

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**“EVALUACIÓN DE TRES (3) FORMAS PARA LA
FERMENTACIÓN DE CERDAZA (CERDAZA – CERDAZA
CON MELAZA – CERDAZA CON FORRAJE Y MELAZA)”**

ALVARO IVÁN AVALOS CAMBRANES

Licenciado en Zootecnia

GUATEMALA, ABRIL DE 2014.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**“EVALUACIÓN DE TRES (3) FORMAS PARA LA FERMENTACIÓN
DE CERDAZA (CERDAZA – CERDAZA CON MELAZA – CERDAZA
CON FORRAJE Y MELAZA)”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

ALVARO IVÁN AVALOS CAMBRANES

Al conferírsele el título profesional de

Zootecnista

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, ABRIL DE 2014.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	MSc Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya de Romillo
VOCAL I:	Lic. Zoot. Sergio Amilcar Dávila Hidalgo
VOCAL II:	M.V MSc. Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III:	M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV:	Br. Javier Augusto Castro Vásquez
VOCAL V:	Br. Juan René Fuentes López

ASESORES

LIC. ZOOT. MIGUEL ÁNGEL RODENAS ARGUETA

LIC. ZOOT. HUGO SEBASTIAN PEÑATE MOGUEL

LICDA.QB RITA CORALIA PÉREZ DE LÓPEZ

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

“EVALUACIÓN DE TRES (3) FORMAS PARA LA FERMENTACIÓN DE CERDAZA (CERDAZA – CERDAZA CON MELAZA – CERDAZA CON FORRAJE Y MELAZA)”

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título profesional de:

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

TESIS QUE DEDICO

- A Dios:** Por brindarme sabiduría, inteligencia y fuerza para alcanzar ésta meta.
- A mis Padres:** Oscar Lorenzo y Lesbia Haydee. Por darme la vida, enseñarme a luchar hasta el final y no dudar de mi. Por todo el esfuerzo que han hecho por mí y ser un orgullo para ustedes. Lo logre...
- A mis hermanos:** Oscar Alejandro y Josué Estuardo. Por el amor, y el apoyo, gracias por lo buenos ejemplos hasta el día de hoy.
- A mis sobrinas y sobrinos:** Valentina Alejandra, Isabela María, Daniel André, Iván Estuardo, Josué Javier. Son la luz, alegría y amor en mi vida.
- A mis Abuelos:** Mamarta - Q.E.P.D.
Papacruz - Q.E.P.D.
Anita - Q.E.P.D.
Oscar - Q.E.P.D.
Gracias por sus consejos y cariño incondicional, aunque no estén conmigo yo se que están orgullosos de mi. Gracias mi papacruz.

AGRADECIMIENTOS

- A** Mis cuñadas Evelyn Urizar y Mildred Morales por formar parte de mi familia.
- A** Mis primos Vinicio y Erick Rosales por estar a mi lado, por su apoyo y por ser un ejemplo a seguir, son como mis hermanos.
- A** Luis Gómez (Wichin), Carlitos Taylor, Samuel Pereda, Gerardo Toledo, Ligia Jacobo y Cesar Dávila. Por su amistad y apoyo incondicional hasta el día de hoy, mil gracias.
- A** Mis amigos de la universidad que de una u otra forma me apoyaron a lograr alcanzar esta meta.
- A** La Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por ser mi centro y casa de estudios.
- A** Mis asesores Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta, Licda. Rita Pérez de López y Lic. Zoot. Hugo Sebastián Peñate Moguel, por su valiosa colaboración y paciencia en la asesoría de la presente investigación.
- A** Todas aquellas personas, que en el transcurso de mi vida y carrera me han enriquecido con su amistad y sabiduría.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	01
II.	HIPÓTESIS	03
III.	OBJETIVOS	04
	3.1 General	04
	3.2 Específicos	04
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	05
	4.1 Generalidades de la cerdaza	05
	4.2 Métodos de obtención de la cerdaza	07
	4.2.1 Método manual	07
	4.2.2 Método mecánico	07
	4.3 Características de la cerdaza	08
	4.4 Composición química de la cerdaza	08
	4.4.1 Minerales	10
	4.4.2 Vitaminas	11
	4.4.3 Aminoácidos	11
	4.4.4 Microorganismos patógenos	11
	4.5 Producción de cerdaza	12
	4.6 Impacto ambiental	13
	4.7 Estudios realizados	14
	4.8 Procesamiento de la cerdaza	16
	4.8.1 Deshidratado	16
	4.8.2 Tratamiento químico	17
	4.8.3 Ensilaje	17
	4.8.4 Separación de líquidos y sólidos	18

V.	MATERIALES Y MÉTODOS	19
5.1	Localización del experimento	19
5.2	Materiales e insumos	19
5.3	Tratamientos evaluados	20
5.4	Duración del estudio	20
5.5	Manejo del estudio	20
5.6	Variables evaluadas	23
5.7	Diseño experimental utilizado	24
5.8	Modelo estadístico	24
5.9	Análisis estadístico	24
5.10	Análisis económico	24
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
VII.	CONCLUSIONES	32
VIII.	RECOMENDACIONES	33
IX.	RESUMEN	34
	SUMMARY	35
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 01

Composición bromatológica de la cerdaza09

Cuadro No. 02

Composición Química de cerdaza de diferentes etapas productivas, cerdaza compuesta y obtenida del separador10

Cuadro No. 03

Cantidades esperadas de cerdaza en relación con otras especies animales, expresadas en kg/ animal/ día13

Cuadro No. 04

Se presenta la información sobre la producción de heces y orina de acuerdo a la etapa del cerdo13

Cuadro No. 05

Tratamientos evaluados20

Cuadro No. 06

Cuadro de costos para la elaboración de cada tratamiento25

Cuadro No. 07

Cuadro de comparación de promedios dentro de cada tratamiento antes y después del procesos de fermentación25

Cuadro No. 08

Cuadro comparativo de promedios de la temperatura y pH antes y después del proceso de fermentación**28**

Cuadro No. 09

Cuadro comparativo de promedios dentro de cada tratamiento antes y después del proceso de fermentación, al realizar la prueba de t de Student**30**

Cuadro No. 10

Cuadro comparativo de resultados del pH y temperatura antes y después del proceso de fermentación, al realizar la prueba de t de Student**30**

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala uno de los problemas que presentan las granjas porcinas, es la gran cantidad de excretas mal manejadas, así como el no saber aprovecharlas y manejarlas para poder transformarlas y suministrarlas como alimento a los animales. Una de las alternativas de solución es la conservación de este material en silos, la cual consiste en la conservación de la cerdaza a través de un proceso de fermentación.

Según la Encuesta Nacional Agropecuaria (INE, 2006), en el año 2006 el número de granjas porcinas a nivel nacional se estimó en 424,325, así como la existencia de 1,477,544 cabezas de porcinos. Además se calcula que un 60% de cerdos aún se crían de forma casera, en patio o tipo familiar (Congreso de porcicultura, 2003).

