



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS  
DES CIENCIAS AGROPECUARIAS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÓNOMICAS**



**Estudio de la incorporación de excretas en dietas de pequeños  
rumiantes y su efecto sobre la calidad de la carne**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el grado de**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN  
AGROPECUARIA TRÓPICAL**

**Por**

**M.V.Z. ALEXANDER CHACÓN CASTILLO**

**Director**

**DR. RENÉ PINTO RUIZ**

**Co-Director**

**DR. EFREN RAMÍREZ BRIBIESCA**

**Villaflores, Chiapas, México**

**Febrero, 2017**

## DEDICATORIAS

El presente trabajo de investigación se lo dedico al Creador, que sin Él, todo esto no hubiera sido posible.

A mi esposa; Yulibeth Montero Guzmán, que es parte fundamental en mi vida y que siempre está conmigo en los momentos buenos y malos.

A mi padre; Jairo Chacón Toledo, que siempre ha mostrado su apoyo incondicional y consejos que me han sido de bien.

A mi madre; Georgina Castillo Solís, que con su amor, paciencia y sobre todo enseñanza me ha guiado por el buen camino.

A mi familia que siempre ha estado conmigo en todo momento, mostrándome su amor y preocupación hacia mí.

Y a todos aquellos en general, que directa e indirectamente formaron parte de este proyecto. ¡GRACIAS POR CREER EN MÍ!

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco infinitamente al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por darme el privilegio de ser becado en estos dos años de investigación.

A la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) y especialmente a la Facultad de Ciencias Agronómicas (CUTT San Ramón) por ser parte de este proyecto y pieza importante en su realización.

Al laboratorio de Inocuidad, Calidad de Alimentos y Bioseguridad del Colegio de Postgraduados, Texcoco, estado de México. (COLPOS) por permitirme realizar diversos análisis de laboratorio que me sirvieron en esta investigación.

A mi comité tutorial por guiarme en la realización de esta tesis.

Al Cuerpo Académico Agroforestería Pecuaria, que fueron un eje importante en la realización de este proyecto.

Al Dr. René Pinto Ruiz por ser parte medular en este proyecto, agradezco cada uno de sus consejos, observaciones y llamadas de atención, que sin ellos no hubiera sido lo mismo, infinitas gracias.

Sinceros agradecimientos al Dr. Efrén Ramírez Bribiesca, Dr. José Apolonio Venegas Venegas, Dr. Francisco Guevara Hernández, Mc. Roselia Ramírez Díaz, compañeros de maestría y todos aquellos que formaron parte de este trabajo de investigación, que hoy llego a su conclusión; ¡MUCHAS GRACIAS!



La presente tesis titulada, **ESTUDIO DE LA INCORPORACIÓN DE EXCRETAS EN DIETAS DE PEQUEÑOS RUMIANTES Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE**, forma parte del proyecto de investigación *“Integración de subproductos agropecuarios en la alimentación animal de los sistemas ganaderos del trópico seco ”* registrado en la Coordinación de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ciencias Agronómicas, bajo la dirección del Dr. René Pinto Ruiz y registrada en la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento: Producción Animal, Ambiente e Innovación local del Cuerpo Académico en Agroforestería Pecuaria.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
CAMPUS V  
DIRECCIÓN



VILLAFLORES, CHIAPAS  
23 DE ENERO DE 2018  
OFICIO N° D/14/18

**C. ALEXANDER CHACÓN CASTILLO**  
MAESTRANTE EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
PRESENTE.

En atención a que usted ha presentado los votos aprobatorios del Honorable Jurado, designado para su evaluación profesional, de la tesis titulada: **“Estudio de la incorporación de excretas en dietas de pequeños ruminantes y su efecto sobre la calidad de la carne”**, por este conducto le comunico que se le autoriza la impresión del documento, de acuerdo a los lineamientos vigentes de la Universidad.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
“POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR”

M. C. ROBERTO REIMUNDO COUTIÑO RUIZ  
DIRECTOR

FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRONOMICAS



C. c. p. Archivo

Carretera Ocozocoautla – Villaflores Km. 84.5 Apartado Postal 78. C.P. 30470 Villaflores, Chiapas, México.  
Tel/Fax 01 965 65 2 14 77 y 5 3 272 Email: fdireccion.cv@gmail.com

Esta tesis titulada **ESTUDIO DE LA INCORPORACIÓN DE EXCRETAS EN DIETAS DE PEQUEÑOS RUMIANTES Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE**, fue realizada por el M.V.Z. Alexander Chacón Castillo, bajo la dirección y asesoría del Comité Tutorial indicado, como requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL**.

COMITÉ TUTORIAL

DIRECTOR

  
DR. RENÉ PINTO RUIZ

CO-DIRECTOR

  
DR. J. EFREN RAMIREZ BRIBIESCA  
COLEGIO DE POSGRADUADOS

ASESOR

  
DR. JOSÉ APOLONIO VENEGAS VENEGAS

  
DR. HERIBERTO GÓMEZ CASTRO



Esta tesis titulada **ESTUDIO DE LA INCORPORACIÓN DE EXCRETAS EN DIETAS DE PEQUEÑOS RUMIANTES Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE**, fue realizada por el M.V.Z. Alexander Chacón Castillo, bajo la dirección y asesoría del Comité Tutorial indicado, como requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL**.

COMISIÓN REVISORA

DR. RENÉ PINTO RUÍZ  
FCA-UNACH

DR. ALEJANDRO LEY DE COSS  
FCA-UNACH

DR. JOSÉ APOLONIO VENEGAS VENEGAS  
CÁTEDRAS-CONACYT



FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS CAMPUS V  
**Agroforestería Pecuaria**



## **PUBLICACIONES DERIVADAS DE ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A.C. (AMPA), XLIV Reunión 2017 en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.  
**“COMPOSICION QUIMICA Y DEGRADACION RUMINAL *IN VITRO* DE EXCRETAS DE ORIGEN ANIMAL PRODUCIDAS EN CHIAPAS”**



## CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS .....	ii
ÍNDICE DE FIGURA.....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Producción nacional y estatal de ovinos .....	3
2.2 Fuentes de alimentación de ovinos.....	3
2.3 Necesidades nutricionales del ovino de engorda .....	4
2.4 Cerdaza .....	5
2.5 Pollinaza .....	6
2.6 Agua.....	6
2.6 Energía .....	7
2.7 Hidratos de carbono.....	7
2.8 Efecto sobre la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) .....	8
2.9 Grasas .....	9
2.10 Proteína .....	9
2.11 Vitaminas .....	10
2.12 Minerales .....	10
2.13 Efectos sobre el área del músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	11
2.14 Calidad de la carne .....	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1 Ubicación de área de estudio.....	13
3.2.1 Obtención de las muestras .....	13
3.2.2 Variables evaluadas.....	14
3.2.3 Composición química.....	14
3.2.4 Fermentación ruminal <i>in vitro</i> .....	14
3.2.5 Análisis estadístico .....	15

