

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



*Digestibilidad in Vitro de Cuatro Raciones con Cerdaza
Como Alimento para Ovinos.*

POR:

JORGE EMILIO PADILLA GARCÍA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2003

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL.

Digestibilidad *In Vitro* de Cuatro Raciones con Cerdaza
Como Alimento para Ovinos.

Por:

JORGE EMILIO PADILLA GARCÍA

TESIS:

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

Ph. D. Jesús M. Fuentes Rodríguez
Asesor Principal

M. C. Lorenzo Suárez García
Asesor

M. C. Manuel Torres Hdz.
Asesor

Ing. Rodolfo Peña Oranday
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 2003

DEDICATORIA

A mi madre por darme todo el apoyo, su cariño, y por haberme entregado esta gran herencia, persona inigualable que me dio todo lo necesario para poder desarrollarme a lo largo de mi vida y así lograr terminar mi trabajo profesional, por que todo lo que soy se lo debo a ella.

María del Carmen

A mis hermanos y en especial a mi hermana que también con su apoyo y su preocupación por mi persona y por mis cosas que me sirvió de una manera inigualable en el desarrollo de mi carrera.

**Gloria Elena
Gabriel
Baltazar**

A mis abuelos

**Álvaro García
María Emilia
Prospero Padilla (†)
Hermelinda Lara (†)**

A mis **Tíos, Tías, Primos, Sobrinos** (especialmente **Fernando José**), de una y otra forma siempre conté con su apoyo incondicionalmente.

AGRADECIMIENTOS

A Dios que siempre estuvo conmigo en todo momento.

A mi Alma Terra Mater, por haberme dado un lugar y permitido ejercer mi carrera, que es un apoyo que me servirá para un bienestar.

Al Ph. D. Jesús M. Fuentes Rodríguez; por brindarme todo su apoyo y sus valiosas aportaciones que permitieron mejorar el presente trabajo.

Al M. C. Lorenzo Suárez García; por asesorarme estadísticamente y por se revisión de este presente trabajo.

Al M. C. Manuel Torres Hernández. Por su valiosa cooperación de su apoyo en la revisión de esta investigación.

Al M. C. Zarate. Por su valiosa cooperación de esta investigación.

Al M.V.Z. Guillermo, por haberme permitido pertenecer a su equipo de investigación.

A la laboratorista Marisela, por su amistad y por asesorarme en mi investigación. También a los laboratoristas de Nutrición Animal por su apoyo y haberme permitido las instalaciones.

A mis amigos y compañeros de una gran generación de la XCIIV de egresados en la carrera de Ing. Agrónomos Zootecnistas.

A los amigos que conocí en esta maravillosa Universidad Agraria.

A los amigos de mi Tierra: Soyatitán, Chiapas.

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1.- Variación característica de digestibilidad en ovejas.....	7
2.- Composición química de cerdaza de diferentes etapas productivas, cerdaza compuesta y obtenido del separador.....	10
3.- Composición nutritiva de heces de diferentes especies animales.....	11
4.- Composición de las cuatro dietas experimentales con diferentes niveles de cerdaza.....	27
5.- Coeficiente de digestibilidad In Vitro de la Materia Seca de las raciones experimentales y la cerdaza (%). Comparación de medias (Tukey) del factor A (Niveles de cerdaza).....	28
6.- Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca de raciones con diferentes niveles de cerdaza (0, 20, 40 y 60%).....	32
7.- Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca de raciones con diferentes niveles de cerdaza (0, 20, 40, 60 %) a diferentes tiempos de fermentación.....	34
8.- Interacción entre los dos factores A x B (Niveles de cerdaza x Tiempo de incubación).....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1.- Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca de las cuatro raciones con cerdaza.....	30
2.- Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca (DIVMS) de la cerdaza sola.....	31
3.- Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca (DIVMS) de las medias de las cuatro raciones y de la cerdaza sola.....	35

RESUMEN

Surge la necesidad de buscar nuevas alternativas de alimentación para los animales rumiantes, que se puedan conseguir fácilmente y económicamente. Uno de los subproductos de origen animal que toma importancia es la cerdaza; por su niveles apreciables de proteína cruda. Se realizó un estudio con el fin de conocer el efecto de la digestibilidad In Vitro de la Materia Seca (DIVMS) de raciones con diferentes niveles de cerdaza (0, 20, 40 y 60 %) con seis tiempos de Incubación (0, 3, 6, 12, 24 y 48 h).

Se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), tanto para los efectos principales (Niveles de cerdaza y Tiempo de Incubación), como también para la interacción de éstos (Niveles de cerdaza x tiempo de incubación), en la DIVMS. Al realizar la comparación de medias (Tukey) de los factores (Niveles de cerdaza y tiempo de incubación) solo se obtuvo diferencias numéricas más no significativas ($P > 0.05$), el incremento de digestibilidad de la cerdaza se daba conforme el aumento del tiempo de fermentación lo cual demostró una diferencia estadísticamente alta ($P < 0.05$), como también para la interacción (Niveles de cerdaza x tiempo de incubación).

En conclusión la cerdaza se puede utilizar como ingrediente en la elaboración de raciones para ovinos y otros rumiantes.

Las respuestas de la DIVMS de la cerdaza indican que no se encontró incremento conforme se aumentaba los niveles de cerdaza.

Palabras Claves: Digestibilidad In Vitro, Cerdaza, Ovinos.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
1.- INTRODUCCION.....	1
1.1.- Objetivo e Hipótesis.....	2
2.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.- Concepto de digestibilidad.....	3
2.2.- Métodos para determinar la digestibilidad.....	4
2.2.1.- Pruebas por lote o digestibilidad In Vitro.....	5
2.2.2.- Fermentadores continuos o vivar.....	5
2.2.3.- Técnica de la bolsa de nylon o digestibilidad in Situ.....	6
2.3.- Factores que afectan a la digestibilidad del alimento.....	6
2.4.- Composición nutricional de la cerdaza.....	8
2.5.- Utilización de excretas de cerdo en la alimentación animal.....	11
2.5.1.- Alternativas para el uso de excretas.....	12
2.6.- Métodos de procesamiento de las excretas de los animales para una mayor digestibilidad.....	15
2.6.1.- Ventajas y Desventajas de procesamiento de la excreta animal.....	16

2.7.- Recomendaciones para la utilización de los nutrientes de la excreta animal.....	20
2.8.- Cuidados de la utilización de las excretas.....	21
2.9.- Digestibilidad de la cerdaza.....	21
3.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1.- Descripción del área de estudio.....	24
3.2.- Descripción de la metodología.....	24
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
6.- BIBLIOGRAFÍA.....	38
APÉNDICE.....	46

1.- INTRODUCCIÓN.

El alarmante aumento del crecimiento de la población mundial, asociado con una menor producción de alimentos, ha hecho que se trate de encontrar nuevas fuentes de alimento, tanto para el hombre como para los animales. Lo anterior ha estimulado el interés en la búsqueda de nuevas fuentes de alimento no convencionales para la nutrición animal dirigiendo la atención hacia los nutrientes contenidos en la excretas de los animales explotados en granjas, demostrando que dichos subproductos pueden ser consumidos en forma adecuada por los rumiantes, proporcionándoles determinados nutrientes que pueden ser de utilidad para llevar a cabo sus funciones productivas, especialmente la proteína que es considerada como el nutriente más valioso en esta clase de subproducto (Ochoa, 1981).

En México, la producción animal forma parte importante de la economía nacional, sin embargo, la mayoría de las explotaciones dedicadas a esta área se ven afectadas por un sinnúmero de factores adversos, entre los que desataca el aspecto alimenticio, debido a su alto costo económico.

La explotación intensiva de grandes unidades productoras de cerdo, ha generado el problema de manejo de elevados volúmenes de heces, las cuales son drenadas a ríos, lagunas con el consiguiente deterioro ecológico, con riesgo

para la salud humana en virtud de la probable contaminación de orden químico y microbiológico que pueden generar.

Debido a que los ingredientes proteicos son los más costosos en la elaboración de raciones para la alimentación de rumiantes las heces de cerdo (cerdaza) han recibido especial atención.

1.1.- Objetivos de la presente investigación son:

Determinar la digestibilidad In Vitro de la Materia Seca (DIVMS) a diferentes tiempos de fermentación de raciones con diferentes niveles de cerdaza en raciones para ovinos.

1.2- Hipótesis.

Al ir incrementando los niveles de cerdaza en los diferentes tratamientos; existirá una mayor degradabilidad. Por lo que resultaría raciones económicas, y utilizables como alimento para los ovinos. Además una reducción de la contaminación que provoca la cerdaza de granjas intensivas de producción de cerdos.