En Guatemala existen pocas experiencias en las que científicamente se haya evaluado la utilización de la cerdaza, desconociéndose de alguna manera su uso y efecto en el campo de la alimentación animal. Los bovinos pueden utilizar algunos nutrimentos presentes en la cerdaza que no pueden aprovechar los cerdos, por lo que su utilización puede ser una alternativa de baja inversión para el ganadero, coadyuvando a mejorar la actividad del sector pecuario.

Las excretas animales son una fuente potencial importante de alimento para los animales rumiantes, su uso puede reducir los costos de alimentación y disminuir la contaminación ambiental. El ensilaje ha sido un método adecuado para reciclar las excretas en la alimentación animal.

El hecho de ensilar la cerdaza, puede traer beneficios tales como el estímulo del 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. La finalidad es transformar una parte de los carbohidratos solubles (aproximadamente 8%) en ácidos grasos, lo que favorece el consumo y posterior digestión del producto final.

Un punto importante es que el ensilado de cerdaza es un ingrediente generado en la misma granja, y es necesario considerarlo como tal e incluirlo en la dieta, este no sustituirá a ningún otro, por lo que es importante también determinar su calidad nutricional para poder integrarlo en la dieta de los animales; Este ingrediente se debe incorporar mezclándolo con los demás componentes para hacer una dieta integral.

II. HIPÓTESIS

No existe diferencia en sus características Físico-Químicas, al comparar tres formas de fermentación de cerdaza (cerdaza pura, cerdaza con melaza y cerdaza con forraje y melaza).

III. OBJETIVOS

3.1 General

- Generar información sobre el manejo de desechos sólidos en granjas de porcinos.

3.2 Específicos

- Determinar la calidad del material ensilado después de los procesos de fermentación (cerdaza, cerdaza con melaza y cerdaza con forraje y melaza) en términos de Materia Seca (%MS), Proteína Cruda (%PC), Extracto Etéreo (%EE), Fibra Cruda (%FC) y pH.
- Evaluar una alternativa para el manejo de los desechos sólidos en granjas.
- Determinar los costos en la elaboración de cada uno de los tratamientos.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Generalidades de la Cerdaza

Las excretas animales las consideraremos como el material fecal, la orina, desperdicios de alimentos, agua de bebida y de limpieza, polvo, así como pelos y descamaciones corporales. En cuanto a los productos de excretas, pueden inscribirse en esta denominación todos aquellos sólidos provenientes de el procesamiento de excretas animales, tales como licores de lagunas de oxidación, sólidos residuales de filtraciones y excretas fermentadas por diferentes vías, entre otras designaciones (Salcedo et al 1995).

Una posibilidad de poder reducir el impacto negativo, tanto económico como ambiental de los sistemas de producción animal, es la alimentación de ganado rumiante a partir de subproductos no convencionales, como la cerdaza lo que nos permitiría disminuir los costos de producción hasta un 50%, debido a que la cerdaza contiene nutrientes, que pueden ser utilizados en la alimentación de los rumiantes (García R. 2000). Se sabe que la flora ruminal de los bovinos producen enzimas capaces de degradar los forrajes fibrosos y aprovechar el nitrógeno no proteico, lo cual hace al ganado bovino un modelo biológico con capacidad, para reciclar la cerdaza (García R. 2000).

Se ha demostrado que la cerdaza, es una fuente valiosa de proteína y energía para los rumiantes, porque contiene un alto contenido de fósforo y otros minerales. Sin embargo, a la alimentación de ganado bovino con cerdaza se le ha dado poca importancia, debido a la escasa preocupación de conservar el ambiente, la dificultad en su manejo y el costo del procesamiento (García R. 2000).

La cerdaza contiene entre el 5 y el 30% de la energía bruta, además contienen más del 90% de los minerales, entre 18 y 30% de proteína cruda y 75% del nitrógeno del alimento. En cuanto a contenido de aminoácidos hay estudios que indican que el estiércol es rico en lisina y otros aminoácidos esenciales (treonina y metionina) con un perfil similar al del pasto de soya. (Cabrera, G. 2006)

Por otra parte, (Müller 1984) ha hecho énfasis en que la estrategia que subyace en el uso de las excretas como alimento animal radica en el abaratamiento del costo de producción, fundamentalmente en la ganadería, debido a que entre el 60 y el 90% del costo total de producción lo constituye el costo de alimentación.

Es posible que la mayor dificultad en la elaboración de los silos, sería la necesidad de mecanizar la recolección de las excretas en granjas donde la crianza de cerdos sea en gran escala, ya que siempre se hace necesario eliminar los riesgos de contaminación, fundamentalmente por la posibilidad que las excretas contengan residuos de sustancias indeseables o tóxicas que pudieran reintroducirse en el sistema (Müller 1984).

La elaboración de este tipo de material demanda baja infraestructura y tecnología, además de requerir poca energía para su procesamiento y coadyuvar en la disminución de los costos de producción por concepto de alimentación. Las excretas porcinas poseen valor como insumo alimenticio por su contenido de minerales, fibra cruda (FC), proteína cruda (PC) y extracto etéreo (EE) (Müller 1984).

Otra de las ventajas es que son inherentes a las excretas de los animales, visto de una forma general, evidentemente, están disponibles todo el tiempo en la granja, no están sujetas directamente a fluctuaciones de precios en el mercado,

porque usualmente no tienen valor monetario, y no requieren ningún esfuerzo agronómico para obtenerlas. Debe señalarse también que es obvio que este tipo de alimentación carece de competencia entre animales y el hombre por los mismos alimentos. (García R. 2000)

4.2 Métodos de obtención de la cerdaza

4.2.1 Método manual

Es el más sencillo y de menos inversión, pero se involucra un alto costo de mano de obra. Este método puede ser tan simple como la recolección directa del corral, mediante el uso de una pala, como la de llevar las excretas a un lugar de recolección donde se separa la parte líquida de la sólida por el método de decantación, y donde se recolecta la parte sólida para luego suministrarla al ganado. El problema de este método es que pueden perderse nutrientes por volatilización o filtración. (Campabadal, 1,995)

Este método puede ser eficiente en pequeñas explotaciones, donde el mismo propietario de la granja puede realizar todas las labores.

4.2.2 Método mecánico

Es un método complicado y que involucra una mayor inversión de capital pero tiene la ventaja que necesita menos mano de obra, puede reducir el volumen de las excretas hasta en un 50% y es un producto de fácil manejo y suministro al ganado. Existe una gran variedad de separadores de sólidos que van desde prensas hidráulicas, tornillos extrusores, hasta separadores de sólidos de tipo cascada. Con este método el material se estabiliza más fácil, el producto obtenido

es bastante inodoro y existe una menor pérdida de nutrimentos, aunque no controla agentes patógenos. (Campabadal, 1,995)

Estos sistemas por la alta inversión económica, se recomienda en porquerizas mayores de 100 vientres, donde existe una alta producción de excretas. (Muehling 1,993 citado por Campabadal 1,995)

4.3 Características de la cerdaza

La cerdaza generada por los sistemas intensivos de producción, lo constituyen una mezcla de heces, orina, alimento parcialmente descompuesto, desperdicios de alimento, agua, secreciones, microbios intestinales y metabolitos finales de la digestión, ricos en proteína cruda (15 al 30%), especialmente en nitrógeno no proteico en forma de urea (García R. 2000).