3.3 Experimento 2. Nivel adecuado de pollinaza en la dieta de ovinos sobre la ganancia diaria de peso, calidad de la carne y rentabilidad económica.....	16
3.3.1 Características y manejo sanitario de los animales empleados.....	16
3.3.2 Tratamientos evaluados.....	16
3.3.3 Dietas evaluadas y manejo alimenticio .....	16
3.3.4 Parámetros evaluados .....	18
3.3.5 Variables productivas.....	18
3.3.6 Calidad de la carne .....	18
3.3.7 Relación Beneficio-Costo.....	19
3.3.8 Diseño estadístico y análisis de los datos.....	19
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	20
4.1 Experimento 1. Caracterización la composición química y degradación ruminal de la pollinaza y cerdaza producidas y comercializadas en Chiapas ....	20
4.2 Experimento 2. Nivel adecuado de pollinaza en la dieta de ovinos sobre la ganancia diaria de peso, calidad de la carne y rentabilidad económica.....	24
4.2.1 Parámetros productivos .....	24
4.2.2 Calidad de la carne .....	26
4.2.3 Relación Beneficio:Costo .....	30
5. CONCLUSIONES.....	32
5. LITERATURA CITADA .....	33

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Dietas con niveles crecientes de excretas utilizadas en la engorda de ovinos en Villaflores Chiapas (BS*).....	17
2	Componentes nutricionales y fermentación <i>in vitro</i> de la cerdaza y pollinaza comercializada en la zona Centro de Chiapas.....	22
3	Ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo de ovinos alimentados con dietas con distintos niveles de inclusión de pollinaza.....	26
4	Análisis químico proximal y color de carne de ovinos alimentados con dietas con distintos niveles de inclusión de pollinaza.....	27
5	Rentabilidad privada de la producción de carne de ovinos alimentados con dietas con distintos niveles de inclusión de pollinaza.....	30

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura		Pág.
1	Volumen de gas por la fermentación de cerdaza y gallinaza en función del tiempo de incubación a 39°C.....	24

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue conocer la degradación y fermentación *in vitro* de las excretas de mayor uso ganadero en el trópico así como evaluar el efecto de la incorporación de pollinaza en dietas de pequeños rumiantes y su efecto sobre la producción y calidad de la carne. En el primer experimento se caracterizó la composición química y degradación de la materia seca *in vitro* (DMS<sub>iv</sub>) ruminal de la pollinaza y cerdaza producidas y comercializadas en Chiapas. El análisis químico proximal se realizó de acuerdo a lo sugerido por la AOAC (2000) y para la DMS<sub>iv</sub> de acuerdo con la técnica de producción de gas *in vitro* (Menke y Steigass, 1988). El diseño experimental fue completamente al azar y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey. Los resultados indican que, las pollinazas poseen mayor ( $P<0.05$ ) contenido de materia orgánica (MO) que la cerdaza, lo cual se ve reflejada en una mayor ( $P<0.05$ ) volumen máximo (Vm) de gas de fermentación. Por otro lado, la cerdaza posee un menor contenido ( $P<0.05$ ) de proteína cruda (PC) en comparación a la pollinaza, por lo tanto, las pollinazas presentaron un mayor ( $P<0.05$ ) volumen fraccional de gas de 0 a 8 h y de 8 a 24 de incubación, lo que implica mayor volumen fraccional de azúcares y oligosacáridos solubles, así como polisacáridos, dextranas y pectina (fracción de rápida y media fermentación). En el segundo experimento se conoció el nivel adecuado de pollinaza en la dieta de ovinos sobre la ganancia diaria de peso, calidad de la carne y rentabilidad económica. Para ello, se utilizaron 12 corderos machos distribuidos en cuatro tratamientos: T1= dieta control sin pollinaza, T2: 25%, T3=35% y T4=45% de pollinaza, respectivamente. Se midió la ganancia diaria de peso, el consumo, la conversión alimenticia, la calidad de la carne a través de su análisis químico proximal, el pH, capacidad de retención de agua (CRA) y color. Para el análisis de las variables se utilizó un diseño completamente al azar y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey. Se encontraron diferencias ( $P<0.05$ ) entre la ganancia diaria de peso, siendo mejor el T1, los animales mejoraron ( $P<0.05$ ) su consumo cuando son alimentados con el T2. La conversión alimenticia fue mejor para el T1. Respecto a la calidad de la

carne, los animales que fueron alimentados con el T2 presentaron mejores porcentajes de PC ( $P<0.05$ ), pero los valores de cenizas (Ce), MO, pH, Luminosidad (L) y rojo (a) fueron similares los tratamientos ( $P>0.05$ ), el T4 presentó mayor ( $P<0.05$ ) el color amarillo (b), mientras que la capacidad de retención de agua (CRA) fue mayor ( $P<0.05$ ) para el T3. La inclusión de pollinaza redujo los costos de alimentación, el T1 fue más rentable, seguido del T2, el cual fue, dentro de los tratamientos con pollinaza, el más rentable económicamente. Concluyendo que, aunque las excretas tuvieron alto contenido de proteína cruda, las pollinazas se fermentan más favorablemente en rumen en comparación a la cerdaza, lo anterior, permitiría incluir a la pollinaza como una fuente proteína y energía en dietas para rumiantes sin riesgo de intoxicación. La inclusión de pollinaza en dietas para ovinos afectó la ganancia de peso y conversión alimenticia, pero no así la salud de los animales ni los parámetros de calidad de la carne producida. Si bien, la inclusión de pollinaza redujo los costos de alimentación, los animales alimentados con dietas sin pollinaza, fueron más rentables, seguido de las dietas con 25% de pollinaza, el cual fue, dentro de los tratamientos con pollinaza, el más rentable.

**Palabras clave:** Excretas, producción de gas, ganancia de peso, calidad de la carne, rentabilidad

## ABSTRACT

The objective of the study was to know the *in vitro* degradation and fermentation of excreta of greater livestock use in the tropics as well as to evaluate the effect of the incorporation of poultry litter in diets of small ruminants and its effect on the production and quality of the meat. In the first experiment, the chemical composition and degradation of the *in vitro* dry matter (DMSiv) of the poultry litter and sow were produced and marketed in Chiapas. The proximal chemical analysis was performed according to what was suggested by the AOAC (2000) and for the DMSiv according to the technique of *in vitro* gas production (Menke and Steigass, 1988). The experimental design was completely randomized and the comparison of means was made by the Tukey test. The results indicate that, the pollinazas possess greater ( $P < 0.05$ ) content of organic matter (MO) than the sow, which is reflected in a higher ( $P < 0.05$ ) maximum volume ( $V_m$ ) of fermentation gas. On the other hand, the sow has a lower content ( $P < 0.05$ ) of crude protein (PC) in comparison to the pollinaza, therefore, the pollinazas presented a greater ( $P < 0.05$ ) fractional volume of gas from 0 to 8 h from 8 to 24 of incubation, which implies a greater fractional volume of sugars and soluble oligosaccharides, as well as polysaccharides, dextrans and pectin (fast and medium fermentation fraction). In the second experiment, the appropriate level of poultry litter in the diet of sheep was known about daily weight gain, meat quality and economic profitability. To do this, 12 male lambs were used, distributed in four treatments: T1 = control diet without chicken, T2: 25%, T3 = 35% and T4 = 45% of chicken, respectively. The daily weight gain, consumption, feed conversion, meat quality was measured through its proximal chemical analysis, pH, water retention capacity (CRA) and color. For the analysis of the variables, a completely randomized design was used and the comparison of means was carried out using the Tukey test. Differences ( $P < 0.05$ ) were found between the daily weight gain, being better the T1, the animals improved ( $P < 0.05$ ) their consumption when they are fed with the T2. The feed conversion was better for T1. Regarding the quality of the meat, the animals that were fed with the T2 presented better percentages of PC ( $P < 0.05$ ), but the values

of ashes (Ce), MO, pH, Luminosity (L) and red (a) were similar treatments ( $P > 0.05$ ), T4 presented greater ( $P < 0.05$ ) yellow color (b), while water retention capacity (CRA) was higher ( $P < 0.05$ ) for T3. The inclusion of the poultry carcass reduced feeding costs, the T1 was more profitable, followed by the T2, which was, within the treatments with the poultry, the most economically profitable. Concluding that, although the excreta had a high content of crude protein, the pollinazas are fermented more favorably in rumen compared to the sow, the previous thing, would allow to include the poultry man as a source of protein and energy in diets for ruminants without risk of intoxication. The inclusion of poultry litter in sheep diets affected the weight gain and feed conversion, but not the health of the animals or the quality parameters of the meat produced. Although, the inclusion of poultry reduced feeding costs, animals fed diets without poultry were more profitable, followed by diets with 25% poultry litter, which was, within the treatments with poultry, the most profitable.