2.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.-Concepto de Digestibilidad

Un alimento ingerido y que por lo tanto penetra en el tubo digestivo, no es retenido al final totalmente por el organismo. En efecto, parte del mismo que no ha sufrido la acción de los jugos digestivos o ataques microbianos y que en definitiva no ha podido ser absorbida aparece en el excremento. En consecuencia, el rendimiento de las acciones digestivas se caracteriza por el llamado coeficiente de digestibilidad o coeficiente de utilización digestiva. (Besse, 1977 y Crampton et al. 1974).

Cantú (1989), menciona que la digestibilidad de un alimento se define de la siguiente manera: de un alimento cualquiera, una parte es digestible y aprovechable, y la otra es eliminada por medio de las heces, es decir, indigestible; de aquí se concluye que el valor nutritivo de todos los alimentos se determina a partir de la digestibilidad de sus nutrientes y se obtiene midiendo la cantidad en que es ingerido un nutriente y la excreción fecal del mismo.

Mcdonald et al. (1969) y Orskov (1990) definen la digestibilidad de un alimento con más exactitud como la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone, por lo tanto, que ha sido absorbido. Por lo general se representa por el coeficiente de digestibilidad, que se expresa en porcentaje de materia seca. Por ejemplo si una vaca come 8 kg de heno, que contiene 7 kg de materia seca y excreta 3 kg de materia seca con las heces, la digestibilidad de la materia seca del heno será de:

$$\frac{7 - 3}{7} \times 100 = 57.14\%$$

2.2.- Métodos para determinar la digestibilidad.

Church et al. (2002) y Besse (1977) mencionan que el elevado costo de las pruebas de digestión, en particular en el caso de los rumiantes, ha estimulado el empleo de técnicas *in Vitro* que permiten simular en condiciones controladas la fermentación que tiene lugar en el rumen. Varios métodos se han creado, y algunos son más apropiados que otros para un propósito específico.

McDonald et al. (1969) menciona dos métodos para determinar la digestibilidad:

a).- *Método del indicador.* Hay ocasiones en que por falta de material apropiado o por la naturaleza del ensayo, es imposible controlar la ingestión de comida o pesar las heces o ambas cosas. En estos casos es posible calcular la digestibilidad añadiendo al alimento una sustancia que sea totalmente indigestible y midiendo su concentración en el alimento y en pequeñas muestras de heces de cada animal; la relación que existe entre estas concentraciones da una medida de la digestibilidad.

b).- *Método en laboratorio.* No es fácil reproducir en su totalidad la digestión de los animales no rumiantes, pero la digestibilidad de las proteínas puede medirse atacándolas *in Vitro* con pepsina y ácido clorhídrico. La digestibilidad de los

alimentos para rumiantes puede medirse en el laboratorio con toda garantía, tratándose primeramente con líquido del rumen y después con pepsina. Éste es el llamado método de "dos etapas in Vitro"; en la primera de las cuales una muestra del alimento finamente molido se incuba durante 48 horas, en condiciones anaerobias, con líquido del rumen taponado. En la segunda etapa se matan las bacterias acidificando con ácido clorhídrico hasta un pH 2 y se digieren después incubando con pepsina otras 48 horas. El residuo insoluble se filtra, se seca y se incinera, restando su materia orgánica de la que existía en el alimento para obtener información sobre la materia orgánica digestible.

Church, et al. (2002) y Tejada (1992) mencionan algunos de los métodos más comunes de las técnicas de digestión ruminal

2.2.1.- Pruebas por lote o digestibilidad in Vitro: se obtiene una pequeña cantidad de líquido ruminal de un animal que lleva una cánula en el rumen. Después de que se elimina la mayor parte de las partículas alimenticias, el líquido se coloca en un recipiente junto con una solución amortiguadora o buffer (para simular la saliva) y la muestra de prueba. La mezcla se fermenta a temperatura del rumen (39° C) por un periodo de 24 a 48 horas.

Ésta técnica está diseñada para determinar la digestibilidad real o aparente de un forraje. Ésta técnica se explicará con más detalle en la metodología.

2.2.2- Fermentadores continuos o vivar: En un diseño bien realizado y de manera continua es posible simular la ingesta del alimento y la salida de éste

del rumen por un periodo de días o semanas. Este método es útil para seleccionar forrajes o caracterizarlos de manera general para su consumo por rumiantes. También sirve para conocer las funciones del rumen y el metabolismo.

2.2.3.- Técnica de la bolsa de nylon o digestibilidad in situ: En este procedimiento el alimento que se quiere probar se coloca en una bolsa de nylon o material indigerible, suspendida en el rumen de un animal provisto de una cánula ruminal. Después de un tiempo predeterminado, se extraen las bolsas y se determina la pérdida del material de la bolsa. Esta técnica es usado para estimar la calidad del forraje, y la desaparición de la materia se interpreta como materia digestible.

2.3.- Factores que afectan a la digestibilidad del alimento.

McDonald et al. (1969) y Flores (1980), señalan que existe una serie de factores que afectan a la digestibilidad de los alimentos.

- 1).- Composición del alimento.
- 2.- Composición de la ración (ingredientes).
- 3.- Preparación de los alimentos.
- 4.- Factores dependientes del animal:
 - a).- Edad
 - b).- Especie
 - c).- Etapa de crecimiento y desarrollo.

d).- Nivel de ingestión.

5.- Nivel de alimentación.

Church, et al. (2002) mencionan que la disponibilidad biológica de los nutrientes no se encuentran fija a un valor constante, es afectado por muchos factores, incluso en animales de la misma raza, sexo y edad (cuadro 1), que hay una diferencia considerable en cuanto a capacidad estomacal, lo que afecta el coeficiente de alimentación, también existen otros factores no conocidos que afectan la digestibilidad de los alimentos (masticación de forraje, tipo de alimento, etc).

Cuadro 1. Variación característica de la digestibilidad en ovejas. (Church, et al. 2002).

<i>Animal numero</i>	<i>Materia Seca</i>	<i>Proteína Cruda</i>	<i>Digestibilidad</i>
			<i>Energía</i>
1	76.9	77.1	80.8
2	73.1	73.0	77.3
3	72.3	77.2	80.1
4	78.7	77.3	73.1
5	76.0	67.4	74.6
Media	76.5	73.6	77.2

2.4.- Composición Nutricional de la Cerdaza.

Al aumentar el número y sobre todo el tamaño de las granjas porcinas, el excremento de los cerdos (cerdaza) se ha convertido en un problema de contaminación ambiental, con riesgos para la salud humana. La composición química de la cerdaza, es influenciada por la etapa productiva del animal, la dieta que le es proporcionada y la forma en que es colectada. Conociendo el alto contenido de fibra y nitrógeno no proteico de la cerdaza, se ha buscado utilizar a los rumiantes como un medio para transformar este desperdicio en carne para consumo humano.

Kornegay et al.(1977) señalan que los cerdos durante la etapa de finalización pueden ser capaces de digerir los componentes de las heces de cerdo a niveles altos tales como: 48 por ciento de materia seca, 46.7 por ciento de energía, 31.6 por ciento de cenizas, 40.9 por ciento de fibra cruda, 51.4 por ciento de proteína verdadera y 45.9 por ciento de extracto libre de nitrógeno.

Smith y Wheeler (1979) indican que las excretas de los animales contienen de 48 a 73 por ciento del total de nutriente digestibles, 20 a 30 por ciento de proteína cruda, 14 a 20 por ciento de fibra, 0.9 a 8.8 por ciento de calcio, 1.6 a 2.5 por ciento de fósforo, 0.4 a 0.9 por ciento de magnesio y de 0.5 a 2.3 por ciento de potasio, así mismo menciona que el valor económico que alcanza la excreta animal como fuente de nutriente para la alimentación animal es superior que como fuente de nutriente para las plantas.

Orr et al. (1971) en su evaluación de las heces de cerdo en base a materia seca; indican que contienen. 21.6 % de PC, 1.0 % K, 0.26% Na, 2.5% Ca, 1.6 % P, 800 ppm Mg, 455 ppm Fe, 509 ppm Zn, 177 ppm Mn y 108 ppm Cu.

Las excretas del cerdo, son el resultado del siguiente proceso: la excreta, orina y residuos de alimentos de las granjas son canalizados, con agua, a una fosa. De allí se extrae la suspensión para pasarla a través de una malla de acero inoxidable; el afluyente se desecha a una laguna y el residuo sólido se separa y exprime mediante presión con tornillo sinfín (Padilla et al., 2000).

Berger et al. (1981), reportaron valores de 24.0, 23.9, 10.6, 15.5, 17.4 y 27.2 por ciento para Materia Seca, Proteína Cruda, Extracto Etéreo, Fibra Cruda, Cenizas y Extracto Libre de Nitrógeno, respectivamente para las heces de cerdo, utilizando microsilos.