Las excretas de los animales difieren en la composición química, forma física y cantidad producida. Algunos de los factores implicados en la variación lo manifiestan la diferencia fisiológica digestiva, la composición de la dieta, etapa de crecimiento y productividad de los animales, además del método de colecta, tratamiento y almacenamiento de la cerdaza (García R. 2000).

4.4 Composición química de la cerdaza

La composición química de la cerdaza depende de las proporciones de los distintos ingredientes de la dieta y de su respectivo contenido de nutrimentos, algunos aditivos como las enzimas, del procesamiento del alimento y la cantidad del mismo consumido; así como de la disponibilidad de aminoácidos y de minerales. Al ser clasificados los cerdos por edades productivas se ha encontrado que el N y la grasa, disminuyen en animales de mayor peso corporal; la fibra y el

contenido de cenizas aumentan, dependiendo de la alimentación y la digestibilidad del alimento. (García R. 2000).

Se han realizado análisis para conocer la composición de la cerdaza y el grado de variabilidad que ésta presenta, evaluada bromatológicamente, por lo cual en el cuadro 1 se presentan varios análisis sobre el contenido de nutrientes de la misma.

Como se puede observar, existe variabilidad en la calidad de la cerdaza, lo cual según Campabadal (1995), se debe a varios factores que se explican a continuación (Cuadro 2).

Cuadro No. 1

Composición bromatológica de la cerdaza. (Revista Agricultura).

Fuente	Materia Seca	Proteína Cruda	Fibra Cruda	Extracto Etéreo	Ceniza	ELN	Calcio
1	92.00	15.50	8.50	1.15	19.00	55.85	-- -- --
1	89.97	11.17	24.51	4.65	4.50	55.17	1.57
1	90.28	8.58	28.20	1.90	8.21	53.11	1.70
1	86.00	12.00	24.00	3.00	5.00	56.00	-- -- --
2	34.25	12.76	25.88	4.30	5.17	51.89	-- -- --
2	89.70	11.20	23.94	3.80	4.42	56.64	-- -- --
2	91.32	9.80	22.80	1.55	4.58	61.27	1.00
3	77.07	11.62	11.70	3.47	10.40	62.81	-- -- --
Promedio	81.32	11.68	11.58	2.98	7.66	56.59	1.42

1. Laboratorio de Bromatología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. USAC.

2. Alimento para animales, S.A. (ALIANZA).

3. Campabadal (1994).

Cuadro No. 2

Composición Química de Cerdaza de Diferentes Etapas Productivas, Cerdaza Compuesta y Obtenida del Separador (base seca)*.

NUTRIENTE										
Etapa Productiva	Humedad %	Proteína Cruda %	Extracto Etéreo %	Cenizas %	FND %	FAD %	CNE %	Calcio %	Fósforo %	Cobre mg/kg
Inicio	80.51	26.92	7.10	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	3.396	0.21	445.04
Engorde	78.55	23.38	6.74 d	16.44	37.04	11.35	18.24	2.96	0.22	427.64
Gestante	80.73	16.49	3.85	20.34	40.20	15.54	19.11	3.93	0.29	725.30
Lactante	72.5	15.80	8.64	20.08	30.65	11.79	16.22	5.01	0.27	920.60.
Compuesta	72.10	18.75	10.90	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			
*Excretas provenientes de animales alimentados con una dieta a base de maíz y soya										
Fuente: Camacho 1,998										

Fuente García R. 2000

4.4.1 Minerales

Los minerales son compuestos inorgánicos necesarios para las diferentes funciones en la reproducción de los animales, las cuales provienen de los ingredientes de la ración o de suplementos minerales. Se ha encontrado que la cerdaza contiene más del 90% de los minerales del alimento, nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), sodio (Na), calcio (Ca), magnesio (Mg), manganeso (Mn), hierro (Fe), zinc (Zn) y cobre (Cu), entre otros elementos, útiles como fuente de alimento (García R. 2000).

La cerdaza con frecuencia contiene altas concentraciones de Cu y Zn comparado con estiércoles de otras especies, debido a que el Cu se adiciona a las raciones, con el fin de aumentar la ganancia de peso y la conversión alimenticia de

los cerdos de engorde. Asimismo el Zn se utiliza para contrarrestar el potencial de toxicidad de Cu (García R. 2000).

Se estima que el cerdo tiene una tasa de excreción del 38 al 52% del N consumido dependiendo de la dieta. El N excretado en las heces se origina del alimento, fuentes endógenas y células bacterianas. El N que proviene del alimento no digerido y el N endógeno se excretan principalmente como proteína verdadera (aminoácidos), el nitrógeno bacteriano (15 al 20%) se encuentra en forma de ácidos nucleicos y el nitrógeno que contiene la orina se excreta en forma de orina (García R. 2000).

4.4.2 Vitaminas

Hasta la fecha se dispone de muy poca información acerca del contenido de vitaminas en la cerdaza; solo se mencionan 1660 UI (Unidades Internacionales) de vitamina A (García R. 2000).

4.4.3 Aminoácidos

El análisis de aminoácidos (aa) indica que las excretas son ricas en lisina, leucina, treonina y otros aminoácidos esenciales y que posiblemente, el contenido de aminoácidos en la cerdaza está influenciado por el tipo de dieta suministrada a los cerdos; así como por el tratamiento al que es sometida (García R. 2000).

4.4.4 Microorganismos patógenos

La mayor preocupación que tiene salud pública, por el uso de la cerdaza en la alimentación animal, se debe a la posible transmisión de bacterias patógenas a los humanos, a través de la manipulación de las mismas y en la carne de los

animales que las consumen. Las excretas de los animales contienen diversos microorganismos patógenos perjudiciales a la salud humana y animal, algunos son: *Salmonella spp.* - *Bacillus anthracis* - *Mycobacterium spp.* - *Brucilla spp.* - *Rickettsia spp.*, además de otros patógenos como *Leptospira monocytogenes* - *Yersenia enterocolitica* - *Clostridium perfringens* y *Klebsiella spp.* (García R. 2000).

Las enterobacterias son los microorganismos mas dominantes al haber sido eliminadas del tracto digestivo de los cerdos, en donde el nivel de algunos otros microorganismos como los estreptococos, estafilococos, hongos y levaduras permanece casi constante hasta el séptimo día. Estos microorganismos pueden ser transmitidos por zoonosis o a través del suministro de alimento y agua, y el asumir que una granja se encuentre libre de uno o de todos los microorganismos mencionados es de alto riesgo (García R. 2000).

