcular el consumo promedio-día y total del excremielaje en base seca durante las fases de levante y ceba en cerdos.

Establecer la relación costo-beneficio por concepto de la inclusión del excremielaje en la dieta.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 ANTECEDENTES

Se desarrolló en la Sabana de Bogotá un experimento, con el fin de potencializar la utilización de las heces de los cerdos en la alimentación de la misma especie. Los objetivos fueron determinar el tiempo de fermentación (0-10-20-30-40 días), la relación óptima de excretas-melaza (100:0;90:10;80:20;70:30;60:40) con estimuladores de crecimiento bacteriano (1-2-3-4-5%), teniendo en cuenta la calidad nutritiva y microbiológica de las excretas porcinas fermentadas (EPOFER) y establecer el nivel óptimo de adición de la mezcla en dietas porcinas, en las etapas de levante y ceba. Los resultados mostraron que la inclusión de 70% excretas, 30% melaza y 3% de estimuladores de crecimiento bacteriano en un tiempo de fermentación de 30 días resulta en un material de óptimas condiciones, con un contenido de proteína total de 27.9%, materia seca 37%, pH 5.4 y 1.005 mg/100g de nitrógeno amoniacal. Se concluyó que la inclusión de EPOFER en el 30% de la dieta, resulta para la producción animal en un ahorro del 23% en el costo total de la producción y por ende ganancia para el productor (Mendoza, 2011)¹.

Por otra parte Heredia (2012) desarrollo un estudio en los meses de febrero y mayo de 2012, en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, en la unidad de ganado de carne, ubicada a 32 km de Tegucigalpa, con una precipitación anual de 1100 mm, 24°C de temperatura promedio anual y a una altura de 800 msnm; el objetivo del estudio fue analizar el efecto de la inclusión de cerdaza en dietas pos destete para terneros de ganado de carne. Se utilizaron animales 22 animales de 16 a 18 meses de edad, fueron divididos en 2 grupos, cada uno de 11 animales. Los animales estuvieron estabulados durante el estudio, se aplicaron dos

¹ MENDOZA CASTRO, Rafael. Fermentación de las excretas porcinas y su reciclaje en la alimentación de cerdos. [online] En: Revista Colombiana Ciencias Pecuarias, 2001. Vol. 14.p. 46

tratamientos: dieta con inclusión de cerdaza, (15% para terneras y 13% para terneros) y dieta convencional, sin cerdaza. Los animales consumieron ambos tratamientos en 2 periodos distintos, cada uno duró 21 días, adicionalmente se tuvo un periodo de 7 días de adaptación para el tratamiento con cerdaza. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), el procedimiento de análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias mediante SNK y LSD con el programa Statistical Analysis System (SAS 2009). El ICA promedio de los animales bajo la dieta convencional fue de 6.52 en terneras y 6.86 en terneros, consumiendo la dieta con cerdaza los animales mostraron un ICA de 2.90 en terneras y de 9.10 para terneros, las diferencias en conversión alimenticia no fueron significativamente diferentes ($P>0.05$). Los terneros ganaron en promedio 130 gramos más cuando consumieron el suplemento con cerdaza, las terneras ganaron 517 gramos más consumiendo el suplemento con cerdaza, en ambos casos la diferencia no fue significativa ($P>0.05$) al igual que el consumo de materia seca grupal (CMS). El suplemento con cerdaza fue significativamente más económico que el convencional ($P<0.05$)²

La alimentación representan alrededor del 65% de los costos de producción, por ello debe establecerse como una prioridad (García, 2012)³. No es suficiente que una dieta cumpla con las necesidades nutricionales de los cerdos, la formulación debe obedecer las normativas oficiales que rigen en cada país para el uso y fabricación de alimentos. Asimismo, el alimento debe ser fácil de conservar y suministrar, asumiendo la gran variedad de instalaciones (comederos y bebederos) utilizadas en las distintas etapas de los cerdos. Sin embargo, el objetivo fundamental de la formulación de una dieta es que contenga los nutrientes

² HEREDIA CRUZ, María Regina. Utilización de cerdaza en dietas de levante para terneros pos destete. [Online] Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano de Honduras, 2012. p.3. [Consultado en agosto 2015] Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1256/1/T3298.pdf>

³ GARCÍA CONTRERAS, A.C.; [...y otros]. Alimentación práctica del cerdo. [online] En: Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 2012. Vol.6. no.1. p. 21.

necesarios en las cantidades correctas y equilibradas, considerando la etapa fisiológica, peso, edad, sexo, potencial genético, estado de salud, época del año, objetivos productivos y de producto final, así como las limitantes legales. Una vez cumplida la formulación, el siguiente paso es asegurar que ésta sea elaborada bajo condiciones que garanticen la inocuidad, trazabilidad y bajo costo de la misma. A este desafío, se añade la necesidad de cumplir con las normativas ambientales relacionadas con la alimentación y bienestar animal.

4.2. MARCO TEORICO

4.2.1 Excreta porcina: materia expulsada por los organismos por las vías naturales.⁴

4.2.2 Composición de las excretas porcinas: las excretas proceden del tracto digestivo del cerdo, contienen residuos no digeridos de alimentos, factores digestivos como enzimas, jugos gástricos, pancreáticos y entéricos, células muertas de la mucosa intestinal, bacterias vivas y muertas del colon y también productos del desecho del metabolismo, heces fecales y orina mezclados con el material utilizado como cama, material piloso y de descamación residuos de alimento, polvo, otras partículas y una cantidad variable de agua proveniente de las labores de lavado y pérdidas desde los bebederos, dependiendo del contenido y de la digestibilidad el contenido nutricional, varía de granja a granja por el alimento suministrado y la proporción de agua que se le ofrezca al animal. La Tabla 1 presenta la composición química y el contenido de energía

⁴ CARDENAS VILLARRAGA, Gabriel y GUZMÁN RODRÍGUEZ, Cesar. Utilización de excretas fermentadas de cerdo en la alimentación de ovinos [online] Bogotá: Fundación Universitaria Agraria de Colombia, 1997. p.2. [Consultado en julio 2015] Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos82/utilizacion-excretas-fermentadas-cerdo/utilizacion-excretas-fermentadas-cerdo2.shtml>

respectivamente de la excreta porcina según etapa productiva y tipo de excreta porcina.

Tabla 1. Composición de excreta porcina

ETAPA PRODUCTIVA	Humedad	Proteína Cruda	Extracto etéreo	Cenizas	FDN	FAD	CNE	Calcio	Fosforo	Cobre
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Inicio	80.51	26.92	7.1	14.28	28.42	7.96	23.26	2.51	0.19	1160.5
Desarrollo	78.67	26.27	9.83	15.97	30.89	9.81	17.02	3.36	0.21	445.04
Engorde	78.55	23.38	6.47	16.44	37.04	11.35	18.24	2.96	0.22	427.64
Gestante	80.73	16.49	3.85	20.34	40.2	15.54	19.11	3.93	0.29	725.3
Lactante	72.52	15.8	8.64	20.08	30.65	11.79	16.22	5.01	0.27	920.6
TIPO DE EXCRETA PORCINA	Humedad	Proteína Cruda	Extracto etéreo	Cenizas	FDN	FAD	CNE	Calcio	Fosforo	Cobre
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Compuesta	72.1	18.75	10.9	19.29	32.77	12.69	18.24	4.45	0.25	741.71
Separador	78.82	14.69	4.42	9.25	68.65	29.93	4.66	--	--	--

Fuente: CASTRILLÓN, JIMÉNEZ Y BEDOYA, 2015

Existen diferencias en la composición de la porquinaza según la etapa productiva y el método de recolección y procesamiento. La porquinaza proveniente de animales de pesos inferiores (inicio, desarrollo y engorde) presentan un mayor contenido de proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), carbohidratos no estructurales (CNE) y energía y un menor contenido de cenizas, calcio, fósforo, FND y FAD que la porquinaza de los animales reproductores (gestantes y lactantes) como consecuencia de diferencias en la composición de la dietas y a

una menor utilización de los nutrimentos de la dieta por parte de los cerdos jóvenes. Los mayores valores de FND y FAD observados en la porquinaza de gestación son debidas principalmente a un incremento en el nivel de fibra en la dieta de estos animales.

La porquinaza compuesta es una mezcla proporcional de las excretas de todas las etapas productivas, obtenida directamente de los corrales antes del lavado de los mismos, mientras que la porquinaza que proviene del separador, es la porquinaza producto del lavado de los diferentes corrales. Las diferencias observadas son debidas a pérdidas de nutrimentos solubles en el agua de lavado de los corrales y en el proceso de separación sólido - líquido.

