BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

SUPLEMENTACIÓN DE CERDOS CON ENSILADO DE CERDAZA A DOS NIVELES DE INCLUSIÓN EN ETAPA DE DESARROLLO Y ENGORDA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA:

GUILLERMO SÁNCHEZ TORRES

DIRECTOR:

M.C. NUMA P. CASTRO GONZÁLEZ

Tlatlauquitepec, Puebla, México, Diciembre de 2014

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

SUPLEMENTACIÓN DE CERDOS CON ENSILADO DE CERDAZA A DOS NIVELES DE INCLUSIÓN EN ETAPA DE DESARROLLO Y ENGORDA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA:

GUILLERMO SÁNCHEZ TORRES

DIRECTOR:

M.C. NUMA P. CASTRO GONZÁLEZ

ASESORES:

M.C. CARLOS ALBERTO GARCÍA MUNGUÍA
DR. MARCOS PÉREZ SATO

Tlatlauquitepec, Puebla, México, Diciembre de 2014

La presente tesis titulada: **Suplementación de cerdos con ensilado de cerdaza a dos niveles de inclusión en etapa de desarrollo y engorda** y realizada por: **Guillermo Sánchez Torres**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de Ingeniería Agrohidráulica

Consejo Particular integrado por:	**Firma**
Director: M.C. Numa Pompilio Castro González	_____
Asesor: M.C. Carlos Alberto García Munguía	_____
Asesor: Dr. Marcos Pérez Sato	_____

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2014

El presente trabajo forma parte del cuerpo académico denominado **“Producción Pecuaria Integral y de la línea de Investigación Producción Integral de rumiantes y no rumiantes.**

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y mi amor para mis padres Guillermo Sánchez Jiménez y Eva Torres Peña que han hecho todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

A Ximena, ya que te convertiste en la luz de mi vida y fuente de inspiración para poder salir adelante; por ti y para ti.

A mis amigos(as) Daniela Cirne Saldaña, Nelly Hernández Tapia, Itzel Olivares Cortes, Arturo Merino Rojas, Emmanuel Vega López, Nidia Montserrat Cervantes Fernández, Aarón Ronquillo Álvarez y Juan Carlos Mía Netzahuatl; que no solo fueron mis amigos, fueron mis hermanos durante toda la carrera.

A mi amigo y hermano Benjamín Polo Salgado y al Tenampa por su entrañable amistad, apoyo y calidez humana durante parte de mi estadía en Tlatlauquitepec.

Al M.V.Z. Marco Alonso Ruiz Esparza y al M.C. Gerardo Segura Bernal por sus valiosos conocimientos que me transmitieron durante mi permanencia en Aguascalientes y principalmente por la amistad que me brindaron.

AGRADECIMIENTOS

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por abrirme las puertas y darme la oportunidad de cursar mi carrera.

A mi director de tesis M.C. Numa P. Castro González, a mis asesores Dr. Marcos Pérez Sato, M.C. Carlos Alberto García Munguía y al Dr. Raúl Berdeja Arbeu por ayudarme y alentarme constante y directamente en sus asesorías de tesis. Sin la cual no hubiera sido posible la realización de el presente trabajo.

A mis profesores, ya que de ustedes me llevo los conocimientos que me han forjado durante mi trayectoria durante la carrera y que serán la base en mi futuro como profesionista.

A mi familia mas cercana ya que siempre tuvieron palabras de aliento que me motivaron a seguir adelante y luchar por conseguir mis sueños.

A mis demás amigos y compañeros de la carrera por sus palabras de ánimo y amistad que me han brindado.

A todos los participantes que me brindaron su apoyo en la realización del experimento que hicieron factible este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....ix

RESUMEN..... xi

ABSTRACT..... xii

I. INTRODUCCIÓN..... 13

II. OBJETIVOS..... 14
2.1 Objetivo General..... 14
2.2 Objetivos Particulares..... 15

III. HIPOTESIS..... 15

IV. REVISIÓN DE LITERATURA..... 15
4.1 Antecedentes Históricos..... 15
4.2 Excretas..... 16
4.3 Cerdaza..... 17
4.4 Contaminación por excretas..... 17
4.5 Subproducto..... 18
4.6 Composición Química de la cerdaza..... 19
4.7 Factores que afectan el valor nutritivo de la cerdaza..... 21
4.8 Problemática de la cerdaza en las unidades de producción.. 22
4.9 Ensilado de cerdaza..... 22
4.10 Impacto potencial del uso de ensilado de cerdaza en la alimentación animal..... 23
4.11 Necesidades nutricionales del cerdo..... 23
4.12 Energía..... 24
4.13 Proteína..... 24
4.14 Generalidades de los Cerdos..... 26
4.15 Consumo de Alimento..... 27
4.16 Consumo de Agua..... 27
4.17 Utilización de excretas en la alimentación de cerdos..... 28
4.18 Enfoque tecnológico..... 28
4.19 Ventajas y desventajas del ensilado de cerdaza..... 29
4.20 Aspectos Sanitarios de la Cerdaza..... 30
4.21 Rendimiento económico..... 30

V. MATERIALES Y METODOS..... 31
5.1 Localización del Área de Estudio..... 31
5.2 Unidades Experimentales..... 32
5.3 Fase Experimental..... 32
5.3.1 Medicación preventiva..... 32
5.3.2 Duración del experimento..... 33
5.3.3 Elaboración del ensilado de cerdaza..... 33

5.3.4 Elaboración de las dietas 34
5.3.5 Estimación de alimento a utilizar durante el experimento 35
5.3.6 Tratamientos experimentales 37
5.4 Variables evaluadas 38
5.4.1 Consumo de alimento 38
5.4.2 Ganancia de peso 38
5.4.3 Conversión alimenticia 38
5.5 Diseño experimental y análisis estadístico 39

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 40
6.1 Consumo de alimento de cerdos alimentados con diferentes niveles de ensilado de cerdaza en etapa de crecimiento. 40
6.2 Consumo de alimento de cerdos alimentados con diferentes niveles de ensilado de cerdaza en etapa de finalización. 41
6.3 Ganancia diaria de peso de cerdos alimentados con diferentes niveles de ensilado de cerdaza en etapa de crecimiento 43
6.4 Ganancia diaria de peso de cerdos alimentados con diferentes niveles de ensilado de cerdaza en etapa de finalización.... . .44
6.5 Conversión alimenticia de cerdos alimentados con diferentes niveles de ensilado de cerdaza en la dieta en etapa de crecimiento. 46
6.6 Conversión alimenticia de cerdos alimentados con diferentes niveles de ensilado de cerdaza en la dieta en etapa de finalizacion. 48

VII. CONCLUSIONES 51

VIII. LITERATURA CITADA 53

XIX. ANEXOS 59

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Producción diaria de excretas según etapa productiva 18

Cuadro 2. Composición nutrimental del estiércol 20

Cuadro 3. Composición química proximal del ensilado de cerdaza a 12 y 18 días de fermentación 21

Cuadro 4. Requerimientos nutricionales para cerdos 26

Cuadro 5. Consumo de alimento en cerdos en etapa de desarrollo y engorda 27

Cuadro 6. Distribución y porcentaje de inclusión de cerdaza en los tratamientos experimentales 32

Cuadro 7. Tratamiento 1 etapa de desarrollo 35

Cuadro 8. Tratamiento 2 etapa de desarrollo 36

Cuadro 9. Tratamiento 3 etapa de desarrollo 36

Cuadro 10. Tratamiento 1 etapa finalización 36

Cuadro 11. Tratamiento 2 etapa finalización 37

Cuadro 12. Tratamiento 3 etapa finalización 37

Cuadro 13. Consumo de alimento en cerdos en etapa de crecimiento alimentados con diferentes niveles de inclusión de ensilado de cerdaza en la dieta. 41

Cuadro 14. Consumo de alimento en cerdos en etapa de finalización alimentados con diferentes niveles de inclusión de ensilado de cerdaza en la dieta. 43

Cuadro 15. Ganancia diaria de peso en cerdos en etapa de crecimiento alimentados con diferentes niveles de inclusión de ensilado de cerdaza en la dieta. 44

Cuadro 16. Ganancia diaria de peso en cerdos en etapa de finalización alimentados con diferentes niveles de inclusión de ensilado de cerdaza en la dieta. 46

Cuadro 17. Conversión alimenticia en cerdos en etapa de crecimiento alimentados con diferentes niveles de inclusión de ensilado de cerdaza en la dieta. 47

Cuadro 18. Conversión alimenticia en cerdos en etapa de finalización alimentados con diferentes niveles de inclusión de ensilado de cerdaza en la dieta. 49