4.5 Producción de cerdaza.

La producción diaria de cerdaza varía en función del tipo y talla del animal (Cuadro 3), así como del alimento, la temperatura y humedad de la cama en caso de ser utilizada; además el agua que se desperdicia en el lavado de los corrales y de los bebederos. La cantidad y las características se expresan usualmente en términos de peso o volumen por unidad de peso vivo y se refieren a la producción de cerdaza fresca, además de la orina (García R. 2000) (Cuadro 4).

En la década del 70 se estimó que la cantidad de cerdaza producida por los cerdos en períodos de crecimiento-finalización era del 5 al 8% de su peso vivo por día, del cual, entre el 10 y el 15% es materia seca (MS). Se estima que por cada 100 kg. de peso vivo, la producción de cerdaza en las granjas es de 0.5 a 0.8 kg. al día en base seca. Otro estudio menciona que cerdos de 90 kg. de peso corporal producen 7 kg. de cerdaza fresca por día (García R. 2000).

Cuadro No. 3.

Cantidades esperadas de cerdaza en relación con otras especies animales, expresados en kg/ animal/día.

Especie	Heces		Orina		Heces-orina	
	MS	BH	MS	BH	MS	BH
Pollo 1 kg. PC	-- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.025	0.08
Gallina	-- -- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.03	0.15
Cerdo 80 kg PC	0.6	2.5	0.06	3	0.66	5.5
Toro 300 kg PC	2	10	0.3	10	2.3	20
Vaca 550 kg PC	3.5	20	0.5	15	4	35

Fuente García R. 2000

PC: Peso Corporal, MS: Materia Seca BH: Base Húmeda

Cuadro No. 4

Se presenta la información sobre la producción de heces y orina de acuerdo a la etapa del cerdo.

Clase	Tamaño Kg.	Kg / Día	% de Humedad
Lechón	16	1.04	91
Cerdo Crecimiento	30	1.9	91
Cerdo Engorde	68	4.4	91
Cerdo Finalización	90	5.9	91
Cerdo Gestación	125	4.0	91
Cerda y Camada	170	15.0	91
Verracos	160	5.00	91

García R. 2000

4.6 Impacto ambiental

El problema ambiental se genera y manifiesta en los sistemas intensivos de producción altamente especializados donde existe alta concentración de animales, una indeseable ubicación de las granjas por el crecimiento de las zonas urbanas y falta de terreno para un adecuado tratamiento de las aguas residuales. También existen problemas interinstitucionales los cuales se refieren al conjunto de

problemas administrativos, legales y normativos que no solo complican sino que impiden la solución del problema ambiental (vacío en las normas ambientales, evasión de los procedimientos en el tratamiento de los desechos animales, etc.).

Se comprobó a través de pruebas microbiológicas, la toxicidad de varias excretas animales, las cuales colocan en primer lugar a la de las aves como el más contaminante, seguido por la de cerdo, ovino, equino y bovino. De tal manera la cerdaza, que se genera hoy en día y su alto potencial para contaminar el aire, agua y suelo, puede ser el mayor obstáculo en el desarrollo futuro de este tipo de granjas, si el impacto sobre el ambiente no es manejado de forma eficiente y controlado (García Rodríguez, A. 2000). Por lo descrito anteriormente, los porcicultores y otros productores en la industria pecuaria deben preocuparse por la contaminación ambiental proveniente de los desechos producidos por los animales explotados comercialmente.

La principal preocupación sobre el nitrógeno en el estiércol, se debe a que contamina el agua que beben para los animales y humanos, pero también causa intoxicación por amoníaco en peces. Por otro lado, la principal preocupación por la contaminación por fósforo es la de las aguas superficiales como los lagos, ríos y arroyos, la cual causa el crecimiento de algas y de otras plantas acuáticas que al descomponerse consumen oxígeno del agua y así desestabilizan el ambiente para los peces y otras especies. (Midia, 1,995)

a. Estudios realizados

Los estudios sobre el valor nutricional de la cerdaza como alimento para rumiantes iniciaron a partir de la década de los 70, proporcionado ya sea en forma sólida, deshidratada, sólida húmeda sin tratamiento previo, sólida húmeda tratada con sustancias químicas y sólida ensilada. Estos métodos ayudaron a mejorar la

calidad alimentaría del estiércol, la palatabilidad, destruir los patógenos presentes y eliminar los malos olores; también impulsaron su utilización y establecieron las primeras metodologías en manejo.

Iñiguez (1991) recolectó estiércol del piso de corrales de cerdos en la etapa de finalización, preparó diferentes mezclas de melaza, estiércol y paja de trigo en las respectivas proporciones, a) 5:40:55; b) 5:50:45; c) 5:65:30 y d) 5:80:15. Las mezclas se dejaron fermentar en frascos de vidrio de un litro. Las tapas de los frascos tenían una manguera de látex con una pequeña incisión para la salida del gas producido por la fermentación. En el primer experimento observó más del 6% de carbohidratos solubles en agua considerado como mínimo para una adecuada fermentación en el proceso de ensilaje. Después de 42 días de fermentación, las mezclas tuvieron un aroma similar y característico al ensilado común. Solamente la mezcla 5:40:55 mostró crecimiento de hongos en la parte superior de 1 frasco. Observó que el pH fue mayor a medida que se incrementó el contenido de estiércol.

El uso de excretas ensiladas con heno de gramíneas o granos de maíz molido también ha sido temática de interés para alimentar carneros, y en este caso existen dos estudios hechos en Virginia (Berger et al. 1981). En los experimentos de Berger et al. se demostró que las mejores mezclas ensiladas son cuando la proporción de las excretas y el otro componente eran 2:3, 1:1 y 3:2 respectivamente (Berger et al. 1981). En este estudio Berger demostró claramente que el proceso fermentativo hizo decrecer el conteo total de bacterias y los coliformes fecales desaparecieron.

Müller (1984) ha indicado que las excretas porcinas pueden ensilarse de dos formas diferentes: (1) preparando silos con heno de plantas no leguminosas, que producen silajes de baja energía adecuados para un plano bajo de nutrición,

como el correspondiente al período de gestación, y (2) confección de ensilados con alimentos ricos en energía, como granos húmedos, raíces de yuca u otro material rico en almidón, y la adición de 3 a 5% de melaza de caña de azúcar.

Este silo rico en energía puede proporcionarse al ganado vacuno que requiere de un plano alto de alimentación, y también a cerdos en engorde o acabado, excepto durante las primeras etapas de vida en esta especie. Sin embargo, en líneas generales, Müller (1984) ha sugerido que no deben utilizarse las excretas porcinas en la alimentación de las especies de animales monogástricos, sino para alimentar rumiantes. Martínez *et al.* (2001), inoculó micro-silos con dosis conocidas del virus de Aujeszky y Ojo azul, así como *Salmonella choleraesuis* y *E. coli* enterotoxigénica, concluyó que a partir de las 48 horas del proceso de ensilaje no logró la recuperación de estos patógenos. Por lo tanto, el ensilaje es un tratamiento de las excretas que elimina los microorganismos patógenos y las deja aptas para reciclarlas en la alimentación animal.