El color de las heces proviene de los pigmentos vegetales y del estercobilinógeno producto de la reducción de pigmentos biliares por parte de las bacterias. El olor proviene de sustancias como el indol y derivados de la desaminación del triptófano en el intestino grueso.

La orina es la ruta de excreción de los metabolitos nitrogenados y sulfurados de los tejidos corporales, además de algunos minerales como cloro, potasio, sodio, y fosforo. Su color depende del urocromo y el pH es generalmente ácido en los monogástricos.

4.2.3 Producción de excretas y orina de cerdos: la tasa de producción de excretas se puede ver afectada por varios factores, entre los cuales se puede señalar: edad del animal, madurez fisiológica, cantidad y calidad del alimento ingerido volumen de agua consumida, clima.

La producción de porquinaza se cuantifica en términos de cantidades de excretas por día y por animal; puede ser expresada como valores por cada 100 kilos de

peso vivo. En la Tabla 2 se muestran las tasas de producción de heces y orina, expresadas como proporción del peso vivo en los diferentes estados fisiológico

Tabla 2. Producción de materia fecal y orina en Kg/ 100 Kg del peso vivo en cerdos.

Estado	Promedio	Rango
	kg	kg
Hembra vacía	4.61	3.3 - 6.4
Hembra gestante	3	2.7 - 6.4
Hembra lactante	7.72	6.0 - 8.9
Macho reproductor	2.81	2.0 - 3.3
Lechón lactante	8.02	6.8 - 10.9
Precebos	7.64	6.6 - 10.6
Levante	6.26	5.9 - 6.5
Finalización	6.26	5.7 - 6.5

Fuente: CASTRILLÓN, JIMÉNEZ Y BEDOYA, 2015

La orina representa aproximadamente el 45% de la porquinaza, y las heces, el 55%. El contenido de humedad de la porquinaza está alrededor del 88%, y el contenido de materia seca es del 12%. La excreción de sólidos es del 90% en heces y 10% en orina. La densidad de la porquinaza fresca es ligeramente menor de 1.0 Kg/l, aunque son comunes las referencias de valores ligeramente superiores a esta cifra. El total de los sólidos tiene una densidad baja, de 0.84 Kg/l. La porquinaza porcina tiene sólidos que flotan, otros que se sedimentan y algunos están en suspensión. Diariamente se producen 0,25 Kg. de demanda biológica de oxígeno (DBO), y 0.75 Kg. de demanda química de oxígeno (DQO) por cada 100 Kg de peso vivo. Por lo general, la DBO es un tercio de la DQO y cerca de un tercio de los sólidos totales en porquinazas porcinas frescas.

El PH varía entre 6.0 y 8.0. Mientras más frescas sean las porquinazas, más neutro será su pH. La alcalinidad y conductividad son propiedades más del agua de lavado y de bebida, que propiamente de la porquinaza. La temperatura de la

porquinaza fresca al momento de su expulsión es la misma que la del cuerpo del cerdo. Poco después, la porquinaza alcanza la temperatura del piso y de la instalación que estará fuertemente determinada por la temperatura del agua con la cual se mezcle. La composición nutricional de la porquinaza es afectada principalmente por estas variables: variaciones en la formulación de las dietas utilizadas, el método de procesamiento y manejo de la porquinaza, la etapa productiva, el ambiente y el manejo de los cerdos.

4.2.4 Estudios de disponibilidad y producción de excretas⁵: se han hecho varias aproximaciones al cálculo o a la determinación del volumen de producción de excretas, e inclusive la forma de manifestar tal volumen, según las unidades de medida en que se expresen. Por ejemplo, un resumen de estimados norteamericanos fue hecho por Vanderholm (1979), quien publicó las cifras de producción de excretas de distintas especies animales.

Es evidente que en cualquier especie animal, la indigestibilidad de una dieta está estrechamente vinculada con el nivel de fibra que contiene. Debido a esto, se han hecho varios estudios encaminados a calcular o pronosticar la producción de excretas porcinas, que de acuerdo con estudios norteamericanos, pudiera estar entre el 5 y el 10% del peso corporal por día. A este respecto Hennig y Flachowsky (1982) estimaron en Alemania que la producción fecal diaria en cerdos podía variar entre 0,5 y 0,8 kg/100 kg de peso corporal de los animales. Estas cifras pudieran ser más que definitivas, un ejemplo del rango amplio en que pueden variar estos estimados.

⁵ LY, Julio. Uso de excretas en sistemas integrados de producción animal. [online] La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones Porcinas, 2014. p. 74-75. [Consultado en agosto 2015] Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/eventos/viii_encuentro_monogastricos/curso_alimentacion_no_convencional/conferencia-7.pdf

Un estudio cubano sobre el potencial de producción de excretas porcinas fue hecho al tener en cuenta la naturaleza de las dietas dadas a los cerdos, que fundamentalmente eran del tipo no convencional. En la tabla 3 aparecen los resultados de este trabajo. No se halló influencia dietética tan importante en la excreción fecal de materia seca como en la de N. Esto se debió fundamentalmente a la alta variabilidad obtenida en el examen de los datos.

Tabla 3. Estimado de excreción fecal en cerdos.

Tipo de dieta	Numero de experimentos	MS fecal, %		Excreción fecal, Kg ¹	
		Media	EE ^{+/-}	Media	EE ^{+/-}
Cereales	7	21.65	3.57	0.98	0.48
Mieles ²	31	23.57	1.69	1.35	0.23
Desperdicios ³	12	29.76	2.72	0.50	0.37
Otros	5	22.30	4.22	1.39	0.57

¹Ajustado al consumo de un kg de MS

²Distintos tipos de mieles de caña de azúcar

³Desperdicios procesados en plantas ad hoc

Fuente: MARTÍNEZ et al., 2004.

4.2.5 Estiércoles en la alimentación animal⁶: el uso de las excretas de los animales en la realimentación, obedece principalmente a su elevado contenido mineral y de nitrógeno, el que representa su mayor riqueza, aunque cuentan con una pobre concentración de energía. Se encuentra una gran variación en el valor proteínico de la porquinaza sólida, la causa principal es que una vez se inicia el proceso de secado se generan grandes pérdidas del nitrógeno amoniacal presente

⁶ Ibíd. p.16

4.2.6 Alimentación de rumiantes: el estiércol animal ha demostrado ser una valiosa fuente de energía y proteína para rumiantes, el valor nutricional es variable dependiendo de la ración, régimen alimenticio, raza y de las condiciones ambientales así como el proceso de almacenaje y procesamiento, la tabla 4 muestra los componentes nutricionales del estiércol fresco.

Tabla 4. Contenido de nutrientes (% base seca) del estiércol fresco de cerdos, del nivel semitecnificado y criados con alimento comercial.

ETAPAS	CRECIMIENTO 1	CRECIMIENTO 2	DESARROLLO	FINALIZACION
MATERIA SECA	25.6	29.1	30.4	31.6
PROTEINA CRUDA	26.2	23.8	23.4	25.1
FIBRA CRUDA	8.5	8.4	8.4	8.9
CENIZAS	25.3	25.6	23.0	22.9

Fuente: SERRATO, 1994.

Los rumiantes han desarrollado un mecanismo natural para la digestión del alimento que incluye: ácidos grasos volátiles, anaerobiosis, temperatura, presión osmótica y ácidos grasos saturados del rumen; además de enzimas proteolíticas y pH abomasal que permiten probablemente la eliminación de las bacterias patógenas.

La porquinaza puede suministrarse al ganado fresca: (directamente de los corrales o separador) o seca, presentando esta última las mejores características físicas y de palatabilidad.

Por otro lado, a la fracción sólida de la porquinaza después del secado se le puede adicionar 5% de melaza para suministrar al ganado de engorde; siendo

posible reemplazar el 20% de la dieta total diaria. El ganado consume bien esa mezcla, sola o combinada con otros productos.

4.2.7 Alimentación de los monogástricos: los animales no rumiantes (aves y cerdos) presentan una mayor eficiencia alimenticia que los rumiantes, pero con una elevada dependencia de recursos alimenticios, como cereales y granos de origen nacional e importado. El cerdo puede alimentarse con fuentes fibrosas de bajo costo y requiere más bajos niveles de suplementos proteicos.

Los componentes básicos de la dieta animal son los lípidos, proteínas e hidratos de carbono, que contienen los elementos esenciales en cantidades variables. La mayoría del nitrógeno ingerido es en forma de proteínas, que se degradan en péptidos y amino-ácidos antes de ser absorbidos por el sistema digestivo. De la fracción absorbida, únicamente una parte de los aminoácidos satisfacen las necesidades metabólicas del animal y el resto son eliminados en la orina en forma de urea. La fracción nitrogenada no absorbida en el intestino es eliminada en las heces, como N-orgánico.