Figura 1. Localización del municipio de Tlatlauquitepec, Puebla 31

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar el comportamiento productivo de cerdos alimentados con dos niveles de ensilado de cerdaza en la dieta, para ello se usaron 12 cerdos cruza Pietrain X Landrace de 60 días de edad y un peso promedio de 30 kg. La alimentación y agua proporcionada a los animales fue *ad libitum*; el total de los animales se distribuyó en base a un diseño experimental completamente al azar en tres tratamientos y cuatro repeticiones cada uno. Los tratamientos (T) fueron: T_1= 15 %, T_2= 30 % y T_3= 0 % de inclusión de ensilado de cerdaza. Los resultados indican que el consumo de alimento en la etapa de crecimiento(2312.8 g, 2294.5 g y 2286.8 g) así como en la etapa de finalización (3241.4 g, 3189.3 g y 3346.0 g) no muestran diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre los tratamientos de ensilado de cerdaza respecto al testigo; la ganancia diaria de peso en etapa de crecimiento (0.430 g, 0.380 g y 0.360 g) no existen diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre los tratamientos de ensilado de cerdaza respecto al testigo, sin embargo en etapa de finalización (0.550 g, 0.330 g y 0.560 g) si existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos de ensilado de cerdaza respecto al testigo, habiendo mejor ganancia de peso en T_1 Y T_3. La conversión alimenticia en crecimiento (6459.1 g, 6594.0 g y 6687.7 g) no presentaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre los tratamientos, en la etapa de finalización se observo la conversión alimenticia (6022.9 g, 9567.9 g y 6271.9 g) donde hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) siendo mejor en T_1 y T_3. Concluyendo que la utilización de ensilado de cerdaza en la etapa de crecimiento no mejora el comportamiento productivo ya que es igual estadísticamente , sin en cambio la inclusión de ensilado de cerdaza en etapa de finalización en las variables ganancia de peso y conversión alimenticia si tuvieron diferencia significativa al ser utilizada en un 15 % por lo que es recomendable sustituir ese porcentaje de alimento reduciendo los costos de producción y evitando la contaminación del medio ambiente.

Palabras Clave: Cerdos, Ensilado de Cerdaza, Comportamiento productivo, Contaminación.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the performance of two levels fed silage in the diet pig manure, for that 12 pigs Pietrain X Landrace crosses 60 days old and an average weight of 30 kg were used. Food and water was provided to the animals ad libitum; the total number of animals was distributed based on a completely randomized experimental design in three treatments and four replications each. The treatments (T) were: T_1 = 15 %, T_2 = 30 % and T_3 = 0% inclusion manure silage. The results indicate that consumption of food in the growth stage (2312.8 g, 2294.5 g and 2286.8 g) as well as the stage of completion (3241.4 g, 3189.3 g and 3346.0 g) show no significant differences ($p \geq 0.05$) between treatments manure silage compared to the control; the daily gain in growing stage (0.430 g, 0.380 g and 0.360 g), no significant differences ($p \geq 0.05$) between treatments manure silage compared to the control. However nearing completion (0.550 g, 0.330 g and 0.560 g) if there was significant difference ($P \leq 0.05$) between treatments manure silage compared to the control, having better weight gain in T_1 and T_3. Feed conversion in growth (6459.1 g, 6594.0 g and 6687.7 g) were not significantly different ($p \geq 0.05$) between treatments manure silage compared with the control, on the contrary, in the stage of completion feed conversion (6022.9 g, 9567.9 g was observed and 6271.9 g) where there were significant differences ($P \leq 0.05$) being better at T_1 and T_3. They concluded that the use of silage manure on the growth stage does not improve the productive performance, without however the inclusion of silage manure nearing completion in the variables weight gain and feed conversion were significantly when used on a 15 difference % so it is advisable to replace the percentage of food by reducing production costs and avoid environmental pollution.

Keywords: pigs, manure silage, productive behavior, pollution.

I. INTRODUCCIÓN

En la mayoria de las pequeñas explotaciones porcinas presentan el problema de los desechos residuales. Tomando el caso de las unidades de produccion rurales, realizan esta practica, generando contaminacion del medio ambiente (Campabadal, 1994).

En este sentido Artunduaga y Gordillo (2009) indican que el problema generado por la contaminación de las excretas producidas en las unidades de producción porcícolas pueden convertirse en una fuente de energía, materia orgánica y nutrientes, por lo tanto desecharla sin control alguno genera un problema ambiental, y perdida significante de nutrientes y energía, lo cual se traduce en perdida de recursos económicos.

Los cerdos consumen alimentos con un alto valor proteico, sin embargo, no son eficientes al momento de transformar dichos nutrientes, desechando un importante porcentaje de las proteínas y micronutrientes existentes en el alimento (Violeta y Dimna, 2001). Por ello el manejo y reutilización de las excretas porcinas han ganado importancia debido a que se ha reconsiderado su uso como un subproducto de la producción ganadera. Además desde el punto de vista de una producción ecológica, la utilización de la cerdaza se ha enfocado a la alimentación animal (Arias, 1998).

El uso de la cerdaza en la alimentación de cerdos es una alternativa de bajo costo de inversión para el productor rural, ya que para mejorar los parámetros productivos es

indispensable utilizar insumos con un menor costo, la reutilización de las excretas en la alimentación de los cerdos reduce costos y evita grandes cantidades de desechos (Castrillon *et al.*, 2004).

De acuerdo a Herrera y Peralta (1997) señalan que a pesar de los beneficios de utilizar las excretas porcinas en la nutrición animal, no han sido bien aceptadas debido a la supuesta presencia de microorganismos posiblemente patógenos que podrían perjudicar al hombre como a los animales. De esta forma para evitar este problema las excretas son sometidas a un proceso de ensilaje simple o combinados con ingredientes secos o húmedos, mejorando su contenido nutrimental, además de eliminar los agentes patógenos.

De acuerdo a lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar el porcentaje de inclusión de cerdaza sobre los parámetros productivos de cerdos en etapa de desarrollo y engorda

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar los parámetros productivos de cerdos suplementados con ensilado de cerdaza a dos niveles (T_1 = 15 % , T_2 = 30 % y T_3 = 0 %) de inclusión en etapa de desarrollo y engorda

2.2 Objetivos Particulares

- Determinar el porcentaje de inclusión de cerdaza adecuado en cerdos en etapa de desarrollo.
- Establecer el porcentaje de inclusión de cerdaza adecuado en cerdos en etapa de engorda

III. HIPOTESIS

La suplementación con ensilado de cerdaza al 15% de inclusión en la dieta de cerdos en etapa de desarrollo y engorda mejora los parámetros productivos.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Antecedentes Históricos

Diggs *et al.* (1995) encontraron que la cerdaza seca recién recolectada de los corrales podía utilizarse en niveles hasta de 15% en dietas de cerdos en engorde sin deprimir los rendimientos productivos. Sin embargo, niveles mayores afectaban la conversión alimenticia. Sin embargo Orr (1971) demostró que las excretas frescas de cerdos no producían rendimientos satisfactorios cuando se incluían en dietas completas.

En otro experimento Hugh *et al.* (1977) evaluando la utilización de excretas sólidas en la alimentación de cerdos de 41 a 84 kg de peso, encontraron que aunque las dietas con cerdaza fueron aceptadas por los cerdos y el consumo fue alto, la ganancia de peso y la conversión de alimento fue significativamente pobre para los grupos consumiendo desechos porcinos. Ellos concluyeron que no existió ventaja biológica ni económica de la utilización de excretas de cerdos.

Kornegay *et al.* (1977) establecen que los bajos rendimientos en la utilización de cerdaza son el producto de una baja digestibilidad de nutrientes ya que ellos encontraron una disminución significativa en la digestibilidad de todos los componentes proximales, conforme se incrementó el nivel de excreta en la dieta.

4.2 Excretas

Es un desecho orgánico originado por los alimentos digeridos por los animales, de los cuales el organismo toma los nutrientes necesarios para su desarrollo, reproducción y mantenimiento; de los cuales existen residuos no utilizados por el metabolismo los cuales son expulsados del organismo y dan como resultado las heces y la orina (Salazar, 2004).

No obstante, tradicionalmente los residuos animales se aplican a las tierras agrícolas como fertilizante, sin embargo se ha demostrado que las excretas de animales son más valiosas como un nutriente de alimentación que como un fertilizante (Arndt *et al.*, 1979).

4.3 Cerdaza

Según Salazar (2004) la cerdaza tiene su origen de las excretas recién expulsadas, las cuales están formadas por los sobrantes de los alimentos ya digeridos pero que no fueron aprovechados por el organismo. Además de los desperdicios tales como residuos de alimento y camas, viéndose afectada por el tipo de alimento y el organismo en el cual se formo.