4.8 Procesamiento de la cerdaza

El procesamiento de las excretas es necesario para destruir los patógenos, además de mejorar las características de manejo, el almacenamiento y la palatabilidad. Entre los procedimientos más utilizados, para el tratamiento de la cerdaza como alimento en rumiantes son el deshidratado, el ensilaje solo o en combinación con otros ingredientes, tratamiento químico, separación de sólidos y líquidos, los cuales destruyen los patógenos, mejoran la calidad y palatabilidad, lo cual incrementará el consumo de alimento y reducirá el período de adaptabilidad a la dieta (García R. 2000).

4.8.1 Deshidratado

Esta técnica de deshidratado ya sea de forma natural y artificial, a sido empleada en la pollinaza, bovinaza y cerdaza. Es fácil de incorporar a la dieta con bajos costos de manejo y energía; además, provoca una baja contaminación del aire. Una de las desventajas es que el deshidratado natural puede contener patógenos, y requiere pulverización, por la formación de terrones. El deshidratado por calor trae consigo pérdidas de nitrógeno y su principal inconveniente es el alto gasto en combustible fósil o eléctrico requerido para lograr un secado uniforme. La ventaja es que se logra un producto desodorizado, con buena aceptación por parte del animal, se puede almacenar y tiene buena calidad nutricional (García R. 2000).

4.8.2 Tratamiento químico

El tratamiento químico de la cerdaza nos proporciona un producto desodorizado, con bajo gasto de energía y labores de manipulación; no requiere de almacenamiento, se mejora el consumo y la utilización por los animales. El hidróxido de sodio (NaOH) o hidróxido de potasio (KOH) son los compuestos más utilizados en los tratamientos de excretas y son considerados como los más eficientes. Una desventaja es que la digestibilidad de la proteína cruda disminuye, además, el alto costo de los químicos, el riesgo que implica el manejo y el aumento de las probabilidades de contaminación ambiental le hacen un proceso menos factible (García R. 2000).

4.8.3 Ensilaje

El ensilaje de la cerdaza, sola o en combinación con otros ingredientes, ha demostrado que disminuye las pérdidas de nutrientes, destruye los patógenos, el resultado es un producto desodorizado, mejora la digestibilidad, la palatabilidad y el consumo voluntario. Para lograr un buen ensilaje de cerdaza no debe de exceder el 30% de la materia seca, la adición de álcalis al tiempo de ensilaje

mejora la digestibilidad de la materia *in vitro* e *in vivo*. Sin embargo, requiere de mayor manejo y cuidados, para lograr un buen ensilaje, sin olvidar la necesidad de equipo y de infraestructura (García R. 2000).

4.8.4 Separación de líquidos y sólidos

Los sólidos separados de los líquidos tienen buena aceptación por el animal y permiten la mecanización. Sin embargo, algunas desventajas de este tratamiento son la alta pérdida de nutrientes, si los líquidos no son utilizados, ya que se retienen sólidos de bajo valor nutritivo. Además esta técnica requiere de diseños para operación de alto costo de inversión y mantenimiento, los cuales impiden a los pequeños productores hacer uso de esta tecnología, quedando limitados a los grandes productores que poseen más de 7,000 cerdos en crecimiento o 500 cabezas de hembras de reproducción (García R. 2000).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en la Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, que según De la Cruz se encuentra en una zona de vida Bosque húmedo sub-tropical, a una altitud de 1200 msnm, con una temperatura que oscila entre 20 - 26 °C y una precipitación pluvial de 1,100 – 1,400 mm. al año.

5.2 Materiales e insumos

- Agua pura
- Balanza de reloj
- Balanza de mesa
- Botas de hule
- Recipientes de 5 galones para la mezcla de cada tratamiento
- Cámara fotográfica
- Cerdaza fresca
- Guantes de hule
- Lapicero
- Libreta
- Medidor de pH
- Melaza
- Napier, *Pennisetum puppureum* se empleó la picadora de la Granja Experimental de la FMVZ)
- Pala
- Pegamento para PVC
- 15 adaptadores hembra PVC de 1”

- 15 adaptadores macho PVC de 1”
- 30 arandelas de hule (diámetro de 2”) con agujero de 1”
- 30 bolsas negras con capacidad de 1 kilogramo cada una
- 15 botellas plásticas de 600 ml.
- 3 metros de manguera de 1”

5.3 Tratamientos evaluados

Los tres tratamientos se evaluaron con 5 repeticiones cada uno.

Cuadro No. 5

Tratamientos evaluados.

Tratamiento	% Cerdaza	% Melaza	% Forraje	Repeticiones
1	100	0	0	5
2	90	10	0	5
3	50	10	40	5

Fuente: datos obtenidos del estudio realizado.

5.4 Duración del estudio

El estudio tuvo una duración de 21 días, que corresponde al período que tarda el proceso de fermentación para el ensilaje.

5.5 Manejo del estudio

El estudio se llevó a cabo en tres fases:

Fase 1: Obtención de la cerdaza.

Fase 2: Evaluación en el laboratorio.

Fase 3: Evaluación de la información.

Fase 1:

- 1.- La cerdaza se recolectó en la Granja experimental, de los corrales de gestación, con la ayuda de una pala, se colocó en un recipiente, luego se homogenizó manualmente haciendo uso de guantes de hule, para posteriormente extraer 15 kilogramos que se emplearon en el experimento, 5 Kg. para cada tratamiento.
- 2.- El Napier se cortó y se picó a un tamaño promedio de partícula de 2cm.
- 3.- El paso siguiente consistió en tomar 30 bolsas plásticas, a cada una de las cuales se le realizó un agujero de 1"; en los que se colocaron arandelas de un tubo de llanta (diámetro de 2") como sellador de los silos, 2 adentro y 2 afuera de la bolsa. Luego se colocó un adaptador macho y uno hembra. El adaptador macho se colocó por afuera de la bolsa uniéndolo con un adaptador hembra por adentro de ésta y se pegó una manguera de 20 cm de largo al adaptador macho, con la manguera introducida dentro de un bote plástico como sello de agua.
- 4.- Para el tratamiento 1, se pesaron 1,000 gramos de cerdaza por cada una de las 5 repeticiones y se introdujeron en las bolsas.
- 5.- Para el tratamiento 2, se pesaron 900 gramos de cerdaza y 100 gramos de melaza pura, por cada una de las 5 repeticiones, los materiales se

mezclaron con la mano haciendo uso de guantes de hule, en un bote hasta homogenizarse para luego introducir el material en las bolsas.