En los animales monogástricos, aproximadamente el 70% del fósforo contenido en los alimentos es eliminado en las heces, como fosfato bicálcico y fosfatos de inositol y adenosintrifosfato. El fósforo inorgánico que se les proporciona a los animales como suplemento es eliminado principalmente en la orina como fosfatos cálcicos de elevada solubilidad.

El cultivo de peces con fertilización con excretas o aguas residuales tiene por objetivo producir alimentos naturales para los peces. Controlando la velocidad de inoculación de nutrientes provenientes de los residuos, es posible crear condiciones óptimas para un rápido crecimiento de los peces; las especies mas

populares en este tipo de cultivo son la tilapia, la carpa cabezona, la carpa plateada y la carpa común.

La alimentación representan alrededor del 65% de los costos de producción, por ello debe establecerse como una prioridad (García, 2012)⁷. No es suficiente que una dieta cumpla con las necesidades nutricionales de los cerdos, la formulación debe obedecer las normativas oficiales que rigen en cada país para el uso y fabricación de alimentos. Asimismo, el alimento debe ser fácil de conservar y suministrar, asumiendo la gran variedad de instalaciones (comederos y bebederos) utilizadas en las distintas etapas de los cerdos. Sin embargo, el objetivo fundamental de la formulación de una dieta es que contenga los nutrientes necesarios en las cantidades correctas y equilibradas, considerando la etapa fisiológica, peso, edad, sexo, potencial genético, estado de salud, época del año, objetivos productivos y de producto final, así como las limitantes legales. Una vez cumplida la formulación, el siguiente paso es asegurar que ésta sea elaborada bajo condiciones que garanticen la inocuidad, trazabilidad y bajo costo de la misma. A este desafío, se añade la necesidad de cumplir con las normativas ambientales relacionadas con la alimentación y bienestar animal.

4.2.8 Aspectos de la composición química⁵: muchos son los estudios hechos para determinar el valor nutritivo de las excretas animales, y en este sentido pudieran citarse los hechos hace más de un cuarto de siglo en la América del Norte y Alemania, y que fueron resumidos por Smith y Wheeler (1979). Estos datos están expuestos en la tabla 5. Estos datos presentados aquí solamente son una aproximación generalizada al conocimiento del contenido de nutrientes en las excretas, pues debe asumirse que la composición en nutrientes está influida por diferentes factores, como el nivel de consumo y la proporción forraje:concentrado

⁷ GARCÍA CONTRERAS, A.C.; [...y otros]. Alimentación práctica del cerdo. [online] En: Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 2012. vol.6. no.1. p. 21.

en las dietas de los rumiantes (Fisher 1974) y el plano de nutrición en las aves (Evans y Calvert 1976), entre otros. Los datos que se exponen a continuación generalmente corresponden a excreciones de cerdos alimentados con dietas de harina de maíz y soya.

Tabla 5. Contenido en nutrientes de distintos tipos de excretas (% en base seca).

EXCRETAS (% EN BASE SECA)				
	AVIAR ¹	AVIAR DESHIDRATADA ¹	VACUNA (TOROS) ²	PORCINA ^{2,3}
NTD ⁴	73	52	48	48
NX6.25	31	28	20	24
FIBRA CRUDA	17	13	20	15
CALCIO	2.4	8.8	0.9	2.7
FOSFORO	1.8	2.5	1.6	2.1
POTASIO	1.8	2.3	0.5	1.3

¹Bhattacharya y Taylor (1975)

²Henning *et al.* (1977)

³Kornegay *et al.* (1977)

⁴Nutrientes totales digestibles

4.2.9 Parámetros físicos – químicos⁸: diariamente se producen 0,25 kg de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y 0,75 kg de Demanda Química de

⁸ SOCIEDAD DE AGRICULTORES DE COLOMBIA Y ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE PORCICULTORES. Guía ambiental para el subsector porcícola. [online] Bogotá: Asociación Colombiana de Porcicultores, 2002. p. 26. [consultado en julio 2015] Disponible en: http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/AGRICOLA%20Y%20PECUARIO/Gu%C3%ADa%20Ambiental%20para%20el%20subsector%20Porc%C3%ADcola.pdf

Oxígeno (DQO) por cada 100 k de peso vivo. Por lo general, la DBO es un tercio de la DQO y cerca de un tercio de los Sólidos Totales Totales (STT) en las excretas porcinas frescas. El pH varía entre 6 y 8. Mientras más frescas sean las excretas, más neutro será su pH. La temperatura de la excreta fresca al momento de su expulsión es la misma que la del cuerpo del cerdo. Poco después, la excreta alcanza la temperatura del piso y de la instalación. Adicionalmente, esta temperatura llegará a estar fuertemente determinada por la del agua con la cual se mezcla. La alcalinidad y conductividad son propiedades más del agua de lavado y de bebida que propiamente de la excreta. El Carbón Orgánico Total (COT) es una medida de la disponibilidad inmediata de carbón por descomposición de las bacterias. Su valor estimado es de 0,30 k por cada 100 k de peso vivo/día.

4.2.10 Propiedades físicas: el estiércol de los cerdos se presenta en tres estados: sólido, semisólido y líquido, dependiendo de su consistencia y contenido de humedad.

El estiércol sólido es consistente y puede manejarse con sistemas convencionales. El estiércol semisólido con una humedad del 85 -90 % es muy difícil de manejar, pues es muy denso para bombear y poco consistente para tratarse como el sólido; puede agregársele agua para manejarlo como el líquido o adicionarles materiales como aserrín para tratarlo como el sólido. También pueden usarse técnicas de separación de sólidos y líquidos, para trabajar las dos fracciones por separado.

El estiércol líquido se produce por las aguas de lavado y de desperdicio de los bebederos, contiene más del 90 % de agua y puede ser bombeado. “La densidad de las excretas del cerdo es de 1.01 a 1.03 Kg/L y del agua es de 1.0 Kg/L; esta similitud en las densidades impide que haya una buena sedimentación y por lo tanto, es difícil obtener una óptima separación sólido – líquido.

4.2.11 Propiedades biológicas: el estiércol de cerdo es un material orgánico muy concentrado. La descomposición microbial comienza tan pronto es expulsado del

animal. El material orgánico se rompe en elementos simples y el proceso se caracteriza por la descomposición anaeróbica que produce numerosos gases potencialmente peligrosos para el hombre y los animales. Estos gases incluyen el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), amoníaco (NH₃), y sulfuro de hidrogeno (H₂S), que es el potencialmente más peligroso. Una constante exposición a bajas concentraciones del gas, o una exposición muy corta a altas concentraciones, causan detrimento en el desempeño de los animales.

Las concentraciones de los gases dependen del tiempo de almacenamiento y del grado de agitación de la masa almacenada.

4.2.12 Identificación y valoración de impacto: la problemática medioambiental de las explotaciones de porcino se ha generado paralelamente al desarrollo del sector. En un tiempo relativamente corto se ha pasado, por necesidades económicas, de explotaciones de tipo extensivo a sistemas intensivos que han permitido incrementar el número de animales. A diferencia de otros sectores productivos, en las explotaciones porcinas, no se utilizan elementos compuestos de alto riesgo; sin embargo, el gran volumen de residuos producidos es uno de los principales problemas a los que se enfrenta el sector.

4.2.13 Efectos sobre el agua⁹: la problemática originada por la materia orgánica En el medio acuático, el oxígeno es un elemento escaso. En su balance intervienen la fotosíntesis, la reaireación, la respiración de los organismos y los procesos de oxidación. Si alteramos este equilibrio, introduciendo compuestos que necesitan oxígeno para su descomposición, provocamos una demanda de oxígeno superior a los niveles existentes y se origina una deficiencia de oxígeno disuelto en el agua que origina una serie de efectos no deseados.

⁹ Ibíd. p.18

El vertido de los residuos generados en una granja porcina puede afectar a las masas de agua tanto superficiales como subterráneas, con incidencias distintas según el componente de las excretas que se considere.

4.2.14 Impacto en la salud humana y animal: el alto contenido de nitrógeno lleva a la formación de nitratos, estos al mezclarse con aguas para el consumo humano pueden conducir a la formación de compuestos halometanos y organoclorados dándole mal gusto al agua y a concentraciones elevadas tóxicas.

Los nitratos reaccionan con bacterias que se encuentran en la boca de los animales y son transformados a nitritos. Estos a su vez reaccionan con la hemoglobina para transformarla en metahemoglobina, con la cual se imposibilita el transporte de oxígeno en la sangre. Los nitratos reaccionan con aminas secundarias y terciarias en el estómago, formando nitrosaminas de reconocido efecto carcinógeno.