4.4 Contaminación por excretas

Campabadal (1994), Penz (2000), Reyes (2010) y Castellanos (2010) indican que las principales consecuencias de la contaminación desmedida generada por las excretas porcinas son las siguientes:

- Contaminación del aire: Emisiones de gases de efecto invernadero producto a la descomposición de residuos en condiciones fundamentalmente aerobias. La cantidad de metano que se emite a la atmósfera está en dependencia de la población animal y del promedio diario de las excretas producidas

- Contaminación del agua: Por vertimientos directo al medio sin tratamiento adecuado hacia cuerpos receptores de cuencas de ríos, presas que son utilizadas para regadíos o el consumo”.

- La degradación del suelo: Por los altos contenidos de nitrógeno y fósforo contenido en las excretas y a la cual debe añadirse la compactación que ocasiona el pisoteo de grandes masas de ganado mayor.

Penz (2000) estimo que por cada 70 kg de peso vivo se producen entre 4 y 5 kg de excreta, lo que corresponde al 6.42% del peso vivo del animal. Además el promedio de producción de excretas en engorda puede ser un décimo del peso vivo por día (sólido y líquido), lo que representa 1.36 kg de heces y 4.73 litros de orina por día en promedio desde el destete hasta el peso al sacrificio **(Cuadro 1).**

Cuadro 1. Producción diaria de excretas según etapa productiva

Etapa	Estiércol kg/día	Estiércol + Orina / kg / día
25 – 100 kg de P.V.	2.3	4.9
Hembra	3.6	11.0
Hembra lactante	6.4	18.0
Semental	3.0	6.0
Lechón	0.35	0.95
Promedio	2.35	5.8

(Penz, 2000)

4.5 Subproducto

Torres y Garcés (1996) definen a un subproducto como un residuo secundario de un proceso, al cual no se le considera un desecho porque no se elimina y es utilizado para otros procesos. Es ventajoso encontrar una utilidad para los

desechos y convertirlos en algún subproducto aprovechable. Así, en vez de pagar el costo de eliminar el desecho, se crea la posibilidad de obtener un beneficio. Además del factor económico está el factor ambiental al reducir o eliminar los residuos que en otro caso recibiría el entorno.

Así mismo González (1992) señala que el tratamiento de las excretas con la finalidad de reducir la contaminación del medio ambiente no se limita únicamente a su uso como abonos o fertilizantes orgánicos, sino también a su reutilización con otros fines de interés económico como es el caso de la utilización de la cerdaza en la alimentación de cerdos.

En la actualidad la práctica de alimentar rumiantes con excretas de cerdos se ha estado aplicando en diferentes regiones de Latinoamérica, mediante procesos mecánicos o manuales, mezclándola con algunos granos o forrajes, además de subproductos agroindustriales como la melaza de caña. Esta práctica puede llegar a remplazar los granos hasta un 40% en la etapa de engorda (Pérez, 1998).

4.6 Composición Química de la cerdaza

Smith (1990) maneja que los nutrientes de las excretas animales, tales como la cerdaza, han demostrado ser un eficiente subproducto utilizado durante las funciones productivas de varias especies, además de que el valor económico de las excretas como ingredientes con fin alimenticio en dietas balanceadas para varias especies es de

tres a diez veces mayor que el valor nutritivo de otros insumos.

En la actualidad se ha generado la información necesaria sobre la composición química de las excretas porcinas, por lo cual se ha podido determinar que las excretas porcinas tienen un nivel considerable de proteína cruda que oscila del 18 al 27% dependiendo de la edad productiva del animal (Duarte, *et al.,* 1990). La variación del contenido proteico y la calidad de la cerdaza depende directamente de la forma en la que se maneja y almacena el producto (Campabadal, 1994).

Sin embargo, es importante considerar que todos los factores que modifiquen la composición química de las excretas como son; edad del animal, cantidad y digestibilidad de los nutrimentos en la dieta ofrecida a los cerdos, desperdicio de alimento, forma de colección de las excretas y los factores ambientales, entre otros, ocasionarán variaciones en la composición química de la cerdaza (Castellanos, 2010). Mismos que afectan la reutilización en la alimentación animal.

A continuación se muestra los resultados obtenidos por (Tejeda, 1992 y Arronis, 2001) en el contenido nutricional del estiércol de acuerdo con cada autor **(Cuadro 2).**

Cuadro 2. Composición nutricional del estiércol

Ingredientes	Tejada	Arronis
Materia Seca %	73.50	87.60
Proteína Cruda %	27.60	15.60
Materia Mineral %	12.60	nd*
Calcio %	2.54	1.60
Fosforo %	1.69	0.50

(Modificado de Tejeda, 1992 y Arronis, 2001)

Penz (2000) afirmo que la composición nutrimental del ensilado de cerdaza varia de acuerdo a el tiempo que duro la fermentación **(Cuadro 3).**

Cuadro 3. Composición química proximal del ensilado cerdaza a 12 y 18 días de fermentación

Componente	12 días	18 días
Humedad %	59.6	59.1
Energía Metabolizable, Mcal / kg	2.5	2.5
Proteína Cruda %	23.7	24.2
Grasa Cruda %	6.8	6.6
Fibra Cruda %	6.4	7.2
Cenizas %	13.4	13.8
Calcio %	2.6	2.8
Fosforo Total %	1.4	1.4

(Penz, 2000)

4.7 Factores que afectan el valor nutritivo de la cerdaza

La composición de la cerdaza se ve afectada por factores que incluyen el método de recolección y procesamiento, el estado fisiológico del animal o etapa productiva del cerdo, edad o peso, calidad y cantidad de alimento consumido, volúmenes del agua consumida, diseño del corral y clima ambiental. Todos estos factores causan que el valor nutrimental de la cerdaza varíe de acuerdo a cada unidad de producción. A su vez esta situación afecta la respuesta en los rendimientos productivos del ganado de carne entre una y otra explotación (El-Ahlraf y Willis, 1996).

4.8 Problemática de la cerdaza en las unidades de producción

El manejo de los desechos de una unidad de producción porcina, sigue siendo uno de los problemas fundamentales debido a que estos residuos se ven como un problema y son difíciles de manejar y provocan altos índices de contaminación (Duarte, *et al.*, 1990).

4.9 Ensilado de cerdaza

El ensilado de cerdaza es uno de los procesos más promisorio para la reutilización de los nutrimentos encontrados en las excretas sólidas de cerdo. Esto debido a que conserva y modifica de manera positiva los nutrimentos presentes en las excretas, reduce el riesgo de transmisión de microorganismos patógenos, además de ser un proceso fácil de desarrollar y de bajo costo (Salazar, 1999).

Sin embargo, las heces de cerdos manejadas adecuadamente son una fuente viable y constante de alimento, que pueden ser incorporadas como un ingrediente más a la dieta de cerdos en forma de ensilado de cerdaza en etapa de finalización y en cerdas gestantes, contribuyendo de esta forma a la reducción de los costos de alimentación y la contaminación ambiental (Duarte, *et al.*, 1990).

4.10 Impacto potencial del uso de ensilado de cerdaza en la alimentación animal

El costo de alimentación en las explotaciones pecuarias oscila entre el 60 y 75 % del costo de producción. Por lo tanto, el impacto potencial de la utilización del ensilado de cerdaza toma importancia en la reducción aproximada del 20% al 30% de la principal fuente de inversión en este tipo de unidades de producción. Además de la reducción del potencial contaminante de las excretas sólidas de cerdos. Por otra parte, contribuye a cambiar la conceptualización que tiene los porcicultores de las excretas sólidas de cerdo, que de tener un desecho de la producción de cerdos a obtener una materia prima para producir un ingrediente útil para la alimentación animal (Castellanos, 2010).

4.11 Necesidades nutricionales del cerdo

Los requerimientos nutricionales de los cerdos dependen de varios factores como; raza, genética, sexo, etapa de desarrollo, consumo de ración, nivel energético de la dieta, disponibilidad de nutrientes, temperatura ambiente, estado sanitario del animal, entre otros (Santiago *et al*, 2005).

Los principales nutrientes del cerdo **(Cuadro 4)** están constituidos por; energía, aminoácidos, minerales, vitaminas y son destinados al mantenimiento del cuerpo, crecimiento, reproducción y lactancia. Los cerdos deben ser provistos de estos nutrientes esenciales en cantidades adecuadas y en

forma palatable, para un óptimo crecimiento (Espinosa *et al.*, 2005).

4.12 Energía

Es indispensable para el funcionamiento del organismo y la formación de nuevos tejidos, un exceso como una deficiencia de energía en la ración tienen un efecto negativo sobre el comportamiento productivo (Espinosa *et al.*, 2005).

La energía se produce cuando las moléculas orgánicas sufren una oxidación. La energía es liberada en forma de calor o es atrapada en enlaces de alta energía para su uso posterior por los procesos metabólicos en los animales. El contenido de energía en los alimentos puede ser expresada en forma de calorías (cal), kilocalorías (kcal) o mega calorías (Mcal) de energía bruta (EB), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM) o energía neta (NE) (Campagna, 2009).