Pérez (1998) menciona que la práctica de alimentar rumiantes con las excretas porcinas está ampliamente difundida en países de América Latina. Las excretas se separan por medios mecánicos o manuales, se mezclan con granos y otros ingredientes como las melazas, y llegan a sustituir al grano hasta en un 40% en las etapas de engorda. La proteína cruda representa el 27% (0.20 kg de PC de los sólidos excretados).

Camacho (1998) menciona que la composición de la cerdaza se ve afectada por varios factores, tipo de alimentación, animal, etc., al realizar un estudio sobre la composición química de las varias etapas productivas de la cerdaza compuesta y obtenidos por medios mecánicos (separador) encontró diferentes valores de Proteína cruda, contenido de humedad, Extracto Etéreo, etc, (cuadro 2).

Cuadro 2. Composición química de cerdaza de diferentes etapas productivas, cerdaza compuesta y obtenida del separador en MS* (Camacho, 1998).

Etapa Productiva	Nutriente									
	Humedad %	P. C. %	E. E. %	Cenizas %	FND %	FA D %	CN E %	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	3,36	0,21	445,04
Engorde	78,55	23,38	6,47d	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	72,52	15,80	8,64	20,08	30,65	11,79	16,22	5,01	0,27	920,60
Tipo de cerdaza										
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.

Bhattacharya et al (1975) realizaron estudios sobre la composición de las excretas de diferentes especies, siendo la mejor las heces de aves, también encontraron que las heces cerdo son de mayor calidad comparadas con las heces de bovino, lo que lo hace más aprovechables al ser incorporadas en las dietas para rumiantes (Cuadro 3).

Cuadro 3. Composición nutritiva de heces de diferentes especies animales (Bhattacharya et al., 1975)

Heces de				
	aves	aves deshidratada	bovino	cerdo
NDT %	73	52	48	48
PC %	31	28	20	24
FC %	17	13	20	15
Calcio	2.4	8.8	0.9	2.7
Fósforo	1.8	2.5	1.6	2.1
Magnesio	0.4	0.7	0.4	0.9
Potasio	1.8	2.3	0.5	1.3

2.5.- Utilización de excretas de cerdo en la alimentación animal.

Obregón et al (1996) indican que en México, las heces de cerdo es un recurso con gran potencial para destinarlo como ingrediente en alimentación animal debido a su bajo costo, su elevado contenido en materia orgánica (al menos 78 %) y niveles apreciables de proteína cruda (15 %), lo que hace necesario a su utilización e incorporación fundamentalmente en raciones de

rumiantes y de esta forma coadyuvar a la solución del problema de contaminación ambiental provocado por la industria porcina.

Las explotaciones intensivas de producción animal generan gran cantidad de excretas (heces y orina), por lo que algunos investigadores como Wilkinson (1979), Harmon et al. (1972); Arndt et al. (1979); Lucas et al. (1975), Smith y Wheeler (1979) coinciden en que las excretas pueden ser recicladas y utilizadas en la alimentación animal, para lo cual los rumiantes son los animales ideales para ser alimentados con estos ingredientes de relativa mala calidad, ya que gracias a la relación simbiótica que guarda con los microorganismos de su rumen pueden digerir la fibra y utilizar compuestos de nitrógeno no proteico.

2.5.1.- Alternativas para el uso de excretas (Fontenot, 1979):

- 1.- Fuente de nutriente para las plantas.
- 2.- Subproducto en la producción de metano para los microorganismos.
- 3.- Subproducto para la síntesis de proteína microbiana y de insectos.
- 4.- Ingrediente alimenticio para animales de granja.

Wilkinson (1979), menciona que los desechos de animales incluyendo todos sus materiales asociados tienen muy poca aportación de nutrientes para las plantas al ser incorporado al suelo como fertilizantes, además de ser muy costoso por el grado de su manejo, por lo que se le debe de considerar con mayor valor como ingrediente alimenticio que como fertilizante para las plantas,

por lo que el reciclaje de heces reduciría la competencia entre el hombre y los animales por ciertos ingredientes alimenticios, por lo que se considera al reciclaje como la práctica de utilizar el excremento de animales como parte de la alimentación de los mismos debido al alto contenido de nutriente que existe en éstos.

Harmon et al. (1973), mencionan que el reciclaje de la oxidación de desechos de cerdo con alimento seco, es bien aprovechada en la alimentación de cerdos en finalización aún y cuando la solución de oxidación de desechos de cerdo es marginal en proteína, el contenido de lisina es de uno a dos por ciento y de tres por ciento de materia seca incrementando ésta la toma de la proteína.

Barrón (1989), menciona que las heces de cerdo en finalización se deben usar sólo cuando la escasez de grano sea muy severa y en bajos niveles de inclusión; no debe ser mayor del 10 por ciento y solamente para animales en las etapas de crecimiento y finalización.

Orduña (1988) menciona que la utilización de excretas de cerdo reduce los costos de alimentación, además de reducir la competencia entre el hombre y animales por cierto tipo de productos alimenticios.

Salazar y Cuarón (S/ F), mencionan que el uso de las excretas de los animales en la realimentación, obedece principalmente a su elevado contenido de materia mineral y de nitrógeno, el que representa su mayor riqueza, aunque

cuentan con una pobre concentración de energía. Por su gran disponibilidad, las excretas de cerdo están cobrando relevancia en la engorda de rumiantes, ya como una actividad secundaria a la cría de cerdos, ligada al manejo de los estiércoles en la misma granja, o bien, como un producto exportado a las engordas intensivas de ganado.

Domínguez y Flores (1994) demuestran que un suplemento integrado con el 40% de subproductos no convencionales como en el caso de la cerdaza puede competir satisfactoriamente con un alimento comercial.

Obregón et al. (1995) mencionan que se puede utilizar la cerdaza y el contenido ruminal en raciones integrales para ovinos. En su prueba la ganancia de peso promedio por día fue 0.244 kg y la eficiencia alimenticia fue 4.315 Kg determinándose un consumo de alimento diario de 1.053 kg

Mejía et al. (1997) menciona que el uso de cerdaza no desmejora los incrementos diarios de peso en la etapa de engorde cuando se utiliza hasta un 10 %, y cuando se adiciona un 20 % a la ración, aumenta el tiempo de estadía en la fase de engorde en 2 semanas y los incrementos diarios de peso son significativamente bajos.

Barajas (1997), describe que la cerdaza es un subproducto utilizable en la alimentación de rumiantes. Su uso factible como sustituto de forraje en no

más de 45 por ciento de la dieta y aparentemente ésta más indicado para su utilización en raciones de crecimiento y sostén.

Mandujano (1992) menciona que en el aspecto económico debe haber una sustitución del 15 por ciento de heces en la ración. Por lo que es posible la utilización de heces de cerdo en la alimentación animal.

2.6.- Métodos de procesamiento de las excretas de los animales para una mayor digestibilidad.

La cerdaza posee un alto contenido de humedad y varios tipos de microorganismos patógenos y parásitos. Estos microorganismos son responsables de la degradación de los constituyentes de la materia orgánica de la cerdaza, con la consecuente pérdida de energía en la forma de dióxido de carbono y de proteína en la forma de amonio (Arndt et al., 1979)

Un apropiado procesamiento de la cerdaza es necesario con el fin de conservar los nutrimentos, destruir agentes patógenos, incrementar la palatabilidad, la digestibilidad y facilitar su almacenamiento por un período de tiempo mayor (Arndt et al., 1979).

2.6.1.- Ventajas y Desventajas de procesamientos de las excretas de los animales

Arndt et al., (1979) mencionan que el procesamiento de las excretas de los animales puede ser benéfico para mejorar el sabor, recuperación de nutrientes, destrucción de patógenos, y control de olores y una mejor digestibilidad.

Los métodos de procesamiento son: secado (natural y por aire caliente), tratamientos químicos, silos separación de sólidos y líquidos, y composta.

1.- secado natural (Obregón et al., 1994 y Arndt et al., 1979).

Ventajas:

- a):- El material seco es incorporado fácilmente dentro de una dieta.
- b).- Baja la contaminación del aire.
- c).- La materia seca se amontona fácilmente.
- d):- Disminuye los costos en el secado.
- e).- Disminuye los requerimientos en el manejo.

Desventajas:

- a):- Perdidas altas de nitrógeno.
- b).- Perdidas relativamente altas en nutrientes y energía.
- c).- El material secado se compacta, por lo que requiere de la pulverización para que pueda ser utilizado.
- d):- Pueden contener patógenos.

2.- Secado por aire caliente.