La disposición incorrecta de las excretas propicia el desarrollo de microorganismos potencialmente patógenos para los mismos animales, pudiendo transmitir enfermedades como cólera porcino, rotavirus, colibacilosis, parásitos intestinales, salmonella, entre otros y la proliferación de moscas que pueden actuar como vectores mecánicos y/o biológicos.

Con relación a los malos olores, estos afectan la salud humana y animal produciendo rinitis, conjuntivitis, laringitis y afecta la actividad bronquial por los vapores de amoníaco. Convirtiéndolo en un factor disociador y son motivo para presionar el cierre de pjaras aledañas a los núcleos sociales.

4.2.15 impacto económico: existen costos directos asociados a las medidas que se deben tomar para solucionar los problemas derivados de la contaminación por excretas.

En aguas de consumo, se aumentan los costos de depuración (por gramo de nitrógeno se requiere 10 g de cloro). Además de soportar la presión del Ministerio del Medio Ambiente y corporaciones regionales, para solucionar los problemas de contaminación. También se presentan costos indirectos que se derivan del control de las enfermedades.

El reciclaje de excretas en la alimentación favorece económicamente la producción de cerdos, ya que optimizan los recursos disponibles mejorando las prácticas de alimentación como fuentes nutritivas que tienen como resultado un producto de buena calidad al menor costo.

El desarrollo sostenible es muy importante en el estudio de investigación tanto del medio ambiente como de la conservación de los recursos naturales y favorece al poricultor reduciendo considerablemente los altos costos derivados de la alimentación con concentrados industriales.

4.2.16 Toxicidad del estiércol animal¹⁰: la toxicidad del estiércol de cerdo es tres veces menor que el estiércol de aves. Las siguientes bacterias son de especial importancia como riesgo bacterial en el estiércol de cerdo: *Salmonella*, *Mycobacterium*, *Brucella*, *Escherichia coli*, *Leptospira*, *Yersinia* y *Campilobacter*. Estas bacterias no siempre están presentes en el estiércol de cerdos, siendo más prevalentes en los cerdos infectados.

En estudios realizados bajo condiciones in vitro se ha demostrado que los ácidos grasos volátiles, la melaza y el ambiente ruminal y abomasal, afectan el crecimiento de la *Salmonella thyphirium*. Efectos similares de la melaza y los ácidos grasos volátiles-AGV- se observaron sobre la *Salmonella anatum*. Estos

¹⁰ Ibíd. p. 16

resultados cobran importancia porque se considera que la salmonelosis es el principal problema de la industria alimentaria.

Otros agentes contaminantes pueden ser considerados como riesgo potencial para la salud, tales como: toxinas microbiales, parásitos, virus, arsenicales, antibióticos, drogas, hormonas, coccidiostatos, metales pesados y elementos traza, antihelmínticos y nitrofuranos, que deben ser evaluados críticamente antes de que el estiércol sea utilizado como alimento.

Los problemas de riesgos de la salud parecen ser de menor importancia cuando el procesamiento elimina muchos de los riesgos potenciales, por el contrario el procesamiento puede ser benéfico al mejorar la palatabilidad, lograr la destrucción de patógenos y el control del olor. Algunas evidencias sugieren que las bacterias patógenas desaparecen a lo largo del tracto digestivo de los rumiantes alimentados con estiércol seco de cerdo.

Los rumiantes han desarrollado un mecanismo natural para la digestión del alimento que incluye: ácidos grasos volátiles, anaerobiosis, temperatura, presión osmótica y ácidos grasos saturados del rumen; además de enzimas proteolíticas y pH abomasal, permitiendo probablemente la eliminación de las bacterias patógenas (incluyendo, todas las bacterias que son problema de salud pública, antes mencionadas).

4.2.17. Excremielaje: es el producto resultante de las preservaciones anaeróbica de residuos sólidos de excretas porcinas, por la fermentación y producción de ácidos, los cuales cambian de manera significativa la concentración de carbohidratos solubles presentes en las mezclas. Este método además, estimula el consumo, ya que la fermentación láctica altera algunas de las características sensoriales, favoreciendo un cambio en el olor y sabor de las excretas, haciéndolas más apetecibles para el ganado.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

Alimentación Animal: es un mejoramiento continuo de las condiciones de los animales, que satisfaga sus requerimientos nutricionales (en cantidad y calidad) y les permita un buen desempeño, lo cual se evidencia en los parámetros productivos como también en la salud y el bienestar de la porqueriza.

Fertilizante Orgánico: ayuda a aportar a los suelos los nutrientes que no llegan a volver a generar, por las excesivas producciones de cosechas una tras otra. De esta manera la aplicación de fertilizantes suministra estos nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantaciones y así continuar con un rendimiento alto de las mismas.

Deshidratación: de esta forma se obtiene un producto seco que puede almacenarse e incorporarse fácilmente en una dieta completa, la contaminación del aire es baja y el manejo que se requiere es mínimo.

Bienestar animal: es una cuestión ética, ya que el bienestar de los cerdos es responsabilidad de los productores y demás partes involucradas en el sector, especialmente por lo que se refiera a su transporte y sacrificio.

Contaminación: es una alteración negativa del estado natural del medio, y por lo general, se genera como consecuencia de la actividad animal considerándose una forma de impacto ambiental.

Digestibilidad: la digestibilidad comprende todos los procesos que sufren los alimentos en el tracto digestivo, desde la masticación y la mezcla de los alimentos con la saliva en la boca, digestión, descomposición química y la absorción de nutrientes, así como la expulsión de los materiales no digeridos a través del ano.

4.4 MARCO LEGAL

Tabla 6. Normas generales.

Norma	Nombre	Artículos que aplican
Decreto 948 de 1995 ¹¹	Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.	Art. 4, art. 15 restricciones de ruido ambiental, art. 16 normas de evaluación y emisión de olores ofensivos, art. 27 incineración de residuos anatomopatológicos, art. 30 quemas abiertas en áreas rurales, art. 117 infracciones
Decreto 1713 del 2002 ¹²	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos	Capitulo II almacenamiento y presentación de los residuos sólidos.
Ley 373 de 1997 ¹³	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.	Art. 5 rehúso obligatorio del agua, art. 6 de los medidores de consumo, art. 9 de los nuevos proyectos, art. 17 sanciones

Fuente: MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 2015.

¹¹ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE. Decreto 948. (05, junio, 1995). por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1995. no. 41876. p. 1-12.

¹² COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE. Decreto 1713. (06, agosto, 2002). Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos". Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2002. no. 44893. p. 1-6.

¹³ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 373. (06, junio, 1997). por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Bogotá D.C.: El Congreso, 1997. 2p.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

En el estudio realizado, se tendrá en cuenta aspectos como la localización, duración del estudio, la población, tipo de estudio, diseño experimental, tratamientos, variables a evaluar y manejo del ensayo (construcción del cajón, recolección de estiércol, deshidratación, almacenamiento, preparación del excremielaje, análisis químico, obtención y distribución de los animales, evaluación de la dieta, variables a evaluar, (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y costos.)

5.1 LOCALIZACION

El proyecto se desarrolló en la Institución Educativa San Luis Beltrán, ubicada en el Municipio de Covarachia Boyacá, a una altura de 2.320 msnm y una temperatura media de 16°C.

5.2 DURACIÓN DEL ESTUDIO

Tuvo una duración de 6 meses y 15 días seguidos, contados a partir de la aprobación del anteproyecto, donde se recolecto y trato la porquinaza frescas, posteriormente se realizó la preparación y elaboración del alimento en polvo y granulado, después de este proceso se continuo con la adecuación de corrales y consecución de los animales, y un periodo de acostumbramiento para la nueva dieta, procediendo al desarrollo de la fase experimental, es decir de la aplicación de las dieta de estudio.

5.3 POBLACIÓN

Para el desarrollo del estudio se contó con un inventario de 16 cerdos machos castrados de la raza Landrace x Pietran, (híbridos).

5.4 TIPO DE ESTUDIO

El estudio se realizó bajo los parámetros del método comparativo y experimental, orientado a la búsqueda de soluciones viables y prácticas para la utilización de la porquinaza para la alimentación de cerdos, con la finalidad de reducir costos en la alimentación y a la vez mitigar los riesgos ambientales a causa de estos desechos (excretas de cerdos).

5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizaron cerdos en etapa de levante con los siguientes pesos:

Tabla 7. Tratamientos y pesos iniciales.

Tratamiento	T0	T1	T2	T3
Peso inicial x (Kg)	36.75	41.50	31.25	35.00

Distribuidos en un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por unidad experimental para un total de 16 animales ($4 \times 4 \times 1 = 16$).