4.13 Proteína

Las proteínas, principal constituyente celular, están formadas por una secuencia de más de 20 aminoácidos en diferentes combinaciones. La proteína ingresa con los alimentos y en el aparato digestivo se fragmenta en aminoácidos que son absorbidos y luego forman nuevas moléculas de proteínas (Taylor, 2002).

Conforme la edad del cerdo va aumentando, sus requerimientos en cuanto a proteínas y aminoácidos van disminuyendo progresivamente (Taylor, 2002).

El valor nutritivo de la proteína de un alimento depende de su composición en aminoácidos, de su digestibilidad y de su disponibilidad. Las proteínas de los alimentos son hidrolizadas en pequeños péptidos y aminoácidos bajo la acción de enzimas específicas antes de atravesar la pared intestinal (Austic, 1983).

Los aminoácidos esenciales que el cerdo no puede sintetizar o lo hace con dificultad siendo los principales la Lisina, Treonina, Triptófano, Metionina y Cistina, debiendo estar presentes en la dieta. En el cerdo una deficiencia de algún aminoácido dará lugar a una mala tasa de crecimiento, conversión o un mal resultado reproductivo (Danura, 2010).

La lisina es el principal aminoácido limitante en la alimentación del porcino (Bikker y Bosh, 1994), una deficiencia de lisina reduce el consumo de alimento, el crecimiento y por ende la eficiencia alimenticia (Gutiérrez *et al.*, 2008).

La deposición de proteína en el cerdo depende de la energía contenida en la dieta. Por lo tanto, con una nutrición óptima de energía y lisina logra una mejora en el potencial del crecimiento magro del tejido muscular (Fernández *et al.*, 2002).

Cuadro 4. Requerimientos nutricionales para cerdos

Factores Nutricionales		Requerimientos según el P.V.		
		20-35 kg	35-60 kg	60-100 kg
Energía Digestible	(Mcal/Kg)	3.38	3.39	3.39
Energía Metabolizable	(Mcal/Kg)	3.17	3.19	3.19
Proteína	%	16.00	14.00	13.00
Lisina	%	0.70	0.61	0.57
Arginina	%	0.20	0.18	0.16
Histidina	%	0.18	0.16	0.15
Isoleucina	%	0.50	0.44	0.41
Leucina	%	0.60	0.52	0.48
Metionina + Cistina	%	0.45	0.40	0.30
Fenilanina + Tirosina	%	0.70	0.61	0.57
Treonina	%	0.45	0.39	0.37
Triptofano	%	0.12	0.11	0.10
Valina	%	0.50	0.44	0.41
Calcio	%	0.60	0.55	0.50
Fosforo	%	0.50	0.45	0.40

Fuente: (NRC, 1998)

4.14 Generalidades de los Cerdos

De acuerdo a Easter y Ellis (2000) el período de desarrollo y engorda empieza cuando los cerdos tienen un sistema digestivo capaz de utilizar dietas simples, y responder adecuadamente a situaciones de estrés calórico e inmunológico. Este período ocurre cerca de los 20 kg de peso y termina cuando el cerdo es enviado a mercado.

4.15 Consumo de Alimento

El consumo de alimento es el principal responsable del rendimiento productivo de los animales, a continuación se muestra el consumo promedio de los cerdos en etapa de desarrollo y engorda **(Cuadro 5)**. Un concepto importante que debe tener un porcicultor es el siguiente "Los cerdos no comen porcentajes, comen gramos o Mcal de Energía por día" (Campabadal y Navarro, 2001).

Cuadro 5. Consumo de alimento en cerdos en etapa de desarrollo y engorda

Peso del Cerdo (Kg)	Consumo Diario de Alimento (Kg)	Porcentaje %
30 – 40	1.8	5.14
40 – 50	2.2	4.88
50 – 60	2.6	4.72
60 – 70	2.8	4.30
70 – 80	3.1	4.13
80 – 90	3.5	4.11

(Modificado de Campabadal, 1994)

4.16 Consumo de Agua

El consumo de agua es indispensable para un adecuado consumo de alimento. Un cerdo de 15 a 90 kg consume de 2 a 6 litros de agua diario, aumentando hasta un 100% en temperaturas altas (English *et al.*, 1988).

4.17 Utilización de excretas en la alimentación de cerdos

El uso de la excreta de cerdos en la alimentación de ellos mismos ha sido poco evaluada y los resultados han sido variables y en la mayoría de los casos su utilización no ha sido rentable por el alto costo de los combustibles para secarla y poderla incorporar en la dieta, o cuando se usan frescas, el problema de manejo, palatabilidad y descomposición. Además, la alta variabilidad de nutrientes por efecto de los constituyentes de la dieta y la pérdida por volatilización o filtrado. También es importante considerar que los nutrientes que aparecen en las excretas son aquellos que no fueron digeridos por los animales, por lo que su reutilización es baja (Arronis, 2001).

4.18 Enfoque tecnológico

Esta tecnología es recomendable para todos los municipios del país en donde se desarrolle la porcicultura y pueda ajustarse a un esquema de disciplina en función del proceso de ensilado de cerdaza. Esta tecnología se está aplicando principalmente en los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato y Nayarit, entre otros Los usuarios de esta tecnología pueden ser los mismos porcicultores, así como productores que se les facilite la obtención de las excretas porcinas (Castellanos, 2010).

4.19 Ventajas y desventajas del ensilado de cerdaza

Canton (1995) menciona que en la actualidad se han desarrollado diferentes métodos para el manejo y tratamiento de las excretas de cerdo, entre ellos busca el objetivo de incrementar el consumo de las mismas por los animales, además de conservar sus nutrientes, así como mejorar su valor nutritivo, reducir la presencia de agentes indeseables (patógenos) y reducir el olor generada por estas. Entre los principales tratamientos que se le realizan a la cerdaza se pueden menciona la efectividad del proceso de ensilaje de cerdaza.

Con el ensilaje de la cerdaza se pretende incrementar la aceptabilidad del animal, disminuir las pérdidas de nutrientes, mejorar el almacenamiento, controlar la cantidad de organismos patógenos, desodorizado, además de que se puede utilizar el estiércol húmedo sin necesidad de un secado previo (Canton, 1995).

Entre las desventajas de utilizar el ensilaje de cerdaza se encuentra con mayor relevancia el manejo al recolectar y durante el inicio de su proceso de elaboración ya que se puede tener problemas ocasionados por bacterias anaeróbicas y hongos; además que se requiere un mínimo de 18 días después de su elaboración para poder ser utilizada. Entre otras desventajas se encuentra el requerimiento de recipientes para almacenar dicha mezcla los cuales si no se tienen a la mano pueden reflejarse como una inversión extra (Canton, 1995).

4.20 Aspectos Sanitarios de la Cerdaza

La utilización de la cerdaza en la alimentación del ganado no ha producido enfermedad a los animales que la consumen (Fontenot *et al.*, 1984); aunque podría ser una fuente de agentes perjudiciales para la salud animal, como son niveles altos de minerales (cobre), bacterias y hongos. El procesamiento beneficia la destrucción de agentes tóxicos y estabiliza mejor el producto para su almacenamiento. Mayor información se necesita para determinar el efecto sobre la salud animal y sus complicaciones en la salud humana (Campabadal, 1994).

4.21 Rendimiento económico

Campabadal (1994) determina que en el proceso de cálculo del beneficio económico de la utilización de cerdaza en la alimentación de cerdos en engorda es necesario plantearse las siguientes puntos. El proyecto de cerdaza evitará que se produzca una contaminación ambiental y como resultado se podrá seguir produciendo cerdos y será más rentable, además que mejorará la rentabilidad de la explotación, especialmente cuando el precio de la carne de cerdo está bajo.

V. MATERIALES Y METODOS

5. 1 Localización del Área de Estudio

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, localizado en el municipio de Tlatlauquitepec, Puebla (Figura 1), ubicado en la parte noroeste del Estado de Puebla, con coordenadas geográficas: los paralelos 19°36´24´´ y 20°03´18´´ de latitud norte y los meridianos 97°14´42´´ y 97°28´06´´ de longitud occidental y una altura sobre el nivel del mar de 1930 m, con una precipitación media anual de 1264 mm y una temperatura media anual de 15.1 °C **(Figura 1)** (Municipios de Puebla Tlatlauquitepec, 2004).