Ventajas:

- a):- Buena aceptación por los animales.
- b).- El material es fácilmente incorporado dentro de la dieta y fácil manejo para amontonarla.
- c).- Las temperaturas destruyen los patógenos.
- d):- La materia seca es deodorizada.

Desventajas:

- a):- La contaminación del aire puede ocurrir durante el procesamiento.
- b).- Se requiere equipo para el control de olores, el cual tiene un costo elevado.
- c).- Los requerimientos de tiempo y energía son altos por la recolección, transportación y deshidratación.

3.- Ensilaje (silo). Arndt et al., (1979), Coutiño., (1989) y Sanchez (1994)

Ventajas:

- a):- Incrementa la aceptación por el animal.
- b).- Pérdidas nutritivas.
- c).- Existe muchas formas para la utilización en la alimentación.
- d):- Permite el esquite en pacas (de fácil amontonamiento).
- e).-El control de patógenos es aproximadamente a la tercera semana de ensilaje.
- f).- La materia es deodorizada.
- g).- Se pueden utilizar fracciones de sólidos y líquidos.

Desventajas:

- a):- Después de determinado tiempo de ensilaje existe degradación del material.
- b).- Se necesita de manejos o requerimientos de mano de obra para la recolección, transportación al almacén y de ahí a los corrales.
- c).- Requiere facilidades para su almacenaje.

4.- Separación de líquidos y sólidos. Arndt et al., (1979)

Ventajas:

- a):- El procesamiento de sólidos tiene buena aceptación por los animales.
- b).- Mecanizado.

Desventajas:

- a):- Alta pérdida de nutrientes en el líquido que no es utilizado.
- b).- Los sólidos retenidos tiene bajo valor nutritivo.
- c).- Costo de operación y mantenimiento.
- d):- Alta inversión inicial en equipos.

5.- Tratamientos químicos. Arndt et al., (1979)

Ventajas:

- a):- Incrementa la aceptabilidad por los animales.
- b).- La cosecha inmediata y realimentación reduce pérdidas.
- c).- No requiere de almacenamiento.
- d):- Es deodorizada.

e).-Utiliza fracciones de líquidos y sólidos.

Desventajas:

a):- Recolección y procesamiento diario.

b).- Su corta duración no requiere extenso almacenaje.

c).- Se requiere de equipo para mezclar.

d):- Costo de las sustancias químicas

6.- Composta. Arndt et al., (1979)

Ventajas:

a):- Buena aceptación por los animales.

b).- Permite almacenamiento.

c).- Control de patógenos.

d):- Deodorizada.

e).- Método relativamente simple.

Desventajas:

a):- Perdidas de nutrientes.

b).- Alto costo de equipo y maquinaria.

Sánchez (1994) menciona que el ensilaje mejora las características físicas de las heces. También menciona que tanto el consumo, la ganancia de peso y la conversión alimenticia es afectado en los cerdos de traspatio que consuma la ración con el 30 por ciento de heces-sorgo molido.

2.7.- Recomendaciones para la utilización de los nutrientes de la excreta animal.

Según Arndt et al. (1979) las recomendaciones para la utilización de los nutrientes en la excreta animal son:

1.- La formulación de la dieta:

La excreta animal puede ser incorporada dentro de las dietas de la misma manera que otros ingredientes, basado en el contenido químico, nutritivo y digestivo.

2.- Animal ideal.

El rumiante es el animal ideal para maximizar la utilización de los nutrientes de las excretas de los animales.

a).- El rumiante está mejor adaptado (enzimáticamente) para degradar los altos niveles de ácidos nucleicos en proteínas celulares simples que los no rumiantes.

b).- La actividad microbiológica del rumen puede liberar energía a través de la fibra residual (celulosa).

Coutiño (1989) recomienda la utilización de mezclas de heces de cerdo con sorgo en diferentes niveles en la alimentación de animales. En su prueba de digestibilidad in Vitro de la Materia Seca y Materia Orgánica de los

tratamientos (heces de cerdo-sorgo: en niveles de 75:25, 50:50, 25:75, 00:100 por ciento, respectivamente), fue superior conforme disminuía el nivel de heces y se incrementaba la proporción de sorgo.

2.8.- Cuidados de la utilización de las excretas.

Téllez y Buchenau (S/F) dicen que el requerimiento de Cobre es de 6-10 mg/kg de alimento, o bien de 9 mg/animal/día. La toxicidad se provoca al suministrar raciones con más de 20 ppm de Cobre, siendo común esto al utilizar gallinaza, pollinaza, cerdaza o alimentos preparados para otras especies.

Con respecto a la calidad de la canal de aquellos animales alimentados con distintas heces, no se ha presentado ningún efecto nocivo sobre el ser humano, sin embargo, se han encontrado en el hígado y grasas del riñón de novillos, diferentes concentraciones de drogas (clorotetraciclina, amprolina, nicarbacina, arsénico y cobre), provenientes de las heces de las raciones que contienen heces de animales tratados con estos productos (Fontenot y Webb, 1975).

2.8.- Digestibilidad de la cerdaza.

Bhattacharya et al. (1975) y Quintero et al. (1997) describieron en su trabajo que ovejas alimentadas con un nivel aproximado de 30 por ciento de heces en la dieta presentaron una digestibilidad aparente de la materia seca de 50.0 por ciento y 51.0 por ciento de materia orgánica.

Coutiño (1989) menciona que la digestibilidad In Vitro de la materia seca y materia orgánica, se ve influenciada en los niveles de heces y su contenido químico de las dietas, encontrándose una digestibilidad de la materia seca y materia orgánica de 54.2 y 74.1 por ciento respectivamente, de las heces solas.

Flores et al. (1994) en uno de sus experimentos realizados comprobaron que la inclusión de la cerdaza en 45 por ciento en la sustitución de heno de sudan no afectó la digestibilidad. En otro experimento concluyeron que se puede utilizar el 50 por ciento de cerdaza sustituyendo heno de sudan, sin afectar la digestibilidad de dietas para borregos.

Barajas et al. (1994) estudiaron el comportamiento de la cerdaza en el rumen, llevaron a cabo una prueba de degradación ruminal de la parte no soluble requirió de 12 horas de incubación, que la máxima degradación se alcanzó a las 48 horas y que el 70 por ciento de la materia seca fue degradable en el rumen.

Pérez et al. (1990) incluyeron 0, 10 y 20 por ciento de cerdaza en dietas para borregos Rambouillet, no encontrando efecto sobre la digestibilidad aparente de las dietas.

Barajas et al. (1995) en su trabajo de digestibilidad de la materia seca de la cerdaza, con una dieta a base de maíz y harina de soya encontró una digestibilidad de la materia seca entre 88.0 y 90.0 por ciento.

Camacho (1998) menciona que la inclusión de cerdaza en las mezclas afecta la DIVMS. Evaluando la DIVMS y el contenido proteico de mezclas de tres niveles de cerdaza compuesta (20, 40 y 60 %); 15 % de melaza de caña y diferentes subproductos agroindustriales (salvadillo de trigo, semolina de arroz, bagazo de caña y harina de palmiste) en niveles de 25, 45 y 65 %, encontraron que el nivel de 20 % de cerdaza + 15 % de melaza + 65 % de salvadillo de trigo presentó la mayor DIVMS (78.36 %) con excepción de las mezclas con bagazo y harina de palmiste. La adición de cerdaza en niveles superiores al 40 % cerdaza disminuyó la DIVMS (36.17 %).

3.- MATERIALES Y METODOS.

3.1.- Descripción del área de estudio.

Esta investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Producción Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, situada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a una latitud de 25° 22' Norte y 101° 01' de longitud Oeste, a una altitud de 1742 msnm, siendo su temperatura media anual de 17.7° C y su precipitación media anual de 303.9 mm. El clima de acuerdo a Koppen y modificado por García (1973), es considerado como Bso Rx'(e), el clima seco o árido.

3.2.- Descripción de la metodología.

Se tomaron muestras compuestas de 200 gramos por dieta con cerdaza ensilada, fue secada en una estufa a 65° C durante 48 horas aproximadamente. Después de éste procedimiento se molieron las muestras en un molino Wiley con criba de 1 mm y con ella se llenaron 90 bolsitas en total de tela para concentrado de 5 x 10 cm y bolsitas de tela para forraje de 10 x 20 cm, con 0.5 gramos de muestra seca, las bolsitas fueron identificadas perfectamente; Se colocaron de 22 a 23 bolsitas por cada frasco oscuro, con el inóculo ya preparado, y estos fueron incubados a: 0, 3, 6, 12, 24 y 48 horas, en la incubadora Daisy", (Ankom, 2000); los análisis químicos son descritos por A. O. A. C., (1980).