**Key words:** Excreta, gas production, weight gain, meat quality, cost effectiveness



## 1. INTRODUCCIÓN

Se estima que México cuenta con alrededor de 60,000 unidades de producción ovina diseminadas en todo el territorio nacional (PROGAN, 2014). Más de 70% de la población ovina se distribuye en 10 estados de la Republica y 29.1% se ubica en las 21 entidades federativas restantes. En 2016, estas unidades de producción produjeron 60,362 toneladas de carne en canal, con un valor de \$3, 871,285.00 pesos, de los cuales el estado de Chiapas aportó el 2.65%, ya que la producción ovina es la tercer actividad pecuaria más importante en el Estado (SIAP, 2017).

Para alimentar a los animales, en Chiapas se utiliza ampliamente a la pollinaza y cerdaza, subproductos derivados de la engorda de aves y cerdos, respectivamente, los cuales son utilizados extensivamente en la formulación y elaboración de alimentos para rumiantes (Arce *et al.*, 2015; Castrillón *et al.*, 2004) en especial para la engorda de corderos (López *et al.*, 2008), ya que contribuye a elevar la productividad y rentabilidad por su alto valor proteínico y bajo costo (Chacón *et al.*, 2017, datos sin publicar; Citalan *et al.*, 2016), además, es una alternativa para deshacerse de las excretas, como producto contaminante y así disminuir el impacto ambiental (Villar, 2014; Lon Wo y Cárdenas, 2003).

En ese sentido, si bien los estudios son amplios en datos sobre la composición química de las excretas (Citalan *et al.*, 2016), la información científica respecto a las características de asimilación a nivel ruminal es limitado y es un reto buscar métodos más adecuados para la utilización de estos residuos pues el contenido y tipo de componentes en las excretas pudieran inhibir o limitar su utilización por rumiantes (Arelovich, 2008). De allí la necesidad de investigar el impacto de las excretas a nivel ruminal, con la finalidad de generar información que sirva para orientar a los usuarios, sobre la viabilidad de incorporar dichos subproductos a los crecientes sistemas de producción ovina (González *et al.*, 2016). En ese sentido, la técnica de producción de gas *in vitro*, ofrece información precisa de la

degradación y fermentación de los sustratos alimenticios a la vez que, por su sensibilidad, puede mostrar la presencia de inhibidores de la fermentación.

Por otro lado, el uso de excretas en la producción de carne ovina en Chiapas se ha asociado, comúnmente, a la presentación de riesgos en la salud pública, pues su uso es, en la mayoría de los casos, inadecuado, debido principalmente al mal manejo de la excreta en el centro de producción o predio o al nivel de uso exagerado en las dietas. En este sentido, existe nula información sobre su efecto sobre la calidad de la carne, pues no solo los aspectos productivos del animal resultan de interés cuando se evalúan las excretas en la alimentación de rumiantes, también se deben abordar los temas de calidad del producto final, ya que, finalmente, estos animales generan productos que serán consumidos por el humano (SAGARPA, 2007).

Por lo anterior, el objetivo general de esta investigación fue conocer la degradación y fermentación *in vitro* de las excretas de mayor uso ganadero en el trópico así como evaluar el efecto de la incorporación de pollinaza en dietas de pequeños rumiantes y su efecto sobre la producción y calidad de la carne.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Producción nacional y estatal de ovinos**

Se estima que en el 2014, México produjo más de 15 millones de ovinos en el año, lo que lo adjudica en el lugar séptimo de producción en el mundo, solo detrás de países como China, Estados Unidos, Rusia, Japón, Brasil y Vietnam. En cuanto al estado de Chiapas, éste tuvo una producción ese mismo año de 772,664 cabezas de ovinos lo que lo ubica en el octavo lugar de producción de ovinos en el país. (SIAP-SAGARPA, 2014).

Aproximadamente un 30% de la producción anual de ovinos que se produce en el Estado se desarrolla a través de sistemas de baja escala, los cuales aún dependen de sistemas, en los cuales carecen de instalaciones adecuadas para una mejor producción y en donde, la alimentación que utilizan depende en gran medida de los recursos locales con los que se cuenta, teniendo una desventaja muy significativa en comparación con las grandes empresas.

### **2.2 Fuentes de alimentación de ovinos**

La engorda de ovinos en sistemas de traspatio o de menor escala, se basan principalmente en el aporte de maíz y pastos secos. La alimentación llega a representar un 80% del costo total de producción. Por lo tanto, toda economía en este aspecto repercute inmediatamente en el resultado financiero de la explotación.

En la actualidad es muy común en la alimentación comercial de ovinos el uso de alimentos procesados cuyos ingredientes de forma general resultan costosos, dado a que alguno o varios de ellos son importados. Por lo que es importante encontrar alternativas que permitan reducir costos de producción del alimento para apoyo a los productores y a la vez abarate el producto para el consumidor final (Chicco, *et al.*, 1977). Si al bajo costo de las dietas se le suma la disponibilidad de

los ingredientes en el mercado, se daría un impulso considerable a la industria porcina del país.

Una de las posibilidades, para lograr lo anterior, es validar el uso de insumos no tradicionales, que posean buenas características nutricionales y sean de bajo costo. Un fenómeno que ocurre actualmente es el aumento del costo de los granos o cereales, que ha provocado la elevación de los costos de producción en la elaboración de alimentos balanceados, dando origen a la desaparición de las granjas porcinas en el Estado (Rodríguez y Moral, 2010).

El elevado costo de producción en las granjas porcinas, ha dado origen a que los porcicultores dejen de practicar esta actividad económica, lo que ha provocado que en Chiapas, la actividad porcina se haya reducido a tal grado de que solo se produzca el 50% de la demanda de carne de cerdo, abriendo el mercado a empresas provenientes de Yucatán y Puebla (SAGARPA, 2009).

En el estado de Chiapas, en la década de los años 70 y principios de los años 90, se encuentran registros del uso de alimentos alternativos para cerdos que no solo bajaban los costos de producción, si no que a su vez generaba la obtención de una carne más saludable para el consumidor (Méndez y Martínez, 1988).