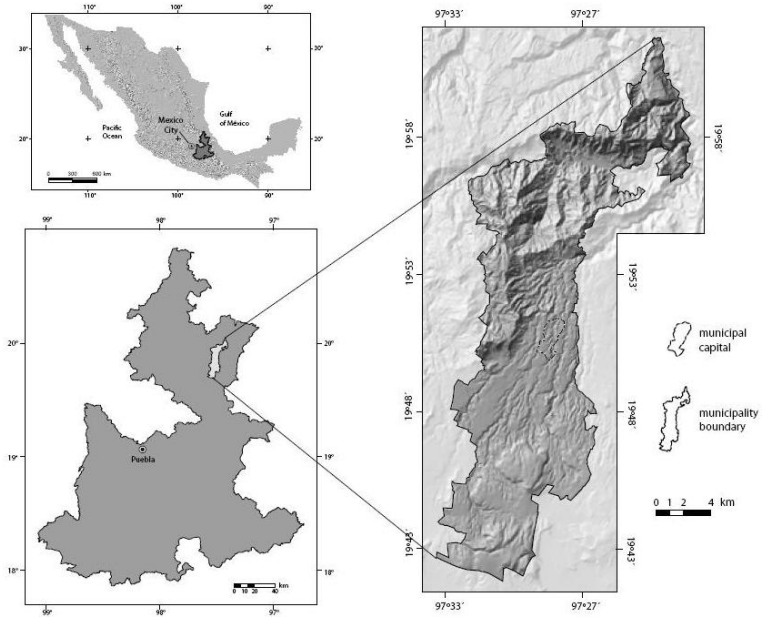

Figura 1. Localización del Municipio de Tlatlauquitepec, Puebla

5.2 Unidades Experimentales

Fueron utilizados 12 cerdos cruza de línea materna Pietrain y línea paterna Landrace, de 60 días de edad, los cuales fueron alojados en corrales individuales de 1 m^2 distribuidos de manera aleatoria en tres tratamientos con 4 repeticiones cada uno y evaluando dos etapas (desarrollo y engorda) **(Cuadro 6).**

Cuadro 6. Distribución y porcentaje de inclusión de cerdaza en los tratamientos experimentales

Tratamiento	T_1 (n=4)	T_2 (n=4)	T_3 (n=4)
Ensilado de Cerdaza	15%	30%	0%
Alimento Concentrado	85%	70%	100%
Total	100%	100%	100%

5.3 Fase Experimental

5.3.1 Medicación preventiva

Los cerdos fueron desparasitados al inicio del experimento con ivermectina al 1 %. Además fueron inyectados con vitaminas A, D3 Y E a dosis de 10mg / 33 Kg de peso vivo por vía intramuscular.

5.3.2 Duración del experimento

El experimento tuvo una duración de 119 días, el alimento fue pesando y se proporciono el alimento a las 8:00 am y 5:00 pm, el agua fue proveída a libre acceso. El alimento se subministro en dos etapas de acuerdo a los requerimientos **(CUADRO 4):**

- Desarrollo: El cual contenía 14 % de proteína cruda y 3200 Kcal de EM/Kg, el cual se proporcionó desde los 25kg de P.V. hasta los 60 Kg de P.V.

- Engorda: Contenía 13% de proteína cruda y 3400 Kcal de EM/Kg^{-1} y se suministró de los 60 kg de P.V. hasta finalizar el experimento.

5.3.3 Elaboración del ensilado de cerdaza

Para la elaboración del ensilado de cerdaza se llevo a cabo la recolección de estiércol fresco de cerdos en etapa de desarrollo en la granja llamada ‘’El Chivopinto’’ ubicada en el municipio de Zaragoza, Puebla, a 12 kilómetros del municipio de Tlatlauquitepec.

Posteriormente se realizo la elaboración del ensilado de cerdaza de acuerdo a la metodología propuesta por (Castellanos *et al.,* 2010) la cual consta del siguiente procedimiento:

1. Se realizo de forma manual

2. Por cada 179 kg de estiércol de cerdo con una humedad aproximada del 60%

3. Posteriormente se le adiciono 1 litro de suero de leche de vaca

4. Después se agregaron 14 kg de sorgo molido

5. Y finalmente se añadió 6 kg de melaza

Todos los ingredientes se fueron mezclando de forma manual con ayuda de una pala con forme se fueron agregando.

Consecutivamente la mezcla se vertió en tambos con capacidad de 200 litros, los cuales fueron llenados solamente al 80% de su capacidad, colocando un plástico en la superficie de la mezcla, durante las siguientes 24 horas se fue presionando el plástico para eliminar el gas generado por la fermentación. Terminada esa etapa se cerraron los tambos con tapas a presión durante los 18 días siguientes.

Durante el transcurso del proceso de fermentación, la temperatura de la mezcla oscilo entre 35 y 37 °C y el olor final del ensilado de cerdaza fue ligeramente ácido o "avinagrado", lo cual indico que el proceso de elaboración fue el correcto.

5.3.4 Elaboración de las dietas

Para la elaboración de las dietas de los tratamientos y etapas se tomo como base los requerimientos nutricionales en

cerdos **(Cuadro 4).** Durante la elaboración del alimento se utilizaron los siguientes insumos en diferentes cantidades de acuerdo al porcentaje de inclusión de ensilado cada tratamiento.

- Maíz molido con el 7.5 % de proteína minina y 3300.00 Kcal/kg mínima.

- Pre-mezcla comercial para etapa de crecimiento y engorda con el 33 % de proteína.

- Ensilado de cerdaza de acuerdo a los porcentajes formulados para cada tratamiento

Los insumos se mezclaron de acuerdo al tratamiento y etapa fisiológica en una revolvedora hasta que quedo una mezcla completamente homogénea.

5.3.5 Estimación de alimento a utilizar durante el experimento

A continuación de muestra los insumos a utilizar en la dieta de etapa de desarrollo en T_1, T_2 Y T_3 **(Cuadro 7 al 9).**

Cuadro 7. Tratamiento 1 etapa de desarrollo

	%	Consumo diario por cerdo (kg)	Consumo diario por tratamiento (4 cerdos) (kg)	Consumo total (70 días en kg)
Maíz	63	1.6758	6.703	469.21
Concentrado	22	0.5852	2.340	163.8
Cerdaza	15	0.399	1.596	111.72

Cuadro 8. Tratamiento 2 etapa de desarrollo

	%	Consumo diario por cerdo (kg)	Consumo diario por tratamiento (4 cerdos) (kg)	Consumo total (70 días en kg)
Maíz	55	1.463	5.852	409.64
Concentrado	15	0.399	1.596	111.72
Cerdaza	30	0.798	3.192	223.44

Cuadro 9. Tratamiento 3 etapa de desarrollo

	%	Consumo diario por cerdo (kg)	Consumo diario por tratamiento (4 cerdos) (kg)	Consumo total (70 días en kg)
Maíz	71	1.8886	7.554	528.78
Concentrado	29	0.7714	3.085	215.95
Cerdaza	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %

Maíz Total: 1407.63 kg

Concentrado Total: 491.47 kg

Ensilado Total: 335.16 kg

Total: 2234.26 kg

A continuación de muestra los insumos a utilizar en la dieta de etapa de finalización en T_1, T_2 Y T_3 **(Cuadro 10 al 12).**

Cuadro 10. Tratamiento 1 etapa de finalización

	%	Consumo diario por cerdo (kg)	Consumo diario por tratamiento (4 cerdos) (kg)	Consumo total (49 días en kg)
Maíz	73	1.9418	7.767	380.58
Concentrado	12	0.3192	1.276	62.52
Cerdaza	15	0.399	1.596	77.91

Cuadro 11. Tratamiento 2 etapa finalización

	%	Consumo diario por cerdo (kg)	Consumo diario por tratamiento (4 cerdos) (kg)	Consumo total (49 días en kg)
Maíz	65	1.729	6.916	338.88
Concentrado	5	0.133	0.532	26.06
Cerdaza	30	0.798	3.192	156.40

Cuadro 12. Tratamiento 3 etapa finalización

	%	Consumo diario por cerdo (kg)	Consumo diario por tratamiento (4 cerdos) (kg)	Consumo total (49 días en kg)
Maíz	81	2.1546	8.618	422.28
Concentrado	19	0.5054	2.021	99.02
Cerdaza	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %

Maíz Total: 1141.74 kg

Concentrado Total: 187.6 kg

Ensilado Total: 234.31 kg

Total: 1563.65 kg

5.3.6 Tratamientos experimentales

Se utilizaron dos porcentajes de inclusión de cerdaza; al 15% en el T_1 y 30% en el T_2 en donde fue adicionada al alimento durante la etapa de desarrollo y engorda, el T_3 no incluyo ensilado de cerdaza ya que es considerado el tratamiento testigo.

5.4 Variables evaluadas

5.4.1 Consumo de alimento

Fue medido diariamente, dos veces al día, una en la mañana y otra en la tarde en cada tratamiento, apoyado por una bascula tipo romana digital RHINO® BAC - 100 y el consumo se obtuvo por diferencia entre el alimento ofrecido y el alimento rechazado (Fabrizio, 2002; Sánchez, 2008).