(Tabla 7)

Tabla 8. Distribución de tratamientos.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
RI	T3	T0	T1	T2
RII	T2	T3	T0	T1
RIII	T0	T1	T2	T3
RIV	T1	T2	T3	T0

Según lo determinado para la fase experimental se tuvo en cuenta dos fases del cerdo, la primera es la fase de levante que comprende desde el día 84 hasta el día 119 y la segunda que es la fase de ceba que comprende desde el día 119 hasta el día 189

Con el objeto de establecer las diferencias existentes entre los tratamientos evaluados, los resultados obtenidos fueron analizados mediante pruebas de análisis de Varianza (ANAVA), y para determinar significancia se aplicó la prueba de Diferencias Mínimas Significativas (DMS).

5.6 TRATAMIENTOS

Se evaluaron cuatro tratamientos, utilizando como insumos materias primas para la elaboración de un alimento balanceado, las materias primas a utilizar fueron: repila de arroz, melaza, sal mineralizada y estiércol de cerdo para la elaboración del excremento, para la alimentación de cerdos en la etapa de levante y ceba, con el propósito de generar información que permita establecer su viabilidad y costo en comparación con un alimento comercial.

Materias primas utilizadas en la elaboración del alimento: en la preparación del alimento, se utilizaron algunas materias primas, siendo unas, fuentes de proteínas, otras de energía o carbohidratos, así como minerales, vitaminas, grasa y cenizas.

5.7 SALVADO DE ARROZ¹⁴

El salvado de arroz está constituido por parte de la almendra harinosa, la capa de aleurona el nivel de grasa. Así se ha observado una proporción de extracto etéreo

¹⁴ FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL. Salvado de arroz blanco. [online] Barcelona, España: FEDNA, 2015. p.1 [consultado en julio 2015] Disponible en: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/salvado-de-arroz-blanco-14-ee

y el germen, y representa del orden del 8% del peso del grano. En el proceso se obtienen además la cascarilla (20% del peso del grano), rica en fibra (65% FND) y en cenizas (20%, principalmente sílice), y arroz partido. La composición del salvado varía según su origen, especialmente más elevada en muestras australianas (22% sobre MS), que en muestras procedentes del Sudeste asiático (16%) o de California (13,5%). Además, en numerosas ocasiones el producto de importación que se ofrece procede de partidas previamente desengrasadas. El salvado puede ser adulterado con cascarilla, lo que reduce notablemente su valor nutritivo, dada la escasa concentración en nutrientes digeribles de ésta.

El salvado de arroz es una buena fuente energética en todas las especies, y sobre todo en rumiantes, dado su alto contenido en grasa (12-18%) y su apreciable contenido en almidón (21-28%). Tiene también un notable contenido en proteína, con una composición en aminoácidos esenciales relativamente bien equilibrada. Su contenido en fósforo es bastante alto (1,35%), pero en su mayor parte (90%) está en forma de fitatos. Su contenido en calcio es bajo, aunque en algunas partidas puede elevarse notablemente por la adición de carbonato cálcico.

5.8 MELAZA¹⁵

La melaza es un líquido denso y negrozco constituido por el residuo que permanece en las cubas después de la extracción de la mayor parte de los azúcares de remolacha y caña por cristalización y centrifugación.

El contenido en materia seca de las melazas oscila alrededor de un 75%. Son concentrados de hidratos de carbono. Los azúcares representan del orden del 80% de su contenido en materia seca. Como consecuencia, son muy palatables y su contenido energético es apreciable en todas las especies. La melaza de

¹⁵ FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL. Melaza. [online] Barcelona, España: FEDNA, 2015. p.1. [Consultado en julio 2015] Disponible en: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/melazas-de-ca%C3%B1a

remolacha tiene un valor nutritivo algo superior que la de caña (5-10%) al contener más sacarosa (44 vs 32%) y menos oligosacáridos (rafinosa) y ácidos orgánicos (málico, oxálico, láctico, acotínico y cítrico). Ambas melazas son fácilmente degradables en el rumen, dando lugar a una fermentación típicamente butírica. Por tanto, elevan la relación no glucogénica de la dieta, agravando los problemas de cetosis en raciones ricas en fibra para vacas al inicio de lactación y ovejas al final de gestación.

5.9 SAL MINERALIZADA

Es una mezcla homogénea de macro y micro minerales, en un vehículo generalmente de Cloruro de Sodio, con una composición orientada a cubrir las deficiencias de minerales de los forrajes bajo un consumo normal; la cantidad de minerales en la mezcla debe estar entre 10 a 12 minerales.

La importancia de los minerales reside en que son necesarios para transformar la proteína y la energía de los alimentos en componentes del organismo o en productos animales: leche, carne, crías, piel, lana etc. Además, ayudan al organismo a combatir las enfermedades, manteniendo al animal en buen estado de salud. Se ha considerado a los minerales como el tercer grupo limitante en la nutrición animal, siendo a su vez, el que tiene mayor potencial y menor costo para incrementar la producción de los animales.

Las dietas a evaluar son las siguientes:

Tratamiento testigo (T_0): concentrado comercial

Tratamiento uno: (T_1): concentrado comercial (75%) y excremielaje (25%)

Tratamiento dos (T_2): concentrado comercial (50%) y excremielaje (50%)

Tratamiento tres (T_3): concentrado comercial (25%) y excremielaje (75%)

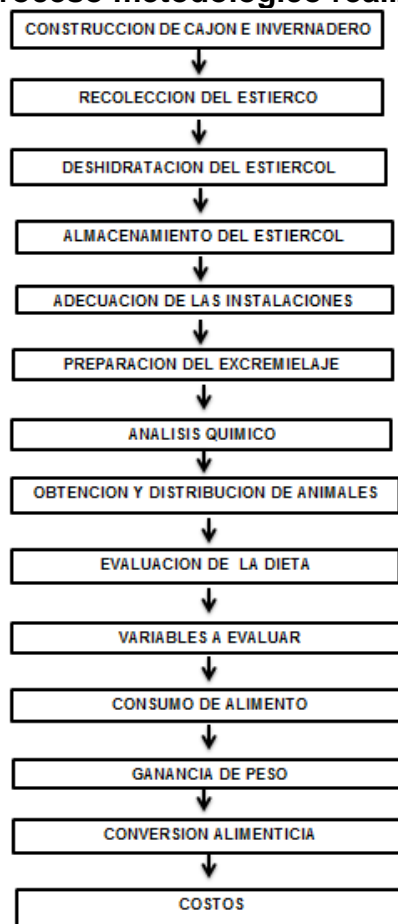
5.10 VARIABLES A EVALUAR

Las variables a evaluar son: valor nutricional del excremielaje, consumo de alimento, ganancia de peso diario, conversión alimenticia, análisis económico, ingresos totales obtenidos y rentabilidad. Con el fin de observar las diferencias según los tratamientos.

5.11 MANEJO DEL ENSAYO

Para determinar las condiciones propias del estudio, se tuvo en cuenta el siguiente esquema:

Imagen 1. Esquema del proceso metodológico realizado durante el proyecto.



5.11.1 Construcción del cajón e invernadero: se construyó un cajón de 2 x 2 metros trabajado en madera, tornillos, alambre, polisombra, plástico y un invernadero hecho de madera por 6 metros de largo y 1.60 metros ancho (40 cm desde el piso de la malla) de alto; hecho en plástico, malla, puntillas, alambre, teja de aluminio, que nos permitió la deshidratación, el cual consistió en dejar a los rayos solares las excretas de cerdo con el fin de extraer de estas las partículas volátiles que contenía.(Imagen 2)

Imagen 2. Construcción del cajón e invernadero.



5.11.2 Recolección del estiércol: la excreta se recogió diariamente con palas en baldes plásticos de 5 galones (20 litros). Se recolectaron los excrementos durante tres meses (91 días) antes de suministrar la dieta a los animales, obteniendo el estiércol de 13 animales alimentados únicamente con concentrado comercial. (Imagen 3)

Imagen 3. Recolección del estiércol.



5.11.3 Deshidratación del estiércol: la porquinaza se deshidrato inicialmente, dejando la entrada de luz solar directa al cajón y acelerando el calor dentro del invernadero, con entrada de aire debajo de la malla, se realizaron volteos continuos uno o dos veces o más por día, con el fin de llevar a cabo el proceso de deshidratación (Imagen 4).

Imagen 4. Deshidratación del estiércol



5.11.4 Almacenamiento del estiércol: el producto seco se recolecta y se almacena en costales de fibra, teniendo como ventaja su fácil almacenamiento e incorporación dentro de la dieta, y bajos costos para así eliminar patógenos que pueden producir enfermedades a los animales. (Imagen 5)

Imagen 5. Almacenamiento del estiércol



5.11.5 Adecuación de las instalaciones: se alistaron las porquerizas, realizando un proceso de esterilización y desinfección, dejando durante una semana antes del ingreso de los animales.