### **2.3 Necesidades nutricionales del ovino de engorda**

Diariamente en el bovino de engorda se debe aportar todos los nutrimentos para una producción de carne favorable (Padilla, 2007), y obtener junto con los alimentos básicos, el crecimiento, la maduración, reproducción y la ganancia de peso del animal (Simth, 2011), no resulta económicamente adecuado un consumo de raciones que proporcionen más nutrientes de los que son necesarios (Church, 1974). El ganado de engorde a diferencia del pastoreo debe disponer de dietas especiales por la necesidad que tiene de producir masa muscular (USDA, 2011).

Santini, (2014) reporta que existen diferencias importantes en la dinámica de la digestión cuando se evalúan distintos alimentos como el ensilaje de grano húmedo, ensilaje de maíz o sorgo de planta entera, ensilajes de otras gramíneas y leguminosas o henos. Estos componentes, producen diferentes niveles de sustitución del forraje respecto del concentrado, a mayor calidad de la pastura mayor deberá ser la degradabilidad efectiva del almidón del suplemento a utilizar, con el objetivo de lograr un balance de nutrientes adecuado en el sistema ruminal (Padilla, 2007).

En la práctica de engorda, indistintamente del tipo de raciones alimenticias ingeridas por los bovinos, se deben cubrir los cinco elementos primordiales, estos son: agua, energía, proteína, vitaminas y minerales (Padilla, 2007).

## **2.4 Cerdaza**

Castrillón, *et al.* (2004) señalan que la cerdaza está compuesta por heces fecales y orina combinadas con el material utilizado como cama, residuos de alimento, polvo y agua resultante del lavado y los bebederos. La cerdaza se conoce también como porquinaza, este desecho con alta carga orgánica que proviene del proceso fisiológico del animal (Barrena y Jimenez, 2013). La producción de cerdaza está determinada por la edad de los porcinos, estado fisiológico, alimentación, agua consumida, clima y el tipo de instalaciones (Castrillón, *et al.*, 2004; Dominguez, *et al.* 2014).

Los porcinos convierten en desechos aproximadamente dos tercios de los alimentos suministrados, de los cuales el 60% es concentrado que puede ser recuperado (Valencia, *et al.* 2009). Rojas y Ojeda (2002) reportan que la composición y valor nutricional de la porquinaza indistintamente del método de recolección y procesamiento, se sitúa como un material con elevado nivel de nitrógeno y semejante a los subproductos de agroindustrias de cereales.

## **2.5 Pollinaza**

A las excretas de aves de engorda se las define como pollinaza, compuestas por heces, orina, el material usado como cama (aserrín de madera, cascarilla de arroz, etc.), restos de alimento, mucosa intestinal descamada, plumas, etc. (Barreno, 2013; Vizcaíno & Betancourt, 2013). La ventaja de este subproducto está disponible durante todo el año a bajo costo (Alvarado, *et al.* 2009).

Alvarado, *et al.* (2009) señalan que la pollinaza tiene una composición química variante que depende de varios factores como: el tipo de cama, alimento utilizado, tiempo de almacenamiento, el de piso del galpón, la densidad poblacional (aves/m<sup>2</sup>), temperatura, porcentaje de humedad, y los procesos de limpieza (Tobia y Vargas, 2000). El empleo de pollinaza en la alimentación de rumiantes se basa en su valor proteínico, además también aporta una cantidad aceptable de energía y minerales de alto valor. Por todas estas propiedades se utiliza como ingrediente en las dietas de los bovinos de engorde (Tobia y Vargas, 2000). En el cuadro N° 5 se registra el análisis bromatológico de la pollinaza aplicada en el presente estudio.

## **2.6 Agua**

Es esencial que el ganado destinado a la engorda, tenga siempre a disposición agua limpia y una cantidad suficiente para el consumo. El agua estimula el apetito, ayuda a la digestión e incrementa la producción (ECOBONA, 2011). Es necesario que la calidad de agua este siempre presente en la producción y para la salud de los bovinos en confinamiento, el consumo inadecuado de agua, puede originar bajas ganancias de peso, pobre conversión alimenticia y comprometer la salud del animal (SAGARPA, 2014).

Constituye el ingrediente más abundante de los tejidos en cualquier etapa de desarrollo. El requerimiento de agua se refiere al agua libre que el animal toma en

los bebederos (Padilla, 2007), sin embargo el consumo de agua es difícil determinar debido a un sin número de variables que no podemos controlar como la temperatura, humedad, el contenido acuoso, proteico y salino de las raciones alimenticias, calidad del agua, raza y condiciones fisiológicas de los animales. (IICA, 2009).

## **2.6 Energía**

Las necesidades de mantenimiento energético pueden ser cubiertas con solo forrajes, sin embargo el bovino de engorde requiere grandes cantidades de energía, para la producción de carne (Hidalgo, 2013). Las fuentes primarias de energía son la celulosa y hemicelulosa de los forrajes, la celulosa tiene un menor valor energético; sin embargo, dado que los rumiantes digieren grandes cantidades de celulosa en el rumen, pueden proporcionar suficiente energía para el bovino de carne (Simth, 2011). En los granos es el almidón, las grasas y aceites también proveen energía. El ganado de engorda demanda energía para el crecimiento, lactancia, reproducción y mantenimiento, esta provee al organismo la capacidad de realizar trabajos (IICA, 2009).

## **2.7 Hidratos de carbono**

Almidón y celulosa: los microorganismos del rumen aprovechan los carbohidratos como almidón, celulosa y los principales productos de la digestión de carbohidratos en el rumen son los ácidos acético, propiónico y butírico, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano (CH<sub>4</sub>). Los ácidos grasos volátiles (AGV) se absorben a través de la pared ruminal (Ramírez, 2005). En el rumen se produce el proceso más importante, es el desdoblamiento de la celulosa y de otros polisacáridos.

Los carbohidratos se obtienen de los granos (maíz, trigo, sorgo, etc.), los forrajes y subproductos como la melaza. En producción de carne, si se aumenta el grano y

se forma más propiónico, tiende a favorecer la deposición de grasa corporal (Rafaelli, 2014).

## **2.8 Efecto sobre la producción de ácidos grasos volátiles (AGV)**

Los rumiantes se caracterizan por hospedar diferentes poblaciones microbianas en el rumen, que fermentan los carbohidratos consumidos por el animal, liberando ácidos grasos volátiles (AGV), principalmente acetato, propionato y en menor proporción butirato, además representan la principal fuente de energía para el rumiante (Church, 1991).

Throne *et al.* (2009) reportaron una disminución en la producción de AGV al suplementar ganado lechero con *Saccharomyces cerevisiae*, en comparación con aquellas vacas que no recibieron la levadura, atribuyendo los resultados al incremento del pH. No obstante, la proporción molar del butirato se incrementó, por efecto de Sc. Congruente con estos resultados; Corona *et al.* (1999) encontraron mayor concentración molar de butirato al adicionar levucell (*Saccharomyces cerevisiae*) en una dieta a base de rastrojo de maíz para corderos en crecimiento.

La concentración de AGV post alimentación se incrementa significativamente con el uso de Sc. Por ejemplo, Moya *et al.* (2009) determinaron que los niveles de AGV antes de la suplementación de Sc eran menores a los estimados después de la suplementación, esto sugiere una mayor eficiencia de la fermentación en la dieta con presencia de Sc. Los efectos de Sc sobre la producción de AGV pueden ser inconsistentes. Seymour *et al.* (2005) señalan que los niveles de AGV después de la alimentación, se deben al efecto de la levadura sobre el pH ruminal.