Las cuatro dietas fueron preparadas con diferentes niveles de cerdaza, rastrojo de maíz, soya, melaza, vitaminas, minerales y sal común (cuadro 4), contenían 16.0, 16.47, 16.90 y 16.90 por ciento de PC en base a materia seca respectivamente.

Una vez cumplido el tiempo de incubación, las bolsas se lavaron con agua corriente y se secaron en una estufa a 65° C por 24 horas, la digestibilidad de la materia seca se cálculo con las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ DIV} = \frac{100 - (W3 - (W1 \times C1))}{W2} \times 100$$

$$\% \text{ DIVMS} = \frac{\% \text{ DIV}}{X \text{ MST}} \times 100$$

Donde:

W1= Peso de la bolsa tarada

W2= Peso de la muestra

W3= Peso final de la muestra después de la digestión in Vitro.

C1= Correlación de la bolsa (blanco)

MS= Materia seca total

X MST= Media de la suma total de la Materia seca total.

% DIV= Por ciento de digestibilidad.

Al realizar la digestibilidad in Vitro, se prepararon dos soluciones Buffer (amortiguadores) para simular la digestión microbiana.

Para la obtención del liquido ruminal o inculo se utilizó una vaca con una fístula ruminal permanente. El liquido ruminal extraído fue filtrado para evitar

partículas de la fracción sólida del rumen, al depositarlo en un recipiente (termo) se mantuvo a una temperatura de 39° C y en los recipientes del digestor se la agregó gas (bióxido de carbono) para evitar la muerte de microorganismos por cambio brusco de la temperatura y asegurar una población representativa de la fermentación in Vitro colocados en la incubadora.

También se colectó las heces de cerdo en la granja porcina en etapas de crecimiento y finalización (por tener dietas más ricas en proteína) de la Institución para conocer su DIVMS por sí sola.

Los datos obtenidos de la digestibilidad in Vitro de la materia seca, fueron analizados en un arreglo factorial (Niveles de cerdaza x Tiempo de Incubación) de 5 x 6 en un diseño completamente al azar con tres repeticiones (30 tratamientos) siendo el factor A los diferentes niveles de cerdaza (0, 20, 40, 60 y 100 %), el factor B el tiempo de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 horas), con un nivel de significancia ($P < 0.05$) para obtener diferencia estadística, con una correlación de los porcentajes de degradación con relación al tiempo de incubación. Según Mehrez y Oskov, (1977).

El modelo estadístico que se utilizó fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor de la característica en estudio, las dos últimas sobre la unidad experimental (i j).

μ = Efecto común a todas las unidades experimentales.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (niveles de cerdaza).

Eij = Error experimental.

j = 1,2,3,4,5,6 (Tiempos de Incubación)

i = 1, 2, 3, 4, 5 Tratamientos (Niveles de cerdaza en la ración).

Olivares, (1994).

Cuadro 4. Composición de las cuatro dietas experimentales con diferentes niveles de cerdaza.

Ingredientes	Porcentajes de dietas en base a materia seca.			
	I	II	III	IV
Cerdaza	0.0	20.0	40.0	60.0
Rast- Maíz	61.89	47.0	35.25	25.0
Sorgo	2.54	-	-	-
Soya	34.82	18.0	9.75	-
Melaza	-	15.0	15.0	15.0
Min-Traza	0.05	-	-	-
Premez- Vit	0.2	-	-	-
Sal Común	0.5	-	-	-
Análisis Calculado en base Materia seca.				
MS %	87.37	77.76	70.18	62.5
PC %	16.0	16.47	16.90	16.90
ENmMcal/kg	1.371	1.336	1.252	1.148
ENg Mcal/kg	0.778	0.789	0.757	0.708
Ca %	0.43	0.912	1.119	1.63
P %	0.402	0.922	1.011	1.107

Las cuatro raciones fueron calculadas en base a materia seca, para conocer su aporte nutricional. Las cuatro dietas tienen un promedio de 16.0 % de Proteína Cruda.

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados de la digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS) fueron analizados (30 tratamientos) bajo un arreglo factorial con diseño completamente al azar empleando el programa computacional diseñado por Olivares (1994), donde el factor A son los niveles de cerdaza en MS, el factor B el tiempo de incubación, con tres repeticiones, Cuadro 5.

Cuadro 5. Coeficiente de digestibilidad in Vitro de la materia seca de las raciones experimentales y la cerdaza (%). Comparación de medias (Tukey) del factor A.

Tratamiento	Tiempo de Incubación (Horas)					
	0	3	6	12	24	48
0 % Cerdaza	26.7033 c	34.4467 b	40.5833 b	61.6033 ab	83.4733 a	92.4833 a
20 % Cerdaza	47.1967 a	54.7833 a	57.2200 a	65.2000 a	66.3000 bc	87.4600 ab
40 % Cerdaza	37.4867 b	48.4967 a	54.6633 a	61.9733 ab	71.5600 b	82.8200 b
60 % Cerdaza	37.1700 b	49.8833 a	51.6133 a	55.9233 b	62.5200 c	72.4400 c
100 % Cerdaza	21.1100 c	54.0700 a	54.9067 a	57.7300 b	72.4400 b	88.4200 a

a,b,c,d, = Medias de la misma fila, de la misma hilera son altamente significativo. (P 0.05). La calidad de los tratamientos está representada en orden alfabético.

En el cuadro 5, se muestra la tendencia de los tratamientos que se da en la digestibilidad de la ración, mientras más tiempo pase las horas de incubación de la ración se ve un incremento, encontrando una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) tanto para los efectos principales como para la interacción (niveles de cerdaza x tiempo de incubación), se encontró un coeficiente de correlación de $r=0.8620$. Estos resultados de la DIVMS de las raciones a las 48 horas de incubación fueron 92.48, 87.46, 82.82, 72.44 y 88.42 % con diferentes niveles de cerdaza (0, 20, 40, 60 y 100 % respectivamente) que difieren con los resultados de Flores et, al.(1996) y Barajas (1994) quienes encontraron una digestibilidad de la materia seca a las 48 horas de 67.4 %, también encontraron una digestibilidad in situ de 66.95 y 66.56 % respectivamente. Barajas et al. (1994), estudiaron el comportamiento de la cerdaza en el rumen, llevaron a cabo una prueba de degradación ruminal en borregos peliquey utilizando la técnica de bolsa de nylon, ellos encontraron, que el tiempo necesario para que iniciara la degradación ruminal de la parte no soluble requirió de 12 horas de incubación, que la máxima degradación se alcanzó a las 48 horas y que el 70 por ciento de la materia seca fue degradable en el rumen lo que fue inferior encontrado en esta investigación de todos los tratamientos (cuadro 5) del mismo tiempo de degradación (figura 1).

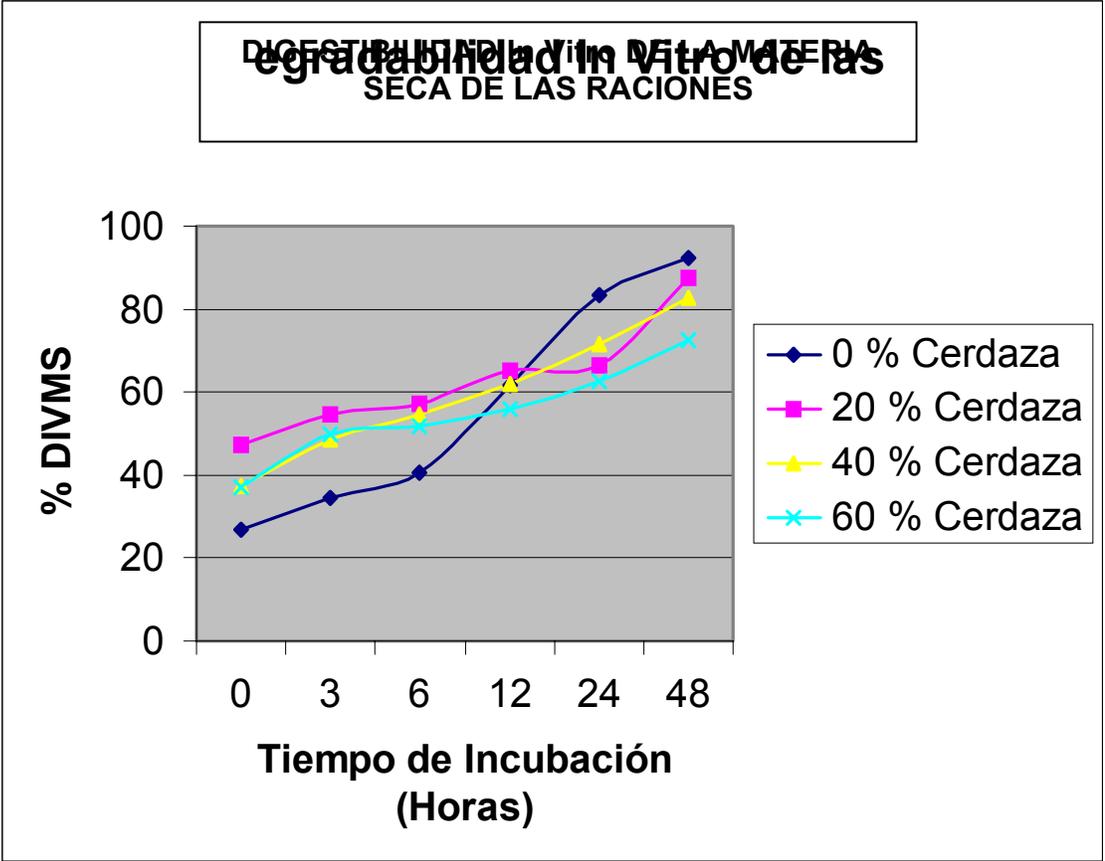


Figura 1.- Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca (DIVMS) de las cuatro raciones de cerdaza.