5.4.2 Ganancia de peso

Se pesaron los cerdos de manera individual al inicio del experimento, posteriormente se realizo el pesaje cada semana en ayunas durante todo el experimento (Fabrizio, 2002; Sánchez, 2008), con una báscula comercial con capacidad para 500 kg marca Torrey®.

5.4.3 Conversión alimenticia

Se obtuvo dividiendo el alimento consumido (kg) entre el peso vivo obtenido (kg), ambos parámetros fueron medidos en una misma unidad de medida (Campabadal y Musmanni 1984; Fabrizio, 2002).

5.5 Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue un completamente al azar; con tres tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, cuyo modelo matemático es el siguiente:

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

i = 1, 2, 3…tratamiento

j = 1, 2, 3, 4,…repetición

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Media general

T_i = Efecto del tratamiento

E_{ij} = Error aleatorio

El análisis estadístico se realizó con el paquete computacional SAS versión 9.2 (2004), para evaluar las diferencias de medias se realizo la prueba Tukey con un alfa de 0.05 esto para las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Consumo de alimento de cerdos alimentados con diferentes niveles de ensilado de cerdaza en etapa de crecimiento.

En el **(Cuadro 13)** se presenta el consumo diario de alimento en él se observa que no existieron diferencias ($P \geq 0.05$) entre los periodos ni en los consumos promedios (2312.8 g, 2294.5 g y 2286.8 g) para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente.

Se puede observar también que para el periodo seis existe una pequeña variabilidad en los tres tratamientos con respecto a los demás periodos (C.V = 11.02 %), esto se debe muy probablemente a que en dicho periodo se presentaron problemas respiratorios en algunas unidades experimentales de los diferentes tratamientos.

El consumo de alimento en la etapa de crecimiento en promedio fue de 2298 g de alimento cerdo^{-1} día^{-1}. Cabe mencionar que el T_2 contenía mayor inclusión de ensilado de cerdaza (30%), esto quiere decir, que dicha inclusión no afectó en la aceptabilidad del alimento al no encontrarse diferencia significativa con el T_3 el cual tenía una inclusión del 0% de ensilado de cerdaza.

La literatura publicada a cerca del comportamiento de los bovinos demuestra que las dietas suplementadas con ensilado de cerdaza dan lugar a comportamientos aceptables en el consumo de alimento (Álvarez y Rodríguez, 1997).

El consumo promedio de alimento fue similar a los encontrados por (Campabadal, 1994), quien utilizo cerdaza fresca en cerdos en etapa de finalización, comparando consumos y las respuestas productivas con niveles a nomas del 15 % de inclusión.

Cuadro 13. Consumo de alimento (g) en cerdos en etapa de crecimiento alimentados con diferentes niveles de inclusión de ensilado de cerdaza en la dieta.

	TRATAMIENTO			
Periodo	T_1 (15 %)	T_2 (30 %)	T_3 (0 %)	C.V
Semana 1	1747.50	1690.00	1700.00	5.02
Semana 2	1877.50	1862.50	1800.00	4.86
Semana 3	1977.50	1967.50	1997.50	3.56
Semana 4	2137.50	2115.00	2147.50	3.03
Semana 5	2247.50	2252.50	2270.00	2.57
Semana 6	2375.0	2375.0	2150.0	11.12
Semana 7	2495.0	2490.00	2512.50	2.88
Semana 8	2600.00	2575.00	2622.50	2.57
Semana 9	2765.00	2745.00	2772.50	1.99
Semana 10	2905.00	2872.50	2895.00	1.54
Promedio	**2312.8**	**2294.5**	**2286.8**	**17.07**

C.V. = Coeficiente de Variación, g = gramos
No existen diferencias significativas

6.2 Consumo de alimento de cerdos alimentados con diferentes niveles de ensilado de cerdaza en etapa de finalización. Tlatlauquitepec, Puebla (2014)

En el **(Cuadro 14)** se presenta el consumo diario de alimento, en él se nota que no existieron diferencias ($P \geq 0.05$) entre los periodos ni en los consumos promedios (3241.4

g, 3189.3 g y 3346.0 g) para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente.

Se puede percibir también que para el periodo uno y cuatro existe una pequeña variabilidad en los tres tratamientos con respecto a los demás periodos (C.V = 8.62 y 8.92 %), esto se debe muy probablemente a que en dicho periodo se presentaron problemas respiratorios y diarreicos en algunas unidades experimentales de los diferentes tratamientos.

El consumo de alimento en la etapa de finalización en promedio fue de 3258.90 g de alimento cerdo^{-1} día^{-1}. Cabe mencionar que el T_2 contenía mayor inclusión de ensilado de cerdaza (30%), esto quiere decir, que dicha inclusión no afectó en la aceptabilidad del alimento al no encontrarse diferencia significativa con el T_3 el cual tenía una inclusión del 0% de ensilado de cerdaza.

El comportamiento de los bovinos demuestra que las dietas suplementadas con ensilado de cerdaza dan lugar a comportamientos en el consumo de alimento aceptables (Álvarez y Rodríguez, 1997).

El consumo promedio de alimento fue similar a los encontrados por (Campabadal, 1994), quien utilizo cerdaza fresca en cerdos en etapa de finalización, comparando consumos y las respuestas productivas con niveles a nomas del 15 % de inclusión.

Cuadro 14. Consumo de alimento (g) en cerdos en etapa de finalización alimentados con diferentes niveles de inclusión de ensilado de cerdaza en la dieta.

	TRATAMIENTO			
Periodo	T_1 (15 %)	T_2 (30 %)	T_3 (0 %)	C.V
Semana 1	2760.0	3035.0	3030.0	8.62
Semana 2	3130.0	3160.0	3135.0	1.19
Semana 3	3205.0	3245.0	3245.0	1.31
Semana 4	3037.5	3335.0	3367.5	8.92
Semana 5	3427.50	2445.0	3462.0	1.24
Semana 6	3525.00	3495.00	3547.50	0.94
Semana 7	3605.00	3610.00	3635.00	1.17
Promedio	**3241.4**	**3189.3**	**3346.0**	**9.43**

C.V. = Coeficiente de Variación, g = gramos
No existen diferencias significativas

6.3 Ganancia diaria de peso de cerdos alimentados con diferentes niveles de ensilado de cerdaza en etapa de crecimiento

La ganancia diaria de peso promedio obtenida durante la fase experimental fue de 0.394 g cerdo^{-1}/día^{-1}, no presentando diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos y los promedios **(Cuadro 15),** misma tendencia que el consumo de alimento **(Cuadro 13).**

En un trabajo realizado por Parra *et al.* (2007) en suplementación con ensilado de cerdaza en dietas en corderos Hampshire a 0 %, 25 % y 50 % de inclusión no se encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso ($P > 0.05$)

Kornegay *et al.* (1977) concluyeron que su valor nutritivo era menor o igual que el de una dieta a base de maíz o soya y en cerdas gestantes no hubo diferencia en los rendimientos productivos, especialmente cuando la cerdaza estaba ensilada (Marrs et al. 1979). Sutton (1993) establece que sólo en dietas de cerdas gestantes puede utilizarse con cierto beneficio las excretas de cerdos.

Cuadro 15. Ganancia diaria de peso (g) en cerdos en etapa de crecimiento alimentados con diferentes niveles de inclusión de ensilado de cerdaza en la dieta.

	TRATAMIENTO			
Periodo	T_1 (15 %)	T_2 (30 %)	T_3 (0%)	C.V
Semana 1	0.320	0.320	0.330	17.78
Semana 2	0.320	0.320	0.330	17.78
Semana 3	0.390	0.320	0.530	51.41
Semana 4	0.340	0.290	0.250	30.58
Semana 5	0.340	0.440	0.280	49.01
Semana 6	0.370	0.200	0.190	75.00
Semana 7	0.440	0.400	0.330	43.41
Semana 8	0.390	0.360	0.270	41.79
Semana 9	0.460	0.490	0.270	44.09
Semana 10	0.950	0.680	0.910	26.60
Promedio	**0.432**	**0.382**	**0.369**	**45.60**

C.V. = Coeficiente de Variación, g = gramos
No existen diferencias significativas

6.4 Ganancia diaria de peso de cerdos alimentados con diferentes niveles de ensilado de cerdaza en etapa de finalización. Tlatlauquitepec, Puebla (2014)

La ganancia de peso en cerdos alimentados con ensilado de cerdaza en etapa de finalización **(Cuadro 16)** no mostro diferencias (P> 0.05) en los periodos uno, dos y tres.

Sin embargo, mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos en el cuarto, quinto, sexto y séptimo periodo siendo el T_3 el de mayor ganancia de peso, el T_2 tuvo una menor ganancia de peso con respecto al T_1 y T_3.

Se puede observar también que para los periodos uno, dos y tres existe una pequeña variabilidad en los tres tratamientos con respecto a los demás periodos (C.V = 30.87 %, 32.04 % y 34.47 %), esto se debe muy probablemente a que en dicho periodo se presentaron problemas respiratorios en algunas unidades experimentales en los diferentes tratamientos debido a las bajas temperaturas y humedad en el ambiente.