- 6.- Para el tratamiento 3, se pesaron 500 gramos de cerdaza, 100 gramos de melaza y 400 gramos de Napier picado, por cada una de las 5 repeticiones, los materiales se mezclaron con la mano haciendo uso de guantes de hule, en un bote hasta homogenizarse para luego introducir el material en las bolsas.
- 7.- Los silos se sellaron con cinta adhesiva, luego se colocaron a temperatura ambiente y protegidos de la lluvia a un costado de la explotación de Cerdos, se cubrió con una lámina y sobre ésta un nylon negro para evitar filtración de agua.
- 8.- Antes de sellar los silos se tomó una muestra de cada una de las 5 repeticiones de todos los tratamientos de 200g, haciendo un total de 15 muestras.

Fase 2:

- 1.- Las muestras fueron colectadas previo a sellar los silos y se trasladaron al laboratorio de Bromatología para ser analizadas.
- 2.- Al transcurrir los 21 días, se tomó de nuevo una muestra de 200g de cada una de las 5 repeticiones de cada tratamiento, se trasladaron de nuevo al laboratorio de Bromatología para ser analizadas, esto con la finalidad de comparar la calidad del material en función de % MS, % PC, % EE, % FC, antes y después de los procesos de fermentación.

Fase 3:

- 1.- Posteriormente, se compararon estadísticamente los resultados de las 15 muestras de los silos, que se tomaron antes y después del proceso de fermentación, analizadas en el laboratorio de Bromatología.

Para la elaboración del análisis de costos se tomó en cuenta los gastos incurridos en la elaboración de los 15 silos.

5.6 Variables evaluadas

Las variables evaluadas en el presente estudio son:

Químicas:

- % Materia Seca
- % Proteína Cruda
- % Extracto Etéreo
- % Fibra Cruda

Físicas:

- pH
- Temperatura

5.7 Diseño experimental utilizado

Se utilizó un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 5 repeticiones cada uno, para un total de 15 unidades experimentales, siendo la unidad experimental una bolsa (1 silo).

5.8 Modelo estadístico

El modelo estadístico que se utilizó fue el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}	=	Variable respuesta para ij-ésima unidad experimental
M	=	Media general
T_i	=	Efecto del i-ésimo tratamiento
E_{ij}	=	Error aleatorio o error experimental

5.9 Análisis estadístico

Para comparar los resultados de los tratamientos antes y después del proceso de fermentación se utilizó la prueba t de Student.

5.10 Análisis económico

Se consideraron únicamente los costos de los materiales empleados para cada tratamiento.

VI.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente cuadro se describen los costos incurridos en cada uno de los tres tratamientos realizados en la presente investigación. Observamos que el costo del tratamiento 1 comparado con el tratamiento 2 y 3 tuvo una diferencia de Q 0.76 y entre el tratamiento 2 y 3 los costos son los mismos.

Cuadro No. 6

Cuadro de costos para la elaboración de cada tratamiento.

Cantidad	Materiales	Precio por unidad (Q)	Precio (quetzales)	
			T1	T2 y T3
			Kg	Kg
0.5 kg	Melaza	1.51/ kg	0.00	0.76
1 mt	Manguera	11.25	11.25	11.25
20	Arandelas de hule	0.41	8.20	8.20
10	Bolsas	0.10	1.00	1.00
5	Botellas plásticas	0.95	4.75	4.75
1	Adaptador macho	1.15	1.15	1.15
1	Adaptador hembra	1.15	1.15	1.15
1	Pegamento PVC	4.90	4.90	4.90
Total			32.4	33.16

Fuente: datos obtenidos del estudio realizado.

Cuadro No. 7

Cuadro de comparación de promedios dentro de cada tratamiento antes y después del proceso de fermentación.

Tratamiento	% MS		% PC		% EE		% FC		% Cenizas		% ELN	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
1	89.80	90.54	18.39	16.41	1.65	2.80	3.43	5.26	17.54	19.42	58.98	56.10
	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A
2	83.96	91.14	17.38	14.80	8.66	8.84	5.78	7.29	17.39	17.78	50.80	51.28
	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A
3	86.75	90.38	16.13	11.68	3.79	5.56	16.89	18.31	16.34	16.84	46.86	47.61
	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A

Fuente: datos obtenidos del estudio realizado. Laboratorio de Bromatología FMVZ, USAC.

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

A = antes / D = después

Los resultados observados en el cuadro No. 7 de cada uno de los 3 tratamientos en los cuales según Pérez, E.R. (1997) menciona que se puede encontrar cantidades variables de los diferentes nutrientes, sin embargo, existen constantes que dan ciertas cualidades deseables a la cerdaza. Las fracciones más importantes que se pueden encontrar en los reportes son el extracto libre de nitrógeno (ELN), la proteína cruda (PC) y la fibra cruda (FC) debido a la posibilidad de aprovechamiento como nutrientes para la alimentación en rumiantes.

En el cuadro No. 7 observamos, en la variable materia seca (% MS) que no hay diferencia antes y después del proceso de fermentación, esto se comprobó al realizar el análisis estadístico con t de Student en donde no existe diferencia significativa (ver cuadro No. 9).

Sin embargo, se observa que después del proceso de fermentación hubo un leve aumento en la materia seca debido a los procesos de fermentación en los que hay pérdida de líquidos en el material. Según Mcdonald, Henderson, Heron (1991) hacen mención que algunas enzimas producen pérdidas en la materia seca y en el valor energético del ensilaje, al reducir la disponibilidad de carbohidratos solubles.

En el cuadro No. 7 se observa que la proteína cruda (%PC) tuvo una disminución después del proceso de fermentación se observó que en ambos casos (antes y después) el tratamiento 1 es superior al 2 y 3, así como el tratamiento 2 es superior al tratamiento 3. Esta diferencia se comprobó al realizar el análisis estadístico con t de Student en el que si se encontró diferencia significativa (ver cuadro No. 9).

Estos resultados son aceptados y esperados ya que según Mcdonald et al (1991) en el proceso de fermentación, la proteína es hidrolizada (solubilizada) por

la acción de las enzimas de la planta convirtiéndose en nitrógeno no proteico (amonio), y en consecuencia, esto ocasiona una reducción en el contenido de proteína verdadera en el ensilaje, incluso en aquellos ensilajes bien conservados, debido principalmente a la degradación que sufren las fracciones proteicas y energéticas en el ensilaje.

Campabadal (1995) hace mención que la proteína es el nutriente que más varía en la composición de la cerdaza, debido principalmente a pérdidas por volatilización del nitrógeno.

Así también Gamboa (1999) hace mención que, en estos procesos de fermentación se producen pérdidas (de efluentes (escurrimiento de líquidos), destrucción de la proteína verdadera y de los carbohidratos solubles, entre otros componentes); por ello y en la medida que estas reacciones bioquímicas se desarrollen en condiciones óptimas de trabajo (cosecha en el momento oportuno, tamaño del picado adecuado, corta-picado y compactación rápida, sellado hermético del silo) se puede obtener un material ensilado cuya calidad es ligeramente inferior al material antes de ensilar.