## **2.9 Grasas**

Simth, (2011) define a las grasas como otro tipo de nutriente energético, no obstante la energía de las grasas es más concentrada que la de los carbohidratos. En la alimentación de los bovino los aceites de oleaginosas o cebos de animales son utilizados como fuentes de energía y su utilización no debe sobrepasar el 4% de la dieta (SAGARPA, 2014).

## **2.10 Proteína**

Los microorganismos del rumen vacuno sintetizan proteínas a partir de los aminoácidos (Hidalgo, 2013). Las proteínas contribuyen con el material básico para el desarrollo de músculos, huesos, sangre, órganos, piel, pelo, cuernos y pezuñas. (Simth, 2011). Las fuentes principales de proteína son pastas de origen vegetal y animal como la pasta de soya, pasta de algodón, harina de pescado, harina de plumas, entre otros (IICA, 2009).

Los microorganismos al multiplicarse sintetizan la proteína para su propio organismo, a partir de la proteína degradable en rumen, utilizando también el nitrógeno no proteico de la degradación de aminoácidos, que deriva en amoníaco y dióxido de carbono (Rafaelli, 2014). En la alimentación del rumiante las cantidades de proteína son variables y se debe a factores como el tipo de procesamiento durante su elaboración (harinas, tortas, etc.), edad de los forrajes (Padilla, 2007).

SAGARPA, (2014) menciona la utilización de nitrógeno de origen no proteico como la pollinaza y gallinaza en las dietas del ganado vacuno. La urea que ingresa en el rumen es hidrolizada y convertida en amoníaco gracias a la ureasa de origen bacterial, de lo contrario puede convertirse en tóxico si aumenta considerablemente la concentración de amoníaco en el rumen (Ramírez, 2005). Pordomingo, (2013) a su vez detalla que el agregado de urea exige un buen

mezclado con el alimento y sería mejor si se administra en pellet con granos o harinas proteicas o afrechillo que participen en la dieta.

## **2.11 Vitaminas**

Son sustancias orgánicas que se encuentran en la mayor parte de los alimentos, además son necesarias para el perfecto equilibrio de las diferentes funciones vitales. Las vitaminas necesarias se obtienen a través de los alimentos o se crean por la digestión (Simth, 2011).

La necesidad de vitamina A surge cuando la dieta de los bovinos son ricas en cereales (los cereales tienen un valor escaso o nulo de vitamina A) y por los métodos de tratamiento de alimentos que reducen el contenido de esta vitamina, la disposición de vitamina A sintética hace fácil su empleo en el vacuno de engorda (Church, 1974). Los animales obtienen la vitamina D mediante la exposición a la luz solar o por el consumo de alimento expuesto al sol y la almacena como reserva. (Padilla, 2007). La vitamina E es importante para el desarrollo muscular, se encuentra en los alimentos naturales (Simth, 2011).

Ramírez, (2005) informa sobre la síntesis de las vitaminas hidrosolubles (complejo B y vitamina C) y la vitamina K pueden llevar a cabo los microorganismos del rumen. La deficiencia o exceso de vitaminas puede producir signos específicos de anomalías o enfermedades en los animales, por lo tanto deben administrarse en la alimentación (SAGARPA, 2014).

## **2.12 Minerales**

Son importantes en la producción de carne, se dividen en dos grupos macro y micro minerales. Los macrominerales esenciales son calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio cloro y azufre. Los microminerales son hierro, manganeso, zinc, cobre, cobalto, iodo y selenio (Ramírez, 2005). Su presencia depende del contenido del suelo y del tipo de suplementación (Hidalgo, 2013).

Dentro de las funciones de los minerales se encuentran las siguientes: El cloro, sodio y potasio son cruciales para el equilibrio de fluidos en el cuerpo y torrente sanguíneo (Simth, 2011); intervienen en el balance ácido-base (Na, K, Cl); intervienen en sistemas enzimáticos como activadores (Zn, Ca); varios minerales tienen más de una función (Ramírez, 2005).

Pordomingo, (2013) señala que se debe tomar en cuenta el rol del suplemento mineral y vitamínico para evitar carencias y deterioro de la conversión de alimento a carne. En el estudio realizado se administró sales minerales en cada uno de los tratamientos (ECOBONA, 2011) para cubrir sus necesidades como lo indica SAGARPA, (2014) los animales en confinamiento requieren premezclas minerales

### **2.13 Efectos sobre el área del músculo *Longissimus dorsi***

Al ser una de las principales características productivas de la canal, indica de manera objetiva la cantidad de tejido muscular producida. Se evalúa a la altura del músculo *Longissimus dorsi* y se identifica como el área del ojo del lomo (Sainz, 1996). Los valores normales en ovinos adultos y corderos pesados oscilan entre 14 y 16 cm<sup>2</sup> (Arbiza, 1996).

### **2.14 Calidad de la carne**

En términos generales, la composición de la carne se establece completamente durante la vida del animal, mientras que su calidad se ve fuertemente afectada por factores tanto ante mortem como post mortem. Todos los procesos que se producen tras el sacrificio son de gran importancia para los productos de calidad, porque la canal es mucho más susceptible que el animal vivo a tratamientos que puedan fomentar sus atributos de palatabilidad. Por ello, en este apartado sólo mencionaremos los factores ante mortem y nos extenderemos más en los post mortem, ya que este trabajo está planteado desde el punto de vista de la carne.

La calidad es un término muy complejo que tiene diversas acepciones dependiendo de cuál sea la etapa del proceso (producción, comercialización, etc.)

en que nos encontremos. La calidad higiénica es lo primero que debe tener la carne, libre de agentes bacterianos y de residuos que constituyan un riesgo para el consumo de esa carne (Gracey, 1989). Existe una legislación al respecto con unos parámetros mínimos de calidad. La calidad bromatológica hace referencia al valor nutritivo de la carne. La calidad tecnológica se relaciona con las propiedades de la carne que determinan su aptitud para la transformación y conservación (Dikeman, 1991). También existen otras acepciones como la calidad simbólica, relacionada con prohibiciones religiosas, imágenes ligadas a campañas publicitarias, etc., o la calidad de presentación, que hace referencia a las modificaciones de los cortes tradicionales, a nuevos productos con nuevas presentaciones, etc., que pueden variar la intención de compra (Sañudo, 1992). Sin embargo, el aspecto que más nos interesa, objeto de nuestro estudio, es la calidad organoléptica o sensorial (Romans y Norton, 1989; Ingr, 1990; Wal, 1991; Boccard, 1992), que puede definirse como las características percibidas por los sentidos en el momento de la compra o del consumo, que influyen en la satisfacción sensorial (Sañudo, 1992). La caracterización de los factores determinantes de la calidad de la carne (Oliver y col., 1990) está adquiriendo una importancia creciente, en gran parte debida al interés de los consumidores por adquirir productos de calidad controlada, lo que ha desembocado en el incremento de las denominaciones de origen o de los distintivos de calidad en los productos alimenticios, que aseguran unas condiciones de producción y obtención controladas por instituciones oficiales (García, 2000).

## **1. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 Ubicación de área de estudio**

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro Universitario de Trasferencia de Tecnología (CUTT) de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas, ubicada en el municipio de Villaflores, pertenecen la región Frailesca, en Chiapas, México. Con clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y una precipitación de 1,100 mm anuales con temperaturas media anual de 25°C (INEGI, 2014). El análisis de las muestras se realizaron en los Laboratorios de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V y del Colegio de Posgraduados Campus Montecillos, Texcoco, Estado de México.