En un estudio con bovinos realizado por Pearce (1975) se sustituyó por cerdaza el O %, 15 %, 30 % y 45 % del heno de pasto bermuda en la dieta y las ganancias de peso fueron satisfactorias con una inclusión del 0% y 15% sin encontrar diferencias significativas ya que los rumiantes tienen la capacidad de utilizar alimentos de bajo valor nutritivo y convertirlos en carne, gracias a la acción enzimática de los microorganismos del retículo rumen. Esto hace posible que los rumiantes obtengan energía de los polisacáridos que no pueden ser utilizados eficientemente por monogástricos. Además, los microorganismos ruminales pueden sintetizar proteína a partir del nitrógeno no proteico y convertirlo fácilmente en carne y leche para consumo humano. Sin embargo con inclusiones mayores de 15 % de cerdaza en la dieta la ganancia de peso disminuyo significativamente.

Cuadro 16. Ganancia diaria de peso (g) en cerdos en etapa de finalizacion alimentados con diferentes niveles de inclusión de ensilado de cerdaza en la dieta.

	TRATAMIENTO			
Periodo	T_1 (15 %)	T_2 (30 %)	T_3 (0 %)	C.V
Semana 1	0.620^{a}	0.380^{a}	0.610^{a}	30.87
Semana 2	0.520^{a}	0.340^{a}	0.520^{a}	32.04
Semana 3	0.520^{a}	0.330^{a}	0.650^{a}	34.47
Semana 4	0.530^{ab}	0.350^{b}	0.590^{a}	20.81
Semana 5	0.470^{a}	0.320^{b}	0.540^{a}	9.63
Semana 6	0.620^{a}	0.290^{b}	0.510^{a}	22.65
Semana 7	0.630^{a}	0.350^{b}	0.510^{ab}	22.68
Promedio	**0.558^{a}**	**0.337^{b}**	**0.561^{a}**	**24.73**

C.V. = Coeficiente de Variación, g = gramos

a,b Literales diferentes en la misma fila señalan diferencias significativas (P≤0.05).

6.5 Conversión alimenticia de cerdos alimentados con diferentes niveles de ensilado de cerdaza en la dieta en etapa de crecimiento. Tlatlauquitepec, Puebla (2014)

La relación Ganancia de Peso: Consumo de Alimento indica la eficiencia de utilización del alimento **(Cuadro 17)**; en el cual no hubo diferencias (p>0.05) entre los tratamientos y los periodos. Dichos resultados indican que para T_1 los cerdos consumieron 5.41 kg de alimento para producir un kg de carne, para el T_2 los cerdos consumieron 6.59 kg de alimento para producir un kg de carne y para el T_3 6.68 kg de alimento para producir un kg de carne.

Se puede observar también que para los periodos tres, cuatro, seis, siete, ocho y nueve existe una variabilidad en

los tratamientos con respecto a los demás periodos (C.V = 53.71 %, 31.65 %, 31.44 %, 40.25 %, 38.91 % y 35.45 %), esto se debe muy probablemente a que en dicho periodo se presentaron graves problemas respiratorios en algunas unidades experimentales en los diferentes tratamientos debido a las bajas temperaturas y humedad en el ambiente.

De igual manera se observan consumos de alimento altos ya que como es de esperar la disponibilidad de nutrientes varía de acuerdo a la calidad de la cerdaza ofrecida, entre menor sea la calidad y cantidad de nutrientes en la cerdaza mayor será la cantidad de alimento requerido para producir carne (Campabadal, 1995).

Cuadro 17. Conversión alimenticia (g) en cerdos en etapa de crecimientoalimentados con diferentes niveles de inclusión de ensilado de cerdaza en la dieta.

	TRATAMIENTO			
Periodo	T_1 (15 %)	T_2 (30 %)	T_3 (0 %)	C.V
Semana 1	5638.2	5310.3	5129.3	14.59
Semana 2	6094.5	5854.9	5428.0	16.55
Semana 3	2606.0	5388.0	4549.0	53.71
Semana 4	6456.0	7895.0	8385.0	31.65
Semana 5	6710.0	7451.0	6958.0	27.81
Semana 6	3909.0	9817.0	9137.0	31.44
Semana 7	6412.0	6909.0	8679.0	40.25
Semana 8	7124.0	7602.0	8984.0	38.91
Semana 9	6457.0	6049.0	6330.0	35.45
Semana 10	3184.6	3664.0	3298.0	20.60
Promedio	**5459.1**	**6594.0**	**6687.7**	**28.94**

C.V. = Coeficiente de Variación, g = gramos

No existen diferencias significativas

6.6 Conversión alimenticia de cerdos alimentados con diferentes niveles de ensilado de cerdaza en la dieta en etapa de finalización. Tlatlauquitepec, Puebla (2014)

El índice de conversión o conversión alimenticia expresa los kilos de alimento ingeridos por animal por el aumento de peso; la conversión alimenticia es un buen índice de evaluación de la eficiencia del alimento (Salazar, 1999). La eficiencia de transformación de la dieta desciende con la edad (Cheeke, 1995).

En cuanto a la variable conversión alimenticia **(Cuadro 18)** se observó diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) en todas las semanas a excepción del segundo periodo , muy similar a la anterior variable lo cual resulta lógico debido a que para la obtención de conversión alimenticia se hace uso de la ganancia diaria de peso; durante el periodo seis el tratamiento dos fue el que mostró una conversión alta comparado con el T_1 uno y el T_3; 12394.00 g vs 6009.0 g; 12394.0 g vs 6900.0 g, esta diferencia pudo deberse a los problemas digestivos y respiratorios que se hicieron presentes durante ese periodo; no obstante (Campabadal, 1995) encontró resultados similares a los que se obtuvieron en la semana seis, en donde la peor conversión en cerdos de engorda se observó en el tratamiento que contenía el nivel más alto de inclusión de ensilado de cerdaza (30 %).

Durante el periodo uno el T_1 fue el que mostro una mejor conversión con respecto al T_2: 4443.7 g vs 6499.9 g.

Dentro de los resultados obtenidos en los promedios se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq$

0.05), demostrando que el T_1 y T_3 son iguales entre si, además de que estadísticamente son mejores con respecto al T_2, sin embargo se encuentran muy por encima de lo que marca la literatura donde menciona que la conversión alimenticia debería rondar el 3 o 3.5 kg de alimento para producir 1 kg de carne para el engorde (FAO, 2012); no obstante Navarro (2001) hace referencia a que los cerdos en sistema de traspatio necesitan consumir hasta el doble de alimento y tiempo para llegar a un peso necesario para rastro ya que los alimentos ofrecidos llegan a ser de menor calidad, lo que establece que requirieron de mayor cantidad de alimento por aumento de peso del animal principalmente en el tratamiento dos con 30 % de ensilado de cerdaza ya que estadísticamente fue el que tuvo una respuesta más deficiente en la conversión alimenticia con respecto a los otros tratamientos evaluados.

Cuadro 18. Conversión alimenticia (g) en cerdos en etapa de finalizacion alimentados con diferentes niveles de inclusión de ensilado de cerdaza en la dieta.

	TRATAMIENTO			
Periodo	T_1 (15 %)	T_2 (30 %)	T_3 (0 %)	C.V
Semana 1	4434.7^{b}	6499.9^{a}	5462.0^{ab}	19.53
Semana 2	5983.0^{a}	6551.0^{a}	6550.0^{a}	23.81
Semana 3	6354.0^{b}	9663.0^{a}	5501.0^{b}	20.03
Semana 4	6287.5^{b}	9513.7^{a}	5961.4^{b}	16.19
Semana 5	7174.7^{b}	11066.7^{a}	6412.4^{b}	16.37
Semana 6	6009.0^{b}	12394.0^{a}	6900.0^{b}	26.74
Semana 7	5917.0^{b}	11287.0^{a}	7176.0^{ab}	32.68
Promedio	**6022.9^{b}**	**9567.9^{a}**	**6271.9^{b}**	**20.01**

C.V. = Coeficiente de Variación, g = gramos

a,b Literales diferentes en la misma fila señalan diferencias significativas (P≤0.05).

Los datos obtenidos en el presente trabajo, concuerdan con lo reportado por otros investigadores que han trabajado sobre la inclusión de ensilado de cerdaza en dietas como (Martínez y Serna 1999) quien evaluó el efecto de incluir (0, 15 y 30 %) de ensilado de cerdaza en la dieta de ovinos en crecimiento, mostrando que los tratamientos no afectaron significativamente las varíales productivas consumo de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia, por lo que mencionó que se podía incluir hasta un 30 % de ensilado de cerdaza en la dieta.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye lo siguiente:

Los niveles de 15 y 30 % de inclusión de ensilado de cerdaza en las dietas para cerdos en etapa de crecimiento son iguales y no tienen efectos negativos sobre las variables productivas consumo de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, no obstante se recomienda utilizar la inclusión del 15 % de ensilado de cerdaza ya que en ese tratamiento se observaron los mejores rendimientos en las variables ganancia diaria de peso y conversión alimenticia.