En el cuadro No. 7 se puede observar diferencias en el extracto etéreo (% EE) antes y después del proceso de fermentación, y que el tratamiento 2 es superior al 1 y 3, así como el tratamiento 3 es superior al tratamiento 1, pero al realizar el análisis estadístico con t de Student no se encontró diferencia significativa (ver cuadro No. 9).

En el cuadro No. 7 se puede observar que la fibra cruda (% FC) tuvo un incremento después del proceso de fermentación y observamos que en ambos casos (antes y después) el tratamiento 1 es superior al tratamiento 2 y 3, así como el tratamiento 2 es superior al tratamiento 3. Esta diferencia la comprobamos al

realizar el análisis estadístico con t de Student en el que se encontró diferencia significativa (ver cuadro No. 9).

En este caso al referirse a superior, definimos que es el tratamiento con menor porcentaje de fibra cruda, Duarte, F. (1990) menciona que debido a que la fibra cruda del alimento está formada en su mayoría por celulosa y la celulosa no puede ser digerida por los rumiantes, ya que estos no contienen enzimas para digerirla. Por lo tanto buscamos un producto con bajo contenido de fibra cruda. En este mismo orden de superioridad se observaron los resultados obtenidos de los tratamientos después del proceso de fermentación.

En el cuadro No.7 se observa que para las cenizas (% Cenizas) no hay diferencia antes y después del proceso de fermentación, esto se comprobó al realizar el análisis estadístico con t de Student en donde no existe diferencia significativa (ver cuadro No. 9)

En el cuadro No. 7 para el extracto libre de nitrógeno (% ELN), no hay diferencia antes y después del proceso de fermentación, como lo muestra el análisis estadístico con t de Student en donde no existe diferencia significativa (ver cuadro No. 9)

Cuadro No. 8

Cuadro comparativo de promedios de la temperatura y pH antes y después del proceso de fermentación.

Tratamiento	pH		Diferencia	Temperatura		Diferencia
	Antes	Después		Antes	Después	
1	5.80	4.42	1.22	15.33	24.15	8.82
2	5.72	4.32	1.40	14.97	24.18	9.21
3	5.64	4.36	1.28	14.52	24.12	9.69

Fuente: datos obtenidos del estudio realizado. Laboratorio de Bromatología FMVZ, USAC.

En el cuadro 8 podemos observar que el pH después del proceso de fermentación presenta una disminución en todos los tratamientos, lo que nos indica un proceso de fermentación de buena calidad debido a las condiciones y características en el manejo de la investigación.

En ninguna de las mezclas el pH fue mayor de 4.36 (tratamiento 3 (ver cuadro No. 8)) que coincide con Bernal, 1983; Walter, 1989; y Berger, 1981; que reportan niveles de pH de 3.7 a 4.4, donde incluyeron melaza en porcentajes del 5 al 8%. A diferencia de Ramírez y Rodríguez, 1988, que obtuvieron ensilajes con un pH de 4.5 a 5, sin adicionar melaza. Bernal, 1983; Kamra y Srivastava, 1994, recomiendan la adición de un 5 a 10% de melaza para producir un ensilado de cerdaza de buena calidad. Además Iñiguez (1991) menciona que al adicionar azúcares fermentables incrementa la velocidad de producción de ácido láctico para bajar el pH y temperatura y así reducir la proteólisis.

Según Chung, Kim y Lee (1989) las condiciones de biorreacción con melaza después del proceso de fermentación, facilitan el proceso de degradación de la materia orgánica con la adición de estas azúcares fermentables (tratamiento 2 y 3), lo que explica la reducción del pH y el incremento de la temperatura en el ensilado. Según Kamra y Srivastava (1994) el decremento del pH durante el proceso de ensilado es un indicador de la presencia de las bacterias ácido-lácticas que transforman los carbohidratos solubles de la excreta y el forraje, y favorecen una fermentación láctica más rápida, así como la producción de ácidos grasos volátiles.

En el cuadro No. 8 se puede observar que la temperatura después del proceso de fermentación aumenta arriba de 9⁰C en cada uno de 3 los tratamientos, según Gamboa MRG. (1999) este incremento es de esperarse ya que por la respiración de las células y los microorganismos presentes en el ensilaje se produce dióxido de carbono y calor. A esta fase se le denomina

respiración aeróbica debido a que el oxígeno es utilizado por los microorganismos. A medida que la concentración de dióxido de carbono se incrementa y el oxígeno disminuye, esta respiración irá disminuyendo y finalmente se detendrá e inicia una fase anaeróbica (sin oxígeno) de fermentación.

Cuadro No. 9

Cuadro comparativo de promedios dentro de cada tratamiento antes y después del proceso de fermentación, al realizar la prueba de t de Student.

% MS		% PC		% EE		% FC		% Cenizas		% ELN	
VT	VC	VT	VC	VT	VC	VT	VC	VT	VC	VT	VC
2.92	2.06	2.92	4.12	2.92	2.29	2.92	9.87	2.92	1.10	2.92	0.47

Fuente: datos obtenidos del estudio realizado.

*VT = Valor Tabulado

**VC = Valor Calculado

En el cuadro No. 9 podemos observar que para la materia seca (%MS), extracto etéreo (%EE), cenizas y extracto libre de nitrógeno (%ELN), no existe diferencia estadística. Para la proteína cruda (%PC) y la fibra cruda (%FC) si existe diferencia estadística.

Cuadro No. 10

Cuadro comparativo de resultados del pH y temperatura antes y después del proceso de fermentación, al realizar la prueba de t de Student.

Ph		T°	
VT	VC	VT	VC
2.92	18.57	2.92	40.04

Fuente: datos obtenidos del estudio realizado.

*VT = Valor Tabulado

**VC = Valor Calculado

En el cuadro No. 10 se afirma que el proceso de fermentación fue de buena calidad ya que se observa que el pH presenta una diferencia significativa al 5% y la temperatura una diferencia altamente significativa al 1%.

VII. CONCLUSIONES

- 1.- La hipótesis se rechaza en lo relativo a la proteína cruda y la fibra cruda, ya que presentaron diferencia significativa.
- 2.- Como conclusión general se determina que no es rentable realizar este proceso, debido a que no se encontró ningún cambio.
- 3.- El ensilado de la cerdaza no produce variaciones en su calidad nutricional.
- 4.- Se demostró en el estudio que si se mantiene la calidad nutritiva del material, siempre y cuando se eliminen los riesgos de contaminación.