Imagen 6. Adecuación de las instalaciones



5.11.6 Preparación del excremielaje: se tomaron 24 kilos de estiércol, 14 kilos de repila de arroz, 2 kilos de melaza y 1.5 % de sal mineralizada para ceba. Se pesaron con una gramera y en un peso industrial.

Posteriormente se mezcló la sal mineralizada, la repila de arroz, la melaza y el estiércol de cerdo deshidratado, hasta obtener una mezcla homogénea del excremielaje, según las cantidades requeridas para cada uno de los tratamientos.

Imagen 7. Preparación del excremielaje



5.11.7 Análisis químico: se tomó una muestra de 100 gramos, para ser examinado en el laboratorio con el fin de realizar el análisis proximal del excremielaje para determinar las nutrientes presentes en el alimento (calorías, carbohidratos, materia seca, humedad, cenizas, fibra cruda, grasa y proteína en base seca) y en qué cantidades se encontraron. (Imagen 8)

Este análisis cumplió un papel importante en la determinación del valor nutricional del alimento, en el control del cumplimiento de los parámetros exigidos por los organismos de la salud.

Así mismo se balanceara las dietas según las fases de levante y ceba.

Imagen 8. Muestra de 100 gramos para ser examinado en el laboratorio



5.11.8 Obtención y distribución de animales: de los 16 animales seleccionados para el estudio, 8 de ellos fueron prestados en la Institución Educativa San Luis Beltrán y los 8 faltantes fueron comprados. Donde se distribuyeron 4 cerdos por porqueriza (Imagen 9).

Imagen 9. Obtención y distribución de animales



5.11.9 Evaluación de la dieta: los animales se evaluaron durante 105 días las fases de levante y ceba hasta el sacrificio, según los requerimientos de los cerdos en función de proteína y energía.

Desde el momento del ingreso de los cerdos a las porquerizas, se le suministro las cantidades correspondientes de alimento comercial y alimento preparado según los tratamientos mencionados anteriormente, observando la reacción en cuanto al consumo de la dieta.

El alimento se suministró dos veces diarias con el fin de mejorar el consumo y la eficiencia del mismo por parte de los cerdos, también porque se recolectaba el estiércol diariamente y se aseaba los animales e instalaciones todos los días, revisando diariamente los comederos antes de suministrar el alimento del siguiente día, con el fin de ajustar consumo si fuese necesario.

Al iniciar el experimento, se pesaron todos los animales, esta actividad se realizó cada semanalmente en horarios de 7:00 am y 8:00 am, antes del suministro de la primera ración.

Imagen 10. Suministro de la dieta



5.11.10 costos: se determinó la relación costo-beneficio que se pudo obtener como consecuencia de la utilización de esta materia prima en la alimentación de cerdos, los costos fueron evaluados por tratamientos.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 VALOR NUTRICIONAL DEL EXCREMIELAJE Y ALIMENTO COMERCIAL

La porquinaza para el desarrollo del proyecto fue recolectada de cerdos de todas las fases productivas y tomada directamente de los corrales, antes de proceder a lavarlos.

El producto procesado, se sometió a un análisis bromatológico, el cual fue realizado en el laboratorio de nutrición animal de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sede Tunja, cuyos resultados se pueden observar. (Tabla 8). Anexo 1.

El alimento balanceado suministrado a los cerdos en este ensayo, corresponde al utilizado en las fases de levante, y ceba, según la casa comercial Solla. (Tabla 8).

Tabla 9. Análisis bromatológico del excremielaje y concentrado comercial

PARAMETRO	MUESTRA ¹	Concentrado Comercial ²
% Materia seca	85.54	87.0
% Humedad	16.46	13.0
% Cenizas	26.13	10.0
% Fibra cruda	8.08	6.0
% Grasa	11.86	3.0
% Proteína en base seca.	14.16	16

Fuente: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2015.

6.2. CONSUMO DE ALIMENTO

De acuerdo a lo planteado en el objetivo se utilizó el excremento como fuente de alimentación en cerdos, el alimento ofrecido para los cuatro tratamientos, se suministró diariamente ajustado a las tablas según las recomendaciones de la casa comercial, durante las etapas de levante y ceba, las dietas fueron distribuidas a lo largo del estudio, ajustando continuamente el consumo, pretendiendo que no existiera un déficit de alimento durante cada día de seguimiento. En la tabla 9 se observa la cantidad de alimento suministrado

Distribuidos los animales según los tratamientos, se observó que en el periodo de adaptación de la dieta (primera semana), no hubo rechazo del alimento en aquellos tratamientos donde se sustituyó el alimento comercial por el excremento. La dieta se ajustaba por periodos de siete días, siempre teniendo en cuenta los consumos para la fase productiva en que se encontraban los animales.

En la tabla 9 se observa que el consumo en base seca para todos los animales fue el mismo, por lo cual para esta variable no se aplicó diseño estadístico por obvias razones.

Tabla 10. Consumo alimento (kg) por semana.

CONSUMO DE ALIMENTO EN KG PROMEDIO ANIMAL/ SEMANA																		TOTAL
Tratamientos	Edad	84	91	98	105	112	119	126	133	140	147	154	161	168	175	182	189	
T0		9,8	10,5	11,2	11,9	12,6	13,3	14	14,7	15,4	16,1	16,8	17,5	18,2	18,9	19,6	20,3	240,8
T1		9,8	10,5	11,2	11,9	12,6	13,3	14	14,7	15,4	16,1	16,8	17,5	18,2	18,9	19,6	20,3	240,8
T2		9,8	10,5	11,2	11,9	12,6	13,3	14	14,7	15,4	16,1	16,8	17,5	18,2	18,9	19,6	20,3	240,8
T3		9,8	10,5	11,2	11,9	12,6	13,3	14	14,7	15,4	16,1	16,8	17,5	18,2	18,9	19,6	20,3	240,8
TOTAL		39,2	42	44,8	47,6	50,4	53,2	56	58,8	61,6	64,4	67,2	70	72,8	75,6	78,4	81,2	963,2

Así mismo teniendo en cuenta que el análisis bromatológico del producto utilizado (Excremielaje), arrojo un nivel de proteína del 14.16 % y contenido de materia seca de 85.54% el cual se ajusta bastante a los contenidos de estos nutrientes en los alimentos balanceados y a los requerimientos de los cerdos para las fases estudiadas. Solo se procedió a hacer la sustitución del alimento comercial por los porcentajes propuestos en los diferentes tratamientos.

El consumo promedio alcanzado en 105 días de ensayo fue de 2.29 Kg por animal día.

Imagen 11. Consumo de alimento



6.3. GANANCIA DE PESO DIARIO

La aceptación del excremielaje, se visualiza en el consumo y la aceptación del mismo por parte de los animales, que se traduce en un buen rendimiento diario, así las ganancias totales obtenidas durante los 105 días de duración de las fases de levante y ceba de los animales oscilo entre 51,75 kilogramos y 68,50 kilogramos, para el tratamiento T3, que corresponde a la dieta con 25% concentrado comercial y 75% Excremielaje, y el tratamiento T0 que corresponde al 100% concentrado comercial, respectivamente, lo cual traduce un rendimiento diario de 492,85 gramos para el tratamiento T3 y de 652, 38 gramos para el tratamiento T0. (Tabla 10)

Tabla 11. Peso promedio de cerdos en kg por tratamientos en 105 días

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	X
	I	II	III	IV		
T0	72,8	62,3	72,2	66,6	273,9	68,50
T1	56,4	53	53,4	58	220,8	55,2
T2	61	56	51	53	221	55,25
T3	51,5	47	52,5	56	207	51,75
TOTAL					922,7	57,68

Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA), encontrándose que se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) entre tratamientos, lo cual permite inferir, que las dietas producto del ensayo ofrecidas, estadísticamente difieren cuando se les compara con el grupo testigo, cuya dieta estuvo compuesta del alimento comercial balaceado. (Tabla 11).

Tabla 12. Análisis de varianza para la ganancia de peso.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD (gl)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA REQUERIDA	
					1%	5%
T/Tos	3	655.01	218.34	13.81	5,95	3,49
ERROR	12	189.59	15.80			
TOTAL	15	844.60				

Al efectuar la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS), con un valor de 6,89, se confirma la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. (Tabla 12)

Tabla 13. Prueba de diferencias mínimas significativas para ganancia de peso

TRATAMIENTOS	T3	T1	T2	T0
Ganancia de peso promedio	51,75	55,2	55,25	68.50
Diferencia entre medias	b	b	b	a
DMS	6,36			
CV	6,89			
Desviación estándar	3.97			

Es de apuntar que la proteína del excremielaje, y sus niveles de inclusión influyeron de manera positiva en la variable ganancia de peso, ya que estadísticamente no se observaron diferencias entre los mismos, siendo el de mejor comportamiento el grupo alimentado exclusivamente con concentrado

comercial, lo que supone una alternativa para reducir costos por concepto de alimentación en la especie porcina.