### **3.2 Experimento 1. Caracterización la composición química y degradación ruminal de la pollinaza y cerdaza producidas y comercializadas en Chiapas**

#### **3.2.1 Obtención de las muestras**

Las muestras de las excretas evaluadas en este estudio se obtuvieron de manera aleatoria y por triplicado, en las empresas avícolas y porcícolas más importantes del estado de Chiapas, específicamente en los municipios de Villaflores (Región Frailesca) y Ocozocoautla (Región Valle Zoque), y que constituyen el mayor centro de comercialización de excretas para los sistemas ganaderos de todo el Estado. Se realizaron ocho muestreos (granjas) de cerdaza con tres repeticiones por muestreo en la empresa porcícola de la región Centro y 12 muestreos (granjas) de pollinaza con tres repeticiones por muestreo en cada una de las dos empresas avícolas más importantes de la Frailesca y centro (X y Z, respectivamente). Los muestreos se realizaron una vez finalizando el ciclo de producción de cada una de las granjas. Las muestras se colectaron directamente en el área de distribución a venta de cada una de las empresas entre los meses de enero a abril del 2017. Cada muestra fue pesada e identificada con fecha, lote y envasada en bolsa de plástico estéril.

### 3.2.2 Variables evaluadas

### 3.2.3 Composición química

Cada muestra fue analizada por triplicado para determinar el contenido de materia seca (MS), materia orgánica (MO), cenizas (Ce) y Proteína Cruda (PC) según AOAC (2000). Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Acido (FDA) de acuerdo a la técnica descrita por Van Soest (1994). Los análisis de cobre fueron realizados a través de espectrofotometría de absorción atómica descrita por Fick *et al.*, 1979.

### 3.2.4 Fermentación ruminal *in vitro*

Para la determinación de producción de gas se utilizó el procedimiento descrito por Menke y Steigass (1988), en frascos color ámbar de 125 mL se les colocó 0.5 g de MS de cada sustrato (excretas). Posteriormente y bajo un flujo continuo de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), a cada frasco se le agregaron 90 mL de líquido ruminal diluido (LRD) (1:10) se obtuvo de tres ovinos que consumían una dieta a base de forraje, el LRD se filtró a través de ocho capas de tela de gasa y se adicionó en una proporción de 1:9 a una solución mineral reducida compuesta de K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (0.45 g L<sup>-1</sup>), KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (0.45 g L<sup>-1</sup>), NaCO<sub>3</sub> (0.6 g L<sup>-1</sup>), (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0.45 g L<sup>-1</sup>), NaCl (0.9 g L<sup>-1</sup>), MnSO<sub>4</sub> (0.18 g L<sup>-1</sup>), CaCl<sub>2</sub> (0.12 g L<sup>-1</sup>), L-cisteína (0.25 g L<sup>-1</sup>) y Na<sub>2</sub>S (0.25 g L<sup>-1</sup>). Se incluyeron cuatro frascos blancos sin sustrato. Todos los frascos fueron cerrados herméticamente con un tapón de goma y un aro de aluminio. El exceso de CO<sub>2</sub> de cada frasco se extrajo con el manómetro hasta igualar la presión a cero y se incubaron en baño maría a 39 °C. La presión de gas del gas producido por la fermentación se midió con un manómetro (0 a 1 kg cm<sup>-2</sup>) a 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 42, 48, 60 y 72 horas de incubación. En cada medición se extrajo el gas hasta bajar la presión interior nuevamente a cero. Los valores de presión (kg cm<sup>-2</sup>) se transformaron a volumen de gas (mL g<sup>-1</sup> sustrato) con la ecuación de regresión (volumen= presión/0.019). Se obtuvo el volumen acumulado de gas de 0 a 72 h de incubación, y se estimaron los parámetros de la

cinética de producción de gas: volumen máximo ( $V_m$ ; mL g<sup>-1</sup>), tasa ( $S$ ; h<sup>-1</sup>) y tiempo de retardo ( $L$ ; h), para el modelo logístico  $V = V_m / (1 + e^{(2-4 \cdot S \cdot (T-L))})$  (Schofield y Pell, 1995) utilizando el paquete estadístico SAS.

Las fracciones de fermentación se obtuvieron mediante el volumen fraccional ( $V_f$ ) de gas de fermentación producido a tres intervalos de tiempo; 0 a 8 ( $V_{f_{0-8}}$ ), 8 a 24 ( $V_{f_{8-24}}$ ) y 24 a 72 ( $V_{f_{24-72}}$ ) horas de incubación, que corresponden a azúcares y oligosacáridos solubles, polisacáridos de reserva como almidón, dextranas, pectina, y polisacáridos de la pared celular, respectivamente. Estos volúmenes fraccionales (mL g<sup>-1</sup>), fueron transformados a fracciones (g kg<sup>-1</sup>) de rápida (FR), media (FM) y lenta (FL) fermentación mediante las siguientes ecuaciones de regresión, de acuerdo con Miranda *et al.* (2015):

$$FR \text{ (g kg}^{-1}\text{)} = V_{f_{0-8}} / 0.4266 \text{ (R}^2 = 0.9441\text{)}$$

$$FM \text{ (mg g}^{-1}\text{)} = V_{f_{8-24}} / 0.6152 \text{ (R}^2 = 0.998\text{)}$$

$$FL \text{ (mg g}^{-1}\text{)} = V_{f_{24-72}} / 0.3453 \text{ (R}^2 = 0.9653\text{)}$$

### 3.2.5 Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las variables estudiadas se analizaron mediante PROC GLM (SAS, 2004) y las medias de tratamientos se compararon con la prueba de T

### **3.3 Experimento 2. Nivel adecuado de pollinaza en la dieta de ovinos sobre la ganancia diaria de peso, calidad de la carne y rentabilidad económica**

#### **3.3.1 Características y manejo sanitario de los animales empleados**

Se utilizaron 12 ovinos machos enteros, con un peso vivo promedio de 19.5 kg, ubicados en corrales individuales de 1.5 m x 1 m equipados con comederos y bebederos. Previo al periodo experimental, los corderos fueron desparasitados con Ivomec F® (1 mL 50 kg<sup>-1</sup> PV vía subcutánea), siete días después de la primera se aplicó una segunda dosis. El suministro de vitaminas fue mediante Vigantol B® (complejo B, 2 mL 45 kg<sup>-1</sup> PV) y Vigantol ADE Fuerte® (2 mL animal<sup>-1</sup>) ambas vía intramuscular así como la aplicación de Adbac 11 vías como vacuna preventiva para problemas respiratorios y virales.

#### **3.3.2 Tratamientos evaluados**

Se evaluaron cuatro tratamientos: T1: dieta base o control sin pollinaza; T2: dieta base con 25% de pollinaza; T3: dieta base con 35% de pollinaza y T4: animales dieta base con 45% de pollinaza. Se utilizaron tres animales al azar por tratamiento donde cada borrego fue la unidad experimental (repeticiones).

#### **3.3.3 Dietas evaluadas y manejo alimenticio**

Los animales se mantuvieron en las jaulas metabólicas durante todo el periodo experimental, el cual duró 75 días. Las dietas fueron isoproteicas e isoenergéticas (Cuadro 1) las dietas se formularon con niveles crecientes de excretas. Los animales fueron adaptados por 15 días con acceso de agua *ad libitum* y a las dietas respectivas.