VIII. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio se recomienda:

- 1.- Para efectos de fermentación no utilizar melaza ni material vegetativo (*P. pupureum*).
- 2.- Para efectos de almacenamiento se recomienda utilizar melaza y material vegetativo (50% cerdaza + 10% melaza + 40% forraje)

IX.RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue explorar alternativas de alimentación para el ganado bovino, por medio de la elaboración de silos a base de cerdaza utilizando diferentes porcentajes de inclusión de cerdaza, forraje y melaza, se evaluó la calidad del ensilaje a través del análisis químico proximal, determinación de pH y temperatura.

Se utilizaron 15 micro-silos, con un diseño estadístico completamente al azar, con 3 tratamientos de 5 repeticiones, siendo un micro-silo (una bolsa) la unidad experimental. El estudio tuvo una duración de 21 días que corresponde al período que tarda el proceso de fermentación, antes de cerrar y al abrir los micro-silos se les realizaron análisis en el laboratorio de bromatología. Los tratamientos evaluados fueron: Tratamiento uno 100% de cerdaza, tratamiento dos 90% de cerdaza y 10% de melaza, tratamiento tres 50% de cerdaza mas 10% de melaza y 40% de forraje (*P. pupureum*). Las variables evaluadas fueron: Químicas (%MS, %PC, %EE y %FC), Físicas (pH y temperatura).

Bajo las condiciones en las que se realizó la presente investigación, se puede mencionar que se encontraron diferencias en cuanto a calidad nutricional de los silos en relación al porcentaje de proteína cruda y fibra cruda, sin embargo, no se encontraron diferencias con respecto al porcentaje de materia seca, extracto etéreo, cenizas, extracto libre de nitrógeno, pH y temperatura. Por lo que se recomienda que, para efectos de fermentación no utilizar melaza ni material vegetativo (*P. pupureum*) pero para efectos de almacenamiento se recomienda utilizar melaza y material vegetativo (50% cerdaza + 10% melaza + 40% forraje).

SUMMARY

The objective of this research was to explore alternatives for cattle feed, through the development of swine manure-based silos using different inclusion rates of swine manure, forage and molasses, was evaluated silage quality through proximal analysis and determination of pH and temperature.

15 micro-silos were used, with a completely randomized design with 3 treatments of 5 repetitions, being a micro-silo (a bag) the experimental unit. The study lasted 21 days which corresponds to the period that takes the fermentation process, before closing and opening the micro-silos underwent laboratory analysis. The treatments were: Treatment of swine manure a 100%, 90% treatment two swine manure and 10% molasses, 50% of treatment three swine manure plus 10% molasses and 40% forage (*P. pupureum*). The variables evaluated were: Chemical (% MS,% CP,% EE and% FC), Physical (pH and temperature).

Under the conditions in which this research was conducted, it can be mentioned that differences in nutritional quality were found for the silos on the percentage of crude protein and crude fiber, however, no differences were found in percentage of dry matter, crude fat, ash and nitrogen free extract, as well as pH and temperature. It is recommended that, for fermentation purposes not to use molasses or vegetative material (*P. pupureum*) but for storage purposes is recommended molasses and plant material (50% + 10% molasses swine manure + 40% forage).

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. Berger, JCA; Fontenot, JP; Kornegay, ET; Weeb, KE. Jr. 1981. Feeding swine waste I. Fermentation characteristics of swine ensiled with ground hay or ground corn grain. *J. Anim. Sci.* 52(6):1388-1403.
02. Bernal, PR. 1983. Efecto de la época de corte sobre el rendimiento en grano y calidad del forraje de maíz (*sea mays*). Tesis de Maestría del Colegio de Postgraduados, Montecillos, México.
03. Bolsen, KK; Ashbell, G; Wilkinson, JM. 1995. Silage additives. p. 33-54, *in*: R.J. Wallace & A. Chesson (eds) *Biotechnology in animal feeds and animal feeding*. Weinheim, Germany: VCH Verlagsgesellschaft.
04. Campabadal, C. 1995. Utilización de cerdaza en el ganado de carne. *Acontecer Bovino* Vol.1(3): 4-10.
05. Castrejón, PFA. 1993. Algunos estudios sobre el reciclaje de excretas en la alimentación de bovinos. Memorias del curso internacional avanzado en nutrición de rumiantes. Colegio de Posgraduados. 27: 51-54.
06. Congreso Centroamericano y del Caribe de Porcicultura. (6, 2003, Gua). 2003. Antecedentes, situación de la actividad porcina, sistemas de producción porcina, costos de operación de una granja porcina y comercialización. - Guatemala.GT.;USAC/APOGUA/GRETECEG/TOPIGS/PURINA/CALIER/BAYER/ANUPCO. p.52.
07. Chung, TY; Kim, KC; Lee, SR. 1989. Effect of moisture content and substitution level of molasses on the fermentation characteristics of swine manure silage. *Korean J Anim Sci.*31:162-169.
08. Duarte, F. 1990. Utilización de heces en la alimentación animal. Características química-nutricionales de heces de bovinos y porcinos. *Revista Técnico Pecuario*. México. 28 (L):22-29.
09. Gamboa MRG. 1999. Evaluación Microbiológica de Ensilados a base de Excretas Porcinas. Tesis de Maestría. México, D.F. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.
10. Harrigan, WF; McCance, ME. 1979. Métodos de Laboratorio en Microbiología de Alimentos. 2ª ed León España: Academia.

11. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2006. Ganado Porcino. ENA (Encuesta Nacional Agropecuaria). Consultado 8 abr. 2008. Disponible en <http://www.ine.gob.gt/descargas/ENA2006/resultados/animales/porcinossexo.htm>
12. Iñiguez, CG. 1991. Fermentación de estiércol de cerdo para la obtención de un alimento para rumiantes. Tesis de doctorado. Instituto de Investigaciones Biomédicas. U. N. A. M. México D. F. 18-21.
13. Kamra, DN; Srivastava, SK. 1994. Effect of sugarcane molasses of fermentation of pig faeces and straw inoculated with lactic-acid. Producing bacteria. *Biores Technol.* 47:67-68.
14. McDonald, P; Henderson, AR; Heron, SJE. 1991. *The Biochemistry of Silage*. 2ed. Marlow, UK: Chalcombe Publications. 27: 542-561.
15. Peñalva, G. 1984. Reciclaje de heces en alimentación de hembras. *Porcrama* 8 (93) 25-39.
16. Pérez, ER. 1997. Porcicultura y medio ambiente. Memorias II Seminario Manejo y Reciclaje de Residuales Porcinos. CMP Octubre 22-25. Querétaro, México. 23-29.
17. Ramírez, VF; Rodríguez, F. 1995. Características químicas del ensilaje de rastrojo de maíz adicionado de excremento de cerdo, urea y melaza. *Montecillos, México.* 45:35-56.
18. Sutton, A. 1993. El manejo del desperdicio porcino. *Desarrollo Porcícola* 3(9) 24-27.
19. Walter, AG. 1989. Evaluación nutritiva de maíz y sorgo forrajero ensilado con excreta y melaza. Tesis de Maestría del Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. 15-19.