Imagen 12. Ganancia de peso diario



6.4. CONVERSION ALIMENTICIA

La variable índice de conversión (IC), es determinante cuando se desea conocer el comportamiento de un alimento ofrecido a una especie animal, y en este caso el producto excremielaje. Para el estudio la conversión total fue de 4.23 que es un índice bastante alto para las fases de levante y ceba, para la cual se espera un valor que varié entre 2.6 – 2.8. (Tabla 13)

Tabla 14. Conversión alimenticia por tratamiento en 105 días del ensayo

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				X
	I	II	III	IV	
T0	3,3	3,86	3,33	3,61	3,53
T1	4,26	4,54	4,5	4,15	4,36
T2	3,94	4,3	4,72	4,54	4,38
T3	4,67	5,12	4,58	4,3	4,67
TOTAL					4,235

En la tabla anterior y con un coeficiente de variación de 6.85%, se puede observar que esta variable se distribuyó en un rango entre 3.53 y 4.67 para los tratamientos T0 que corresponde al 100% concentrado comercial y el tratamiento T3 que corresponde a la dieta balanceada preparada con 25% concentrado comercial y 75% excremielaje, aún para el grupo al cual se le ofreció el alimento balanceado, el índice de conversión fue deficiente.

Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA), tabla 14, observándose que existen diferencias significativas entre las medias entre los Tratamientos para la variable conversión alimenticia.

Tabla 15. Análisis de varianza para la conversión alimenticia

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD (gl)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA REQUERIDA	
					1%	5%
T/Tos	3	2,9	0,9667	11,48	5,95	3,49
ERROR	12	1,01	0,0842			
TOTAL	15	3,91				

Al efectuar la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS), con un valor de 0.464, se confirma la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Se observa de manera clara que aquellos tratamientos en los cuales se incluyó el excremielaje en diferentes proporciones como parte de la dieta para cerdos en las fases de levante y ceba, tienen comportamiento estadístico similar, notándose diferencias de conversión entre el grupo alimentado con un alimento balanceado comercial y el grupo correspondiente al tratamiento T1. (Tabla 15)

Tabla 16. Prueba de diferencias mínimas significativas para la conversión alimenticia.

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3
Conversion alimenticia	3,53	4,36	4,38	4,67
Diferencia entre medias	b	ab	a	a
DMS	0,4641			
CV	6,85			
Desviacion estandar	0.29			

6.5 ANALISIS ECONOMICO

Es importante tener en cuenta que en todo sistema de producción la alimentación eficiente es una de las prácticas más importantes ya que de ella dependen no solo los rendimientos productivos, sino también la rentabilidad; La alimentación representa entre un 80 a un 85% de los costos totales de producción por tanto se considera necesario determinar los costos de producción de la dieta suministrada.

6.5.1 Costos de producción: los costos están establecidos de acuerdo al alimento preparado comparado con el concentrado comercial y las cantidades suministradas a cada tratamiento; A continuación se describen los elementos adquiridos durante la investigación y los costos correspondientes.

Tabla 17. Costos de construcción del cajón y galpón

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.TOTAL
MADERA	UD	12	5.000	60.000
TORNILLOS	UD	16	2.500	40.000
ALAMBRE	KL	4	2.700	10.800
POLISOMBRA	MT	4	5.000	20.000
PLASTICO	MT	16	2.000	32.000
CUERDA	MT	30	500	15.000
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION DE CAJON				177.800
MADERA	UD	11	2000	22000
PUNTILLAS	UD	70	25	3500
ALAMBRES	KL	5	2500	12500
PLASTICOS DOBLES	MT	6	6000	36000
MALLAS	MT	5	4000	20000
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION DE GALPON				94.000

Tabla 18. Costos de producción del excrementalaje (Bulto de 40 Kg)

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
REPILA DE ARROZ	BULTO(50KG)	14	800	11.200
MELAZA	KL	2	1.333	2.666
SAL MINERALIZADA	GR	600	600	600
MANO DE OBRA	GLOBAL			5.000
TOTAL				19.466

Tabla 19. Costos de producción de cerdos en etapa de levante y ceba con un alimento concentrado comercial en un periodo de 105 días de estudio.

TRATAMIENTO T0 (100% CONCENTRADO COMERCIAL)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.TOTAL
CERDOS	UD	4	150.000	600.000
CONCENTRADO COMERCIAL	BULTO(40KG)	24,08	48.000	1.155.840
AGUA Y ENERGÍA	GLOBAL	0	0	24.000
MANO DE OBRA				
ALISTAMIENTO DE PORQUERIZAS	JORNAL	¼	15.000	3.750
RECEPCIÓN DE CERDOS	JORNAL	¼	15.000	3.750
SUMINISTRO DE ALIMENTO	JORNAL	½	15.000	7.500
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	JORNAL	½	15.000	7.500
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION TRATAMIENTO T0				1.802.340

Tabla 20. Costos de producción de cerdos en etapa de levante y ceba alimentados con 75% de concentrado comercial y 25% de excremielaje, en un periodo de 105 días de estudio.

TRATAMIENTO T1 (75% DE CONCENTRADO COMERCIAL Y 25% DE EXCREMIELAJE)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.TOTAL
CERDOS	UD	4	150.000	600.000
CONCENTRADO COMERCIAL	BULTO(40KG)	18,06	48.000	866.880
EXCREMIELAJE	BULTO(40KG)	6,02	19.466	117.185
AGUA Y ENERGÍA	GLOBAL	0	0	24.000
MANO DE OBRA				
ALISTAMIENTO DE PORQUERIZAS	JORNAL	¼	15.000	3.750
RECEPCIÓN DE CERDOS	JORNAL	¼	15.000	3.750
SUMINISTRO DE ALIMENTO	JORNAL	½	15.000	7.500
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	JORNAL	½	15.000	7.500
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION TRATAMIENTO T1				1.630.565

Tabla 21. Costos de producción de cerdos en etapa de levante y ceba alimentados con 50% de concentrado comercial y 50% de excremielaje, en un periodo de 105 días de estudio.

TRATAMIENTO T2 (50% DE CONCENTRADO COMERCIAL Y 50% DE EXCREMIELAJE)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.TOTAL
CERDOS	UD	4	150.000	600.000
CONCENTRADO COMERCIAL	BULTO(40KG)	12,04	48.000	577.920
EXCREMIELAJE	BULTO(40KG)	12,04	19.466	234.370
AGUA Y ENERGÍA	GLOBAL	0	0	24.000
MANO DE OBRA				
ALISTAMIENTO DE PORQUERIZAS	JORNAL	¼	15.000	3.750
RECEPCIÓN DE CERDOS	JORNAL	¼	15.000	3.750
SUMINISTRO DE ALIMENTO	JORNAL	½	15.000	7.500
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	JORNAL	½	15.000	7.500
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION TRATAMIENTO T2				1.458.790

Tabla 22. Costos de producción de cerdos en etapa de levante y ceba alimentados con 25% de concentrado comercial y 75% de excremielaje, en un periodo de 105 días de estudio.

TRATAMIENTO T3 (25% DE CONCENTRADO COMERCIAL Y 75% DE EXCREMIELAJE)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR.TOTAL
CERDOS	UD	4	150.000	600.000
CONCENTRADO COMERCIAL	BULTO(40KG)	6,02	48.000	288.960
EXCREMIELAJE	BULTO(40KG)	18,06	19.466	351.555
AGUA Y ENERGÍA	GLOBAL	0	0	24.000
MANO DE OBRA				
ALISTAMIENTO DE PORQUERIZAS	JORNAL	¼	15.000	3.750
RECEPCIÓN DE CERDOS	JORNAL	¼	15.000	3.750
SUMINISTRO DE ALIMENTO	JORNAL	½	15.000	7.500
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	JORNAL	½	15.000	7.500
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION TRATAMIENTO T3				1.287.015

Teniendo en cuenta que los costos de producción de cerdos en etapa de levante y ceba están representados en la alimentación, se determinó, cuál era su valor,

según los costos de producción totales encontrados para cada uno de los tratamientos.

Se observó que el tratamiento T3, correspondiente al grupo en el cuál se suministró el excremielaje en un 75%, los costos por concepto de alimento fue el de menor valor alcanzando costos de \$ 1.287.015 en comparación del tratamiento T0, que presentó mayor valor alcanzando costos de \$ 1.802.340 en el cual se suministró concentrado comercial.

6.5.2 Ingresos totales obtenidos: para determinar esta variable se tuvo en cuenta el peso vivo obtenido y el costo de un kilogramo de la misma en el mercado.