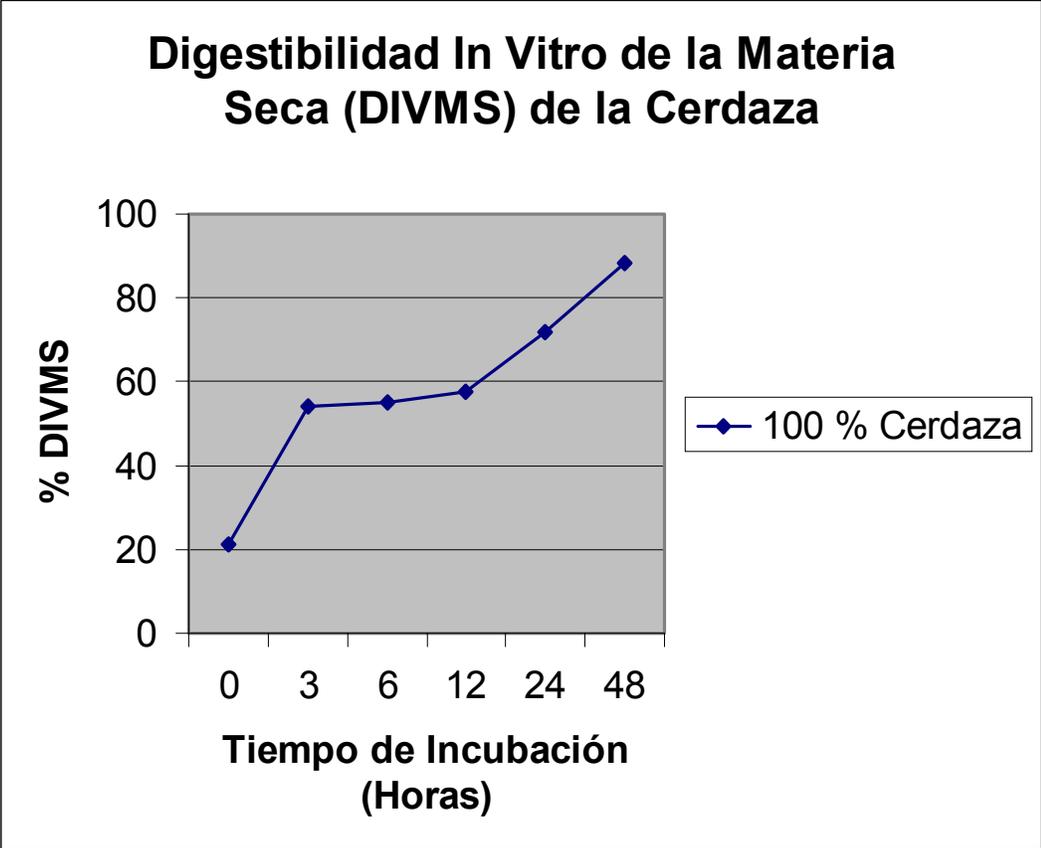


Figura 2.- Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca (DIVMS) de la cerdaza sola.

Cuadro 6. Digestibilidad In Vitro de la materia seca de raciones con diferentes niveles de cerdaza (0, 20, 40 y 60 %)

Tratamiento	Media	
I	56.5489	cd
II	63.0267	a
III	59.5000	b
IV	54.9250	d
V	58.0344	bc

A,b,c,d, = Indican estadísticamente no significativo ($P < 0.05$). la calidad de los tratamientos está representada en orden alfabético.

Se realizó la comparación de medias (Tukey) del factor A (Niveles de cerdaza en la ración) dentro de cada nivel del factor B (Tiempo de incubación) encontrando que la DIVMS se incrementa al utilizar 20 % de cerdaza en la ración (cuadro 6), se observa sólo una diferencia numérica más no significativa. Estos resultados difieren encontrado por Camacho (1998), en la DIVMS de 37.18, 78.36, 69.37 y 61.18 por ciento, utilizando en sus tratamientos bagazo, salvadillo de arroz y harina de palmiste (15 %) respectivamente. También se encontró diferencias de digestibilidad al utilizar 40 % de cerdaza en la ración y fue superior al utilizar 60 % de cerdaza comparadas con Camacho (1998). Barajas et, al. (1994) encontró una degradación de 66.56 y 69.37 % al utilizar 50 y 45 % de cerdaza en sus tratamientos respectivamente. Quintero et al.

(1997), Bhattacharya et al (1975) describieron en su trabajo que ovejas alimentados con un nivel aproximado de 30 por ciento de heces con la dieta presentaron una digestibilidad aparente de la materia seca de 50.0 por ciento y 51.0 por ciento para materia orgánica.

Coutiño (1989), menciona que la digestibilidad in Vitro de la materia seca y materia orgánica, se ve influenciada en los niveles de heces y su contenido químico de las dietas, encontrándose una digestibilidad de la materia seca y materia orgánica de 54.2 y 74.1 por ciento, respectivamente en los tratamientos que contenía heces solas, lo que es superior a los resultados descritos de ésta investigación de la DIVMS (figura 2). Flores, et al. (1994) en uno de sus experimentos realizados comprobaron que la inclusión de la cerdaza es de 45 por ciento en la sustitución de heno de sudan y no efecto la digestibilidad. En otro experimento realizado concluyeron que se puede utilizar el 50 por ciento de cerdaza sustituyendo heno de sudan, no afecta la digestibilidad de dietas de borregos. Pérez et al. (1990), Incluyeron 0, 10 y 20 por ciento en dietas con cerdaza para borregos Rambouillet, no encontrando efecto sobre la digestibilidad aparente de las dietas. Hernández, (1995), en su trabajo de la digestibilidad de la materia seca de la cerdaza, con una dieta a base de maíz y harina de soya presentó una digestibilidad de la materia seca entre 88.0 y 90.0 por ciento.

Cuadro 7.- Digestibilidad In Vitro de la materia seca de raciones con diferentes niveles de cerdaza (0, 20, 40, 60 y 100 %) a diferentes tiempos de incubación.

Tiempo de Incubación (Horas)	Media	
0	33.9333	f
3	48.3360	e
6	51.7973	d
12	60.4860	c
24	71.1647	b
48	84.7247	a

a,b,c,d,e,f = Medias de la misma fila, de la misma hilera son no significativo. (P 0.05). La calidad de los tratamientos está representada en orden alfabético.

La comparación de medias (Tukey) de la DIVMS en los tiempos de fermentación (Cuadro 7) se muestra la tendencia de la digestibilidad de la ración, mientras más tiempo pase las horas de incubación de la ración se ve un incremento, encontrando una diferencia numérica pero no significativa (P> 0.05).

La figura 3, muestra la tendencia y el efecto de la digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS), donde se muestra una diferencia numérica pero no significativa, donde la ración que contenía el 20 % de cerdaza es la mejor con una digestibilidad de 63.02 %; decayendo la ración 3 y 4 (cuadro 6); la cerdaza sola se mantuvo mayor que la ración testigo (0 % cerdaza), lo que demuestra su comportamiento similar a los forrajes.