Se recomienda utilizar la inclusión del 15 % de ensilado de cerdaza en etapa de finalización ya que se demostró que no fue mejor pero si iguala los parámetros productivos ganancia diaria de peso y conversión alimenticia.

Aunado esto el ensilado de cerdaza es una buena alternativa para su utilización en cerdos en un sistema rural o de traspatio ya que reduce los costos de producción y al mismo tiempo se evita la contaminación al medio ambiente ocasionada por el mal manejo de los desechos de los animales.

Se recomienda seguir investigando los niveles óptimos de inclusión de ensilado de cerdaza en dietas para cerdos en sistemas rurales o de traspatio realizando un análisis químico proximal (AQP) para poder determinar su contenido nutrimental y no solo guiarse por la literatura.

También se recomienda investigar variables económicas para poder determinar el costo beneficio así como la rentabilidad en la utilización del ensilado de cerdaza en dietas para cerdos en sistemas rurales.

VIII. LITERATURA CITADA

Álvarez y Rodríguez. 1997. Volúmenes y calidad de la cerdaza producidas en porquerizas industriales y su aprovechamiento en la alimentación de bovinos. Tesis, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal, Managua.

Arronis, V. 2001. Utilización de cerdaza en sistemas intensivos de producción de novillos de engorde (en línea). Recuperado el 18 de Septiembre de 2014, de

Austic, R.E. 1983. En: Feed Information and Animal production. Commonwealth Agricultural Bureau, Slough, pp: 175-189.

Bikker, P., Verstegen M.W.A., y M. Bosch. 1994. Amino acid composition of growing pigs in affected by protein and energy intake. J. Nutr. 124(10):1961-1969.

Campabadal Herrea, C. 1994. Utilización de la cerdaza en la alimentación de ganado de carne: una alternativa para evitar la contaminación ambiental. Nutrición animal tropical , 1 (1).

Campabadal, C. y Musmanni, M. 1984, Efecto de diferentes fuentes de alimentación sobre los rendimientos productivos de cerdos en desarrollo y engorde, Agronomía Costarricense 8 (2): 155-160.

Campabadal, C. y Navarro, H. 2001. Alimentación de los cerdos en condiciones tropicales. Asociación Americana de Soya ASA. México D.F., México. 280 p.

Campagna. 2009. Buenas prácticas en la elaboración de alimentos balanceados.

Canton, J. J. 1995. Eficiencia de la utilizacion de estiercol fresco en la alimentacion de ovinos. Tesis, Universidad Autonoma de Yucatan, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Merdida.

Castellanos, S. H. 2010. Uso del ensilado de cerdaza en la alimentacion animal. Ciencia y tecnologia para el campo mexicano; INIFAP.

Cheeke, R. P. 1995. Alimentación y nutrición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España. p. 197.

Danura S., 2010.Requerimientos nutricionales y plan de alimentación para la etapa de crecimiento y terminación, Vetifarma, Argentina, pp: 1-5

Diggs, B. G., Backer, B. J., & F G, J. 1965. Value of pig feces in swine f inishing rations. J.Anim. Sci .

Easter, R.E. y Ellis, M. 2000. Feed Manufacture. Lance Swine Course. San José de Costa Rica, p 10.

El-Ahlraf, A., & Willis, W. 1996. Managment of animal waste: Environmental healt problems and technological solutions. EE.UU.: Library of congress cataloguing in publication.

English, P. R.; Fowler, V. R.; Baxter, S. and B. Smith, 1988. The growing and finishing pig. Improving efficency. Farm Press. England.

Espinosa C. y G. Cataño, 2005 Manual de producción porcícola, servicio nacional de aprendizaje "Sena", Colombia, 113 p.

Fabrizio A.C., 2002, Evaluación de tres dietas para cerdos en crecimiento, Universidad de Zamorano, Honduras, pp. 13-15.

FAO (Ed.). 1993. FAO. (Pérez. Valdivia, Productor) Recuperado el 18 de Septiembre de 2014, de FAO: http://www.fao.org/livestock/agap/frg/APH134/cap10.htm

Fernández, D.M., Rosas V.N., Soria F.A. and J.A. Cuarón. 2002. Threonine to lysine ratio in pigs treated with ractopamine Memories XXXVII Congress National AMVEC, Puerto Vallarta, México. p. 147-148

Fontenot, J.P., L.W. Smith, and A.L. Sutton. 1984. Alternative utilization of animal wastes. J. Anim. Sci. Vol. 57, Supple 2, 221-233.

Gonzalez, O.A. 1992. Problemas de contaminacion en la porcicultura, Desarrollo porcicola N. 4.

INFOAGRO:http://www.infoagro.go.cr/ProgrNacionales/Porcinos/Cerdaza.htm Duarte, V.,

Kornegay, E.T., M.R Hoiland, K.E. webb, K.p. Bowardy J.D. Hedges. Nutritional value of swine waste for pigs. J. Anim. Sci. 44:60g.

Magaña, C., & Rodriguez, G. 1990. Utilizacion de las Heces en la Alimentacion Animal. I. Caracterizacion Quimico Nutricional de Heces de Bovinos y Porcinos. Tecnologia Pecuaria Mexicana , 28 (19).

Marrs, D.c., D.R. Campbell, H E. Featherstone and p.R. Norman. 1919 use of swine waste silage for pigs. Arkansas Farm. Res. 29,7.

Municipios de Puebla Tlatlauquitepec, 2004. Información socioeconómica Municipal. Secretaria del Desarrollo Social. Puebla México.Pag.10-36.

NRC. 1998. Nececidades Energeticas de Ganado Porcino. (N. A. Press, Ed.) 10.

Orr, D. M. 1971. Reclycling of dried waste in swine. J.Anim Sci.

Parra, Martínez, y Rincón. 2007. Utilización de cerdaza en dos niveles de inclusión, como suplemente alimenticio en la etapa de finalización en periodo de engorde de ovinos. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Sogamoso.

Pearce, G.R. 1975. The inclusion of pig manure in ruminant diets. In. Managing Livestock Wastes Proc. 3rd. Inter. Symp. On Livestock Wastes. pp. 218-221.ASAE. St, Joseph, MI.

Penz, A. 2000. Efecto de la nutrición en la cantidad y en la calidad de los desechos de los cerdos. Duodécimo ciclo de conferencias sobre aminoácidos sintéticos. Mexico, DF: FERMEX.

Reyes Gil, V. d. 18 de Septiembre de 2010. Produccion porcina y el medio ambiente. Recuperado el 2014, de EUMED: http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2010/vmrg.htm

Roma. 2000. Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. México D.F., México: Organización de las Naciones Unidas.

Salazar, A. M. 2004. Ensilado de Cerdaza como Ingrediente en la Alimentacion Animal. INIFAP (30).

Salazar, G. G. 1999. Uso y manejo de excretas de credos en la alimentación animal. 1 (1).

Sánchez C., Román D.V., García D.G, V.J Ayala, 2008. Comportamiento productivo de cerdos portadores del gen del halotano en condiciones medio ambientales no controladas. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, Mayo, 1-15

Santiago R.H., Teixeira L.F., Lopez D.J., J.P. Cezar, 2005. Composición de alimentos y Requerimientos Nutricionales, Universidad Federal de Viçosa - Departamento de Zootecnia, Brasil, 186 pp

Smith L.W., W. W. 1990. Nutritional and Economic Value of Animal Excreta . Journal of Animal Science , 48 (1).

Sutton, A. L. 1993. Using Swine Manure as a Fertilizer or Feed Resource. Symposium of Swine Waste Management in Costa Rica. University of Costa Rica, American Soybean Association. Pp. 1-15.

Taylor D. 2002, Proceedings of the third european colloquium on food safety and acute phase proteins. Doorn, The Netherlands.

Tejada, d. H. 1992. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. Sistema de Educación Continua en Producción Animal.

XIX. ANEXOS

Anexo 1. Recolección de cerdaza fresca en granja

Anexo 2. Cerdaza utilizada para elaborar el ensilado

Anexo 3. Corrales individuales donde se alojaron las unidades experimentales

Anexo 4. Pesaje semanal de las unidades experimentales

Anexo 5. Alimentación de las unidades experimentales del T_3 = 0 %

Anexo 6. Alimentación de las unidades experimentales con inclusión de ensilado de cerdaza

Anexo 7. Alimento utilizado para los tres tratamientos

Anexo 8. Alimento utilizado y señalado de a cuerdo al tratamiento