Tabla 23. Ingresos económicos obtenidos al final del ciclo productivo en un periodo de 105 días de estudio

TRATAMIENTOS	PESO VIVO (KG)	VALOR DE VENTA (KG) (\$)	INGRESOS TOTALES (\$)
T0	273.9	7000	1.917.300
T1	220.8	7000	1.545.600
T2	221	7000	1.547.000
T3	207	7000	1.449.000

6.5.3 Utilidad neta: para determinar la utilidad neta se halló la diferencia entre el ingreso total y el costo total de producción.

Tabla 24. Utilidad neta obtenida en la producción de cerdos en etapa de levante y ceba en un periodo de 105 días de estudio.

TRATAMIENTOS	INGRESO TOTAL (\$)	COSTO TOTAL DE PRODUCCION (\$)	UTILIDAD NETA (\$)
T0	1.917.300	1.802.340	114.960
T1	1.545.600	1.630.565	-84.965
T2	1.547.000	1.458.790	88.210
T3	1.449.000	1.287.015	161.985

6.5.4 Rentabilidad: para su determinación se empleó el valor obtenido de utilidad neta dividido en el costo total de producción, luego se multiplicó por 100. Los resultados se muestran en el cuadro 24.

Tabla 25. Rentabilidad obtenida en la producción de cerdos en etapa de levante y ceba en un periodo de 105 días de estudio.

TRATAMIENTOS	RENTABILIDAD %
T0	6.38
T1	-5.21
T2	6.05
T3	12.6

Se demuestra que la rentabilidad obtenida para el tratamiento en el que se suministró el mayor contenido del alimento preparado fue del 12.6% que correspondió al tratamiento T3, siendo el de mejor comportamiento, El tratamiento T1, en el cual se suministró 75% de concentrado y 25% del preparado, arrojó una rentabilidad negativa, se aduce que este comportamiento se debe a los costos altos del alimento balanceado comercial.

Si bien el tratamiento en el cual se sustituyó el alimento balanceado en proporciones del 50%, su rentabilidad es menor, cuando se le compara con el grupo testigo no deja de ser significativa y representa una opción a la hora de tomar decisiones.

Lo que se hace ver es que cuando se trabaja con el alimento concentrado comercial, la rentabilidad es menor, si bien se puede sostener cierta rentabilidad, y no incurrir en pérdidas económicas, es necesario contemplar las alternativas propuestas en esta investigación.

7. CONCLUSIONES

El manejo óptimo de excretas hace que la actividad porcícola se desarrolle como un sistema de producción menos contaminante, partiendo de la reutilización de los desechos que se producen en este tipo de explotaciones.

Los tratamientos en los que se incluyó el excremielaje en diferentes proporciones, contribuyeron a ahorros significativos, con respecto al costo de alimento y rentabilidad, cuando se le compara con el grupo testigo (alimento balanceado), sin embargo los rendimientos productivos fueron inferiores, lo cual indica que se requiere un mayor número de días en ceba para alcanzar el peso vivo ideal para el sacrificio.

La inclusión del excremielaje en niveles crecientes de sustitución en la dieta de cerdos en las fases de levante y ceba, mantuvieron rendimientos diarios de ganancia de peso muy similares, que oscilaron entre 526 y 496 gramos animal/día para los tratamientos T2 y T3 respectivamente, lo cual determino para el estudio que el nivel de inclusión no afecto el rendimiento productivo.

Los cerdos del tratamiento T0 que consumieron concentrado comercial presentaron mayores ganancias de peso y mejor conversión alimenticia que los demás tratamientos (alimentados con excremielaje), pero desde el punto de vista económico demostró un bajo nivel de utilidad neta y rentabilidad.

La utilización del excremielaje como suplemento en la dieta constituye una excelente alternativa para la alimentación de cerdos en las etapas de levante y ceba, ya que este producto contiene ingredientes aprovechables por esta especie animal.

8. RECOMENDACIONES

Desarrollar nuevos proyectos de alimentación a través de la formulación, ejecución y participación en programas integrales de producción, donde se obtengan buenos índices de rentabilidad y sostenibilidad para las empresas pecuarias.

Los resultados obtenidos mediante la utilización del producto en la dieta animal, hace necesario investigar en nuevas alternativas alimenticias que se producen en el medio y descubrir su valor nutricional y beneficios para el productor.

El productor de una explotación porcícola, debe tener en cuenta los costos de alimentación ya que su participación es alta con respecto a los demás costos, por lo cual debe buscar fuentes alternas en este aspecto, pero con la misma disponibilidad de nutrientes que un alimento balanceado para esta especie, con contenidos aceptables de nutrientes lo cual le permita obtener rentabilidades óptimas en su explotación.

BIBLIOGRAFIA

CARDENAS VILLARRAGA, Gabriel y GUZMÁN RODRÍGUEZ, Cesar. Utilización de excretas fermentadas de cerdo en la alimentación de ovinos. [Online] Bogotá: Fundación Universitaria Agraria de Colombia, 1997. 2p. [Consultado en julio 2015] Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos82/utilizacion-excretas-fermentadas-cerdo/utilizacion-excretas-fermentadas-cerdo2.shtml>

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE. Decreto 948. (05, junio, 1995). Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1995. no. 41876. p. 1-12.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE. Decreto 1713. (06, agosto, 2002). Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos". Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2002. no. 44893. p. 1-6.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 373. (06, junio, 1997). por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Bogotá D.C.: El Congreso, 1997. 2p.

FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL. Salvado de arroz blanco. [Online] Barcelona, España: FEDNA, 2015. 1p. [Consultado en julio 2015] Disponible en: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/salvado-de-arroz-blanco-14-ee

FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL. Melaza. [Online] Barcelona, España: FEDNA, 2015. 1p. [Consultado en julio 2015] Disponible en: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/melazas-de-ca%C3%B1a

GARCÍA CONTRERAS, A.C.; [...y otros]. Alimentación práctica del cerdo. [Online] En: Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 2012. vol.6. no.1. 21p.

HEREDIA CRUZ, María Regina. Utilización de cerdaza en dietas de levante para terneros pos destete. [Online] Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano de Honduras, 2012. 3p. [Consultado en agosto 2015] Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1256/1/T3298.pdf>


LY, Julio. Uso de excretas en sistemas integrados de producción animal. [Online] La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones Porcinas, 2014. 75p. [Consultado en agosto 2015] Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/eventos/viii_encuentro_monogastricos/curso_alimentacion_no_convencional/conferencia-7.pdf

MENDOZA CASTRO, Rafael. Fermentación de las excretas porcinas y su reciclaje en la alimentación de cerdos. [Online] En: Revista Colombiana Ciencias Pecuarias, 2001. Vol. 14. 46p.

SOCIEDAD DE AGRICULTORES DE COLOMBIA Y ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE PORCICULTORES. Guía ambiental para el subsector porcícola. [Online] Bogotá: Asociación Colombiana de Porcicultores, 2002. 26p. [Consultado en julio 2015] Disponible en: http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/AGRICOLA%20Y%20PECUARIO/Gu%C3%ADa%20Ambiental%20para%20el%20subsector%20Porc%C3%ADcola.pdf

ANEXOS

Anexo A. Reporte de resultados de análisis.





UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y
TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

Edificando futuro

LABORATORIO DE ANALISIS DE ALIMENTOS	NORMA: RNE-001
	Hoja 1 De 1

REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS PROXIMAL

RRA-19

FECHA: 26 de noviembre de 2014

SOLICITANTE: Sara Pinzón C.C. No. 1.096.948.918 Cel.: 3124327191

MUESTRA 1: Mezcla Nutricional

OBJETO: Determinación Bromatológica


PARAMETRO	Muestra 01	MÉTODO
% CALORÍAS (Kcal/100 g)	264.62	Cálculo
% CARBOHIDRATOS	25.31	Diferencia
% MATERIA SECA	85.54	Diferencia
% HUMEDAD	14.46	Gravimétrico
% CENIZAS	26.13	Gravimétrico
% FIBRA CRUDA	8.08	Gravimétrico
% GRASA	11.86	Gravimétrico
% PROTEINA EN BASE SECA (F= 6.25)	14.16	Kjeldahl

Nota: Los resultados dependen de los días de conservación de la mezcla nutricional y los porcentajes de inclusión de los ingredientes.



MARÍA DEL CARMEN CAMARGO JIMÉNEZ
QUÍMICO DE ALIMENTOS
Matricula Profesional No. PQA-0424
U. P. T. C .Tunja

Modificación N°	Fecha	Edición N° 01
Elaboró: 	Revisó:	Aprobó:
		Fecha:





www.uptc.edu.co

Avenida Central del Norte - PBX 7422175/76 - Tunja