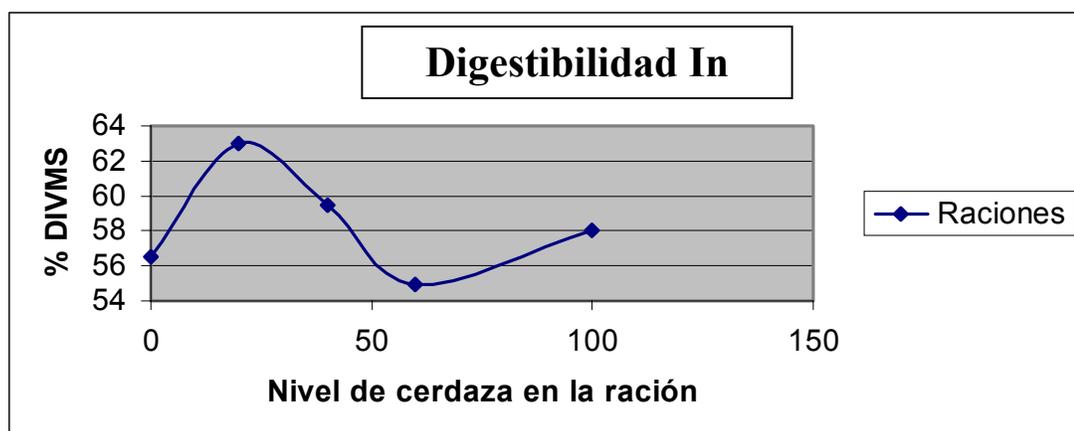


Figura 3.- Digestibilidad in Vitro (DIVMS) de las medias de la cuatro raciones con cerdaza y de la cerdaza sola.

Cuadro 8. Interacción entre los dos factores A x B (Niveles de cerdaza x Tiempo de Incubación).

A	x	B	Media (%)	A	x	B	Media (%)
1		6	92.48 a	4		4	55.92 gh
5		6	88.42 ab	5		3	54.90 ghi
2		6	87.46 ab	2		2	54.78 ghi
1		5	83.47 bc	3		3	54.66 ghi
3		6	82.82 bc	5		2	54.06 ghi
4		6	72.44 c	4		3	51.61 hi
5		5	71.97 d	4		2	49.88 hij
3		5	71.55 d	3		2	48.49 hij
2		5	66.30 de	2		1	47.19 ij
2		4	65.19 de	1		3	40.58 jk
4		5	62.97 fe	3		1	37.48 k
3		4	62.52 f	4		1	37.17 k
1		4	61.53 f	1		2	34.45 kl
2		3	57.73 gh	1		1	26.69 lm
5		4	57.22 gh	5		1	21.11 m

La interacción entre éstos dos factores fue altamente significativo ($P > 0.01$), la calidad de los tratamientos ésta representada alfabéticamente.

Los valores de A están representados por diferentes Niveles de cerdaza siendo el valor 1 (ración sin cerdaza), 2 (20 % cerdaza), 3(40 % cerdaza), 4 (60 % cerdaza) y 5 (100 % cerdaza). Los valores de B son los Tiempos de Incubación (0, 3, 6, 12, 24 y 48 h) esta representada numéricamente donde el tiempo cero es el valor 1 y así sucesivamente. Entre la interacción de estos dos factores la ración sin cerdaza alcanzó al valor más alto en el tiempo 48 y valor de menor calidad lo alcanzo la cerdaza pura al tiempo cero (21.11%).

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Con los resultados obtenidos en la presente investigación, se llega a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

1.- La respuesta de la digestibilidad In Vitro de la materia seca (DIVMS) de la cerdaza en la ración no se incrementó conforme se aumentaba los niveles de la misma.

2.- La cerdaza se puede utilizar como ingrediente en la elaboración de raciones para ovinos y otros rumiantes.

Se recomienda que se hagan más estudios sobre la digestibilidad de la cerdaza en cuanto su colecta de heces en cada etapa de producción porcina, para incorporarlo como ingrediente en la elaboración de raciones para rumiantes.

6.- BIBLIOGRAFÍA.

Ankom Technology, 2000. Helping to feed the world with innovative analytical instruments.

<http://www.ankom.com>

A. O. A. C. 1980. Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 13 th, Washington, D. C., U. S. A. p.p. 1081

Arndt, D. L., D. L. Day and E. E. Harfield. 1979. Processing and Handling of Animal Excreta for Refeeding. J. Anim. Sci. 48:157

Barajas, C. R., L. R. Flores; J. F. Obregón, J. E. Domínguez y J. A. Romo. 1994. Digestibilidad de la Cerdaza Secada al Sol como Sustituto de Forraje en Dietas Practicas para Rumiantes. Memorias del V Reunión Bianual de Nutrición Animal. GNMNA-U.A.A.A.N., Saltillo, Coahuila, México. Pp. 52-56

Barajas, C. R. 1997. Productos de Uso No Convencional en la Alimentación de Rumiantes. Memorias del V Seminario Internacional de Actualización en Nutrición Animal. Saltillo, Coahuila. México. Pp. 15-17

Barrón, A. M. 1989. Reciclaje de Heces de Porcino en Dietas para Cerdos en Iniciación, Crecimiento y Finalización. Tesis Profesional. Buenavista;

Saltillo, Coahuila. México. Pp. 36-37

Bhattacharya, A. N. and J. C. Taylor. 1975. Recycling Animal Waste as Feedstuff: A review. J. Anim. SCI. 41:1438-1457

Besse, J. 1977. La alimentación del ganado. 2ª Edición; Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 54-61.

Berger, J. C. P., J. P. Fontenot, E. T. Kornegay and K. E. Webb Jr. 1981. Feeding Swine Waste. I Fermentation Characteristics of Swine Waste Ensiled with Ground hay or Ground Corn Grain. J. Anim. Sci. 52:1388.

Camacho, C. M. I. 1998. Utilización de Cerdaza en la Alimentación de Novillos.
<http://www.infoagro.go.cr/tecnologia/CERDO/memoriacerd.html>

Cantú, B. J. E. 1989. Apuntes de Bromatología. Segunda Edición; UAAAN-UL., Torreón; Coahuila, México. Pp. 13

Crampton, E. W. y L. E. Harris. 1974. Nutrición Animal Aplicada. 2ª Edición; Editorial Acribia, Zaragoza. España. pp. 105

Coutiño, G. M. A. 1989. Evaluación Química y Digestibilidad *in Vitro* de Heces de Cerdo con y sin Sorgo Fermentadas Anaeróbicamente. Tesis profesional. Buenavista; Saltillo, Coahuila. México. Pp. 34

Domínguez C. E. y A. L. Flores 1994. Efecto de la Suplementación con Subproductos No Convencionales de Origen Animal Sobre la Ganancia de Peso en Borregos Pelibuey. Memorias del VII Congreso Nacional de Producción Ovina. UNAM, Toluca, Edo. De Méx.

<http://www.uasnet.mx/centro/profesional/emvz/41-50.htm#PP46>

Flores A. L., C. J. E. Domínguez., J. F. Obregón., C. R. Barajas y G. E Vázquez., 1994. Evaluación Nutricional de Contenido Ruminal y Excremento de Cerdo Secados al Sol para la Alimentación de Rumiantes. Primer Foro Estatal "Ambiente y Ecología en Sinaloa Diagnostico y Perspectivas". UAS. Mazatlán, Sin.

<http://www.uasnet.mx/centro/profesional/emvz/6170.htm#PP68>

Flores, M. J. A. 1980. Bromatología Animal. Segunda Edición; Editorial Limusa. México. D. F. P.p. 40-47

Fontenot J. P. 1979. Alternative in Animal Waste Utilization-Introductory Comments. J. Anim. Sci. 48:111

- Fontenot J. P. y K. E. Webb, Jr. 1975. Health Aspects of Recycling Animal Waste by Feeding. J. Anim. Sci. 40:1267
- García, E. 1973. Modificaciones ala Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 2ª Edición, Instituto de Geografía. UNAM. México. pp. 46-52
- Gutiérrez, V. E. y P. M. Partida. 1992. Finalización de Toretos Alimentados con Estiércol Fresco de Cerdo (30 y 24.5 %), Melaza y Rastrojo de Maíz (con y sin Urea). IV Reunión Nutricional Animal. U.A.N.L. Monterrey; Nuevo León, México. Pp 14-18
- Harmon, B. G., D. L. Day, A. H. Jensen and D. H. Baker.1972. Nutritive Value of Aerobically Sustained Swine Excrement. . J. Anim. Sci. 34:403
- Hernández, A. J. 1995. Consumo Voluntario de Ingredientes de Uso no Convencional en el Trópico. Memorias del Curso Taller Internacional "Consumo Voluntario de Alimentos". UAAAN; Saltillo, Coahuila. México. Pp. 54
- Kornegay, E. T., M. R. Holland, K. E. Webb Jr, K.P. Bovard and J. D. Hedges. 1977. Nutrient Characterization of Swine Fecal Waste and Utilization of these Nutrients by Swine. . J. Anim. Sci. 44:608
- Lucas D. M., J. P. Fontenot and K. E. Webb Jr. 1975. Composition and Digestibility of Cattle Fecal Waste. . J. Anim. Sci. 41:1480