Cuadro 1. Dietas con niveles crecientes de excretas utilizadas en la engorda de ovinos en Villaflores Chiapas (BS\*)

Dietas	T1	T2	T3	T4
Maíz	30	30	20	15
Sorgo	12	12	20	18
Forraje ( <i>Cynodon nlenfuensis</i> )	17	19	15	20
Pollinaza	0	25	35	45
Minerales	2	3	2	0
H. ave	15	6	3	0
Salvado	13	4	0	0
DDG`S	9	0	0	0
Melaza	2	2	3	2
Total	100	100	100	100
APC*	14.8	15.3	15.38	15.99
AEM*	2.35	2.476	2.435	2.432

\*APC=Aporte de proteína cruda; \*AEM= Aporte de energía: BS=Base Seca.

Dichas dietas se formularon utilizando recursos alimenticios obtenidos localmente y comúnmente utilizados, cuya inclusión estuvo en función del aporte al requerimiento animal. Diariamente, las dietas eran ofrecidas a las 8:00 y 16:00 horas se midió el alimento rechazado. La cantidad ofrecida fue 15% por arriba de lo consumido del día anterior. Los corrales se limpiaron diariamente y se suministraba agua limpia. A cada una de los tratamientos se les realizó el análisis químico proximal con la finalidad de controlar su calidad según la técnica recomendada por el AOAC (1992).

### **3.3.4 Parámetros evaluados**

#### **3.3.5 Variables productivas**

Se midió la ganancia diaria de peso (GDP), la cual se obtuvo por la diferencia entre peso inicial y el peso final de cada animal, el consumo voluntario de alimentos diferencia entre alimento ofertado y rechazado, la Conversión alimenticia (CA); como la relación entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso vivo por período (Shimada, 1999).

#### **3.3.6 Calidad de la carne**

Al finalizar el periodo experimental, los animales fueron sacrificados para la toma de muestras por cada unidad experimental del musculo “largo dorsal” o “gran dorsal” (*Lomgissimus dorsi*). Posteriormente, después de 24 horas de maduración de la carne el musculo *Lomgissimus dorsi* fue cortado asépticamente en pequeñas muestras o submuestras de 1.5 cm de espesor, los cuales fueron envasados al vacío (98%) y almacenados a 4 °C para su posterior análisis. A cada muestra obtenida se le practicó el análisis de contenido de Proteína Cruda (PC), Materia Seca (MS) y Cenizas (Ce) de acuerdo a la de Metodología propuesta por la AOAC (1992). El color de la carne se midió por medio de la metodología descrita por la AMSA (1992), con ayuda de un espectrofotómetro colorímetro. , el pH se midió de acuerdo a la de Metodología descrita por Guerrero *et al.* (2002) con apoyo de un Potenciómetro marca Hanna modelo HI99163 (Hanna meat pH meter),<sub>2</sub> calibrado a pH 4.0 y 7.0 (HANNA, Italia) y fue realizado inmediatamente después de obtener las muestras de carne Para ello, el electrodo fue introducido en la muestra de carne de manera perpendicular a la masa muscular y a unos 2 cm de profundidad, evitando en lo posible el contacto de la sonda con la grasa o el tejido conectivo. La capacidad de retención de agua (CRA) se realizó de acuerdo a la metodología descrita por Guerrero *et al.* (2002) la cual se puede definir como la aptitud de la carne para mantener ligada su propia agua, incluso bajo la influencia de fuerzas externas (presión, calor, etc.), o también como la aptitud para fijar agua añadida (Swatland, 1991).

### **3.3.7 Relación Beneficio-Costo**

Se realizó un análisis de ingresos y egresos en el corto plazo de acuerdo a la metodología de Louman *et al.* (2001), se calculó la relación beneficio/costo, considerando la unidad de producción como un sistema cerrado. La relación beneficio/costo se calculó mediante la fórmula:  $\text{Ingresos producto de la venta de los productos} / \text{Sumatoria de los costos de producción}$

### **3.3.8 Diseño estadístico y análisis de los datos**

Para evaluar diferencias entre tratamientos para las variables productivas y de calidad de la carne se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Todos los análisis fueron realizados utilizando procedimientos del paquete estadístico SAS versión 9 (SAS, 1994).

## 2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Experimento 1. Caracterización la composición química y degradación ruminal de la pollinaza y cerdaza producidas y comercializadas en Chiapas

El Cuadro 2 muestra los resultados de las fracciones de producción de gas *in vitro* y del análisis químico proximal de las excretas evaluadas en este trabajo.

El contenido de MS fluctuó de 92.84 a 96.02% y fue diferente entre las excretas ( $P < 0.05$ ), lo cual podría estar asociado al manejo de cada una de ellas (Tobía y Vargas, 2000). Los valores encontrados en esta investigación se encuentran por encima de los niveles mínimos aceptables de MS (88%) lo que facilita el almacenamiento y manejo de este material (Bagley *et al.*, 1996), además de que se reducen pérdidas de nutrientes por efluentes, lo cual favorece al consumo animal (Gutiérrez *et al.*, 2003). En este trabajo, hubo diferencias ( $P < 0.05$ ) en los valores de MO entre los materiales evaluados (78.27, 84.11 y 81.27% de MO para Cerdaza, Pollinaza X y Pollinaza Z, respectivamente), sin embargo, estos valores se encuentran dentro de los rangos reportados en otros trabajos (Arce *et al.*, 2015; Gutiérrez *et al.*, 2003). No obstante, Morales *et al.* (2002) mencionan que cantidades inferiores al 80% de MO indican un menor contenido de energía y proteína, nutrientes esenciales y más caros en la alimentación animal.

Según el NRC (1983), las excretas contienen un alto contenido de proteína, los valores encontrados en esta investigación, están dentro de los rangos reportados, se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) en la PC de las excretas evaluadas, con 29.50 % para pollinaza X, 27.91% y 19.30% para cerdaza. Las diferencias encontradas para PC de las Pollinazas, posiblemente se deba al manejo de las excretas que se realiza en las granjas de aves, sin efecto por el tipo de cama utilizado en cada granja. Sin embargo, los bajos niveles de PC de la Cerdaza (19.30%) en comparación a las Pollinazas posiblemente se deba a factores que incluyen el método de recolección y procesamiento, el estado fisiológico del animal, la etapa productiva del animal o a la calidad y cantidad de alimento

consumido (Pérez, 2017 y Parra *et al.*, 2007), así como el material fibroso proveniente de gramíneas que se utilizan para su comercialización.

La Pollinaza de la granja X presentó el mayor ( $P < 0.05$ ) porcentaje de FDN (54.05%) y hemicelulosa (34.83%), mientras que la Cerdaza el mayor valor ( $P < 0.05$ ) de FDA (27.13%) y menor porcentaje de hemicelulosa (10.57%). lo cual tiene importantes implicaciones prácticas al considerar inclusión de excretas dentro de los sistemas de alimentación de rumiantes, si se considera la aparente relación inversa entre su contenido proteico y fibroso (Arce *et al.*, 2015).