Mandujano, M. B. 1992. Reciclaje de Heces de Ganado Porcino a diferentes Niveles en la Alimentación de Lechones Híbridos. Tesis Profesional. UAAAN. Saltillo. Coahuila. México. Pp. 47

McDonald , P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh. 1969. Nutrición Animal. 1ª Edición; Editorial Acribia; Zaragoza, España. pp. 136-143

Mehrez, A. Z. y R. E. Orskov. 1997. A Study of the Artificial Fibre Bag Technique for Determining the Digestibility of Feeds in the Rumen. J. Agric. Sci. Camb. 88:645-659

Mejía, W. A. Quintero, E. Rodríguez, y D. Calatayud. 1997. Efecto de la Administración de Cerdaza Sobre el Rendimiento Productivo de Cerdos en Etapa de Engorde. Universidad del Zulia, Facultades de Ciencias Veterinarias y Agronomía. Maracaibo-Venezuela.
<http://www.alpa.org.ve/publicac/archivos/alpa97/NM17.pdf>

Obregón J. F., C. E Domínguez., A. A Estrada., M. P. Ríos y A. L Flores. 1995. Empleo de Cerdaza y Contenido Ruminal en Raciones Integrales para Ovinos en Engorda. UAS., Memorias del IV Congreso de la Sociedad Mexicana de Patólogos Veterinarios, A.C. Toluca, Estado México.
<http://www.uasnet.mx/centro/profesional/emvz/81-90.htm#PP82>

Ochoa, C. M. A. 1981. Las Excretas de Animales en la Alimentación de Ovino. Revista ganadero. Vol. 6, No. 6., Noviembre-Diciembre; Zaragoza, México. D.F. pp. 64-72

Olivares S. E. 1994. Paquete de Diseños Experimentales FAUANL. Versión 2.5, facultad de Agronomía UANL, Marín, N. L.

Orduña, P. J. 1988. Alimentación de Ovinos con Raciones Conteniendo Heces de Cerdo Deshidratadas o Ensiladas con o sin Melaza. Tesis profesional. Buenavista; Saltillo, Coahuila. México. Pp. 24

Ørskov, E. R. 1990. Nutrición de los Rumiantes: Principios y Practicas. 1ª Edición; Editorial Acribia; Zaragoza, España. pp. 41

Orr, D. E., E. R. Miller, P. K. Ku, W. G. Berger y D. E. Ullrey. 1971. Recycling of Dried Waste in Swine. J. Anim. Sci. (Abst) 33: 1152-1153

Padilla, G. E. C., Castellano, R. A. F., Cantú, C. J. G. y Moguel, C. Y. E. 2000. El Uso de Niveles Elevados de Excretas Animales en la Alimentación de Rumiantes. Mérida; Yucatán. México.
<http://capra.iespana.es/capro/pollinaza/pollinaza.htm>

Pérez E. R.. 1998, Porcicultura Intensiva y Medio Ambiente en México
Situación Actual y Perspectivas. U.N.A.M; Méx.
<http://www.cipav.org.co/cipav/confre/espejo.htm>

Pérez, P.S., P. E. E. Gazca y J. A. J. Garay M. 1990. Efecto de la Inclusión de
excremento fresco de cerdo en la Alimentación de Ovinos en Crecimiento
sobre su Digestibilidad Aparente y Costos. Memorias III Congreso
Nacional de Producción Ovina. AMTEO, Tlaxcala, Tlax., México. pp.
25-28

Quintero, A., W. Mejía, J. Trompíz, D. Calatayud y J. Chacín. 1997. Efecto del
Consumo de Excretas Porcinas Sobre el Rendimiento de los Cortes de la
Canal de Cerdos. Universidad del Zulia, Facultades de Ciencias
Veterinarias y Agronomía. Maracaibo-Venezuela.
<http://www.alpa.org.ve/publicac/archivos/alpa97/NM18.pdf9>

Sánchez, P. J. 1994. Utilización de 30 % Ensilaje de Heces de Cerdo-Sorgo
molido en la Alimentación de Cerdos en Traspatio. Tesis
Profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México. Pp. 36

Salazar G.G. y J. A. Cuarón I.(S/F) Los Estiércoles en la Alimentación
Animal.CENIFMA INIFAP, Querétaro, México
<http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/APH134/cap8.htm>

Smith, L. W. and W. E. Wheeler. 1979. Nutritional and Economic Value of
Animal Excreta. J. Anim. Sci. 48:144

Tejada, H. I. 1992. Control de Calidad y Análisis de Alimentos para Animales.
SEP; México, D. F. Pp. 321-330

Tellez, S. R. y M. Buchenau. (S/F). Recomendaciones de Técnicas
Nutricionales. Aspectos Prácticos sobre Alimentación de Ovinos.
Revista Acontecer Ovino- Caprino No 10 y 11.

Wilkinson S. R. 1979. Plant Nutrient and Economic Value of Animal Manures. J.
Anim. Sci. 48:121

APÉNDICE.

ANALISIS DE VARIANZA DE TODOS LOS TRATAMIENTOS

EXPERIMENTALES DE LOS DOS FACTORES A x B.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	4	688.687500	172.171875	17.6060	0.000
FACTOR B	5	24056.718750	4811.343750	491.9994	0.000
INTERACCION	20	3509.062500	175.453125	17.9415	0.000
ERROR	60	586.750000	9.779166		
TOTAL	89	28841.218750			

C.V. = 5.35%

INTERACCION DE AxB.

A (Niveles de cerdaza)

B (Tiempos de Incubación)

Ax B

1 1	26.690000
1 2	34.450000
1 3	40.450000
1 4	61.530000
1 5	83.470000
1 6	92.480000
2 1	47.190000
2 2	54.780000
2 3	57.780000
2 4	65.190000
2 5	66.300000
2 6	87.459999
3 1	37.486668
3 2	48.496662
3 3	54.663334
3 4	61.973339
3 5	71.559998
3 6	82.820000
4 1	37.170002
4 2	49.883331
4 3	51.613331
4 4	55.923336
4 5	62.520000
4 6	72.440002
5 1	21.110001

5 2	54.069996
5 3	54.906666
5 4	57.730000
5 5	71.970001
5 6	88.420006

COMPARACION DE MEDIAS DE TODOS LOS FACTORES

COMPARACION DE LAS MEDIAS DIVMS EN LOS TIEMPOS DE INCUBACION DENTRO DE LA RACION SIN CERDAZA (0 % CERDAZA).

TRATAMIENTO	MEDIA
6	92.4833 A
5	83.4733 B
4	61.6033 C
3	40.5833 D
2	34.4467 D
1	26.7033 E

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 7.5108

VALORES DE TABLAS:

$q(0.05) = 4.16$ $q(0.01) = 4.99$

COMPARACION DE LAS MEDIAS DIVMS EN LOS TIEMPOS DE INCUBACION
DENTRO DE LA RACION CON 20 % CERDAZA

TRATAMIENTO	MEDIA
6	87.4600 A
5	66.3000 B
4	65.2000 B
3	57.2200 C
2	54.7833 C
1	47.1967 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 7.5108

VALORES DE TABLAS:

$$q(0.05) = 4.16 \quad q(0.01) = 4.99$$

COMPARACION DE LAS MEDIAS DIVMS EN LOS TIEMPOS DE INCUBACION
DENTRO DE LA RACION CON 40 % CERDAZA

TRATAMIENTO	MEDIA
6	82.8200 A
5	71.5600 B
4	61.9733 C
3	54.6633 CD
2	48.4967 D
1	37.4867 E

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 7.5108

VALORES DE TABLAS:

$$q(0.05) = 4.16 \quad q(0.01) = 4.99$$

COMPARACION DE LAS MEDIAS DIVMS EN LOS TIEMPOS DE INCUBACION
DENTRO DE LA RACION CON 60 % CERDAZA

TRATAMIENTO	MEDIA
6	72.4400 A
5	62.5200 B
4	55.9233 BC
3	51.6133 C
2	49.8833 C
1	37.1700 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 7.5108

VALORES DE TABLAS:

$q(0.05) = 4.16$ $q(0.01) = 4.99$

COMPARACION DE LAS MEDIAS DIVMS EN LOS TIEMPOS DE INCUBACION
DENTRO DE LA CERDAZA (100 %).

TRATAMIENTO	MEDIA
6	88.4200 A
5	71.9700 B
4	57.7300 C
3	54.9067 C
2	54.0700 C
1	21.1100 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 7.5108

VALORES DE TABLAS:

$q(0.05) = 4.16$ $q(0.01) = 4.99$