Mucho se conoce sobre el efecto tóxico del Cu contenido en las excretas en los animales. Respecto al valor encontrado para el  $\text{Cu}^{+2}$ , éste resultó ser similar al señalado por el NRC (1983) en la pollinaza sin procesar. La pollinaza contiene en promedio 71.9 ppm de Cu y son similares entre granjas pero diferente al encontrado en la Cerdaza ( $P < 0.05$ ) que presentó una concentración de  $\text{Cu}^{+2}$  de 444.33 ppm. Los valores de Cu en la pollinaza están por debajo de los reportados por Moguel *et al.* (1994) y Padilla *et al.* (2000) quienes reportan valores de 154 y 214, respectivamente, mientras que los encontrados en la cerdaza son similares a los reportados por Flachowsky y Henning (1990) que oscilan entre 300 y 700 ppm. El contenido de  $\text{Cu}^{+2}$  presente en las Pollinazas se encuentra dentro de los niveles máximos de tolerancia recomendado de 100 ppm de  $\text{Cu}^{+2}$  bovinos, pero superiores para lo recomendado para los ovinos (25 ppm) (NRC, 1996). En este sentido, Pacheco *et al.* (2003) señalan que concentraciones de  $\text{Cu}^{+2}$  mayores a 201 ppm podrían ser tóxicos para los animales que la consuman. Sin embargo, Padilla *et al.* (2000) y Chacon *et al.* (2017, datos sin publicar) han reportado en ovinos alimentados con niveles elevados de pollinaza, que estas excretas no representaron un riesgo sanitario para los animales, siempre y cuando coincidiera con niveles elevados de S, Fe y Zn (Pacheco *et al.*, 2003). Por ello es recomendable el uso de las excretas en bovinos pero se debe evaluar las cantidades a adicionar en dietas para borregos.

Cuadro 2. Componentes nutricionales y fermentación *in vitro* de la cerdaza y pollinaza comercializada en la zona Centro de Chiapas.

Componente	Cerdaza	Pollinaza X	Pollinaza Z
MS %	94.47 <sup>b</sup>	96.02 <sup>a</sup>	92.84 <sup>c</sup>
PC %	19.30 <sup>c</sup>	29.50 <sup>a</sup>	27.91 <sup>b</sup>
MO %	78.27 <sup>c</sup>	84.11 <sup>a</sup>	81.27 <sup>b</sup>
Ce %	21.76 <sup>a</sup>	15.89 <sup>c</sup>	18.73 <sup>b</sup>
FDN %	39.21 <sup>b</sup>	54.05 <sup>a</sup>	40.04 <sup>b</sup>
FDA %	27.13 <sup>a</sup>	18.82 <sup>c</sup>	20.60 <sup>b</sup>
Hemicelulosa %	10.57 <sup>c</sup>	34.83 <sup>a</sup>	19.44 <sup>b</sup>
Cu <sup>+2</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	444.33 <sup>a</sup>	74.29 <sup>b</sup>	69.60 <sup>b</sup>
S (h <sup>-1</sup> )	0.0255 <sup>b</sup>	0.033 <sup>a</sup>	0.0338 <sup>a</sup>
L (h)	5.802 <sup>a</sup>	1.291 <sup>c</sup>	3.081 <sup>b</sup>
Vm (mL g <sup>-1</sup> )	134.41 <sup>c</sup>	211.21 <sup>a</sup>	188.12 <sup>b</sup>
Vf <sub>0-8</sub> (mL g <sup>-1</sup> )	21.30 <sup>c</sup>	42.91 <sup>b</sup>	57.14 <sup>a</sup>
Vf <sub>8-24</sub> (mL g <sup>-1</sup> )	43.53 <sup>b</sup>	79.82 <sup>a</sup>	84.52 <sup>a</sup>
Vf <sub>24-72</sub> (mL g <sup>-1</sup> )	69.53 <sup>a</sup>	65.45 <sup>a</sup>	69.66 <sup>a</sup>

Medias con literales distintas en la misma hilera son diferentes (P<0.05). MS=materia seca; PC= proteína cruda; MO= materia organica; CE= cenizas; FDN=fibra detergente neutra; FDA= fibra detergente ácida; Cu<sup>+2</sup>= cobre; S= tasa de producción de gas; L= fase Lag; Vm= volumen máximo de gas; Vf= volumen fraccional de gas.

Por otro lado, se encontraron diferencias (P<0.05) para los parametros de fermentación (L, S y Vm) entre las excretas evaluadas (Cuadro 2). Se puede apreciar que la cerdaza inicia su fermentación a mayor tiempo (L=5.801 h) y más lentamente (S=0.0255 h<sup>-1</sup>) en comparación con las pollinazas Z y X (L= 3.081 y 1.291 h y S=0.033 y 0.0338 h<sup>-1</sup>, respectivamente). Igualmente, las pollinazas tiene mayor potencial de fermentación que la cerdaza, posiblemente debido a la mayor (P<0.05) concentración de MO de éstas(Cuadro 2), lo cual se ve reflejada en un mayor (P<0.05) volumen máximo (Vm) de gas de fermentación. La pollinaza X produce un mayor Vm (P<0.05) que la pollinaza Z. Gran parte del nitrógeno cuantificado en las pollinazas provienen del ácido úrico, el cual no afectó la actividad fermentativa del inóculo ruminal ya que el Vm fue más alto (P<0.05) para las pollinazas X y Z (Cuadro 2).

Las diferencias encontradas en los paramentros L y S de las excretas evaluadas, pudieron deberse a la variabilidad de la composición química de las pollinazas y

cerdaza, principalmente en el contenido de PC y FDA (Gaviria *et al.*, 2015). En virtud de que las pollinazas tuvieron una composición rica en componentes químicos, sus parámetros de fermentación fueron mayores a la cerdaza. Otro factor que pudo influir en los parámetros de fermentación de la cerdaza es el alto contenido de cobre (444.3 ppm; Cuadro 1), pues puede tener efecto bactericida o bacteriostático y por lo tanto impactar desfavorablemente sobre la fermentación ruminal. En este sentido, el suministro de altas concentraciones  $\text{Cu}^{+2}$  genera cambios físicoquímicos apreciables en el retículo-rumen provocando cambios metabólicos que se manifiestan a través de alteraciones en pH, potencial redox, síntesis de productos finales de fermentación y tasa de degradación del sustrato (Arelovich, 2008).

En este sentido, aunque las pollinazas tuvieron igual o mayor concentración de FDN (40.04 y 54.05 % para pollinaza Z y X, respectivamente) que la cerdaza, los parámetros de fermentación fueron mejores. Esto se corroboró con el volumen fraccional de gas, en la cual las pollinazas presentaron un mayor ( $P < 0.05$ ) volumen fraccional de 0 a 8 h y de 8 a 24 h de incubación (Cuadro 2, Figura 1), lo que implica mayor fracción de rápida y media fermentación. Lo anterior fue más notorio para el volumen fraccional de 8 a 24 h de incubación, pero además se encontró el valor máximo de gas a 24 h de incubación para luego decaer a un mínimo a poco más de las 40 h de incubación, puesto que las pollinazas contuvieron alta cantidad de hemicelulosa (34.83 y 19.4%, pollinaza X y Z, respectivamente), el cual se asume como el componente fermentable más abundante en este tipo de sustratos. Lo que coincide con Miranda *et al.* (2015) al fermentar *in vitro* almidón puro, encontraron que el máximo y el mínimo de gas suceden a las 18 y 24 h de incubación, y que una fracción de hemicelulosa se fermenta en este tiempo y otra entre 24 y 48 h de incubación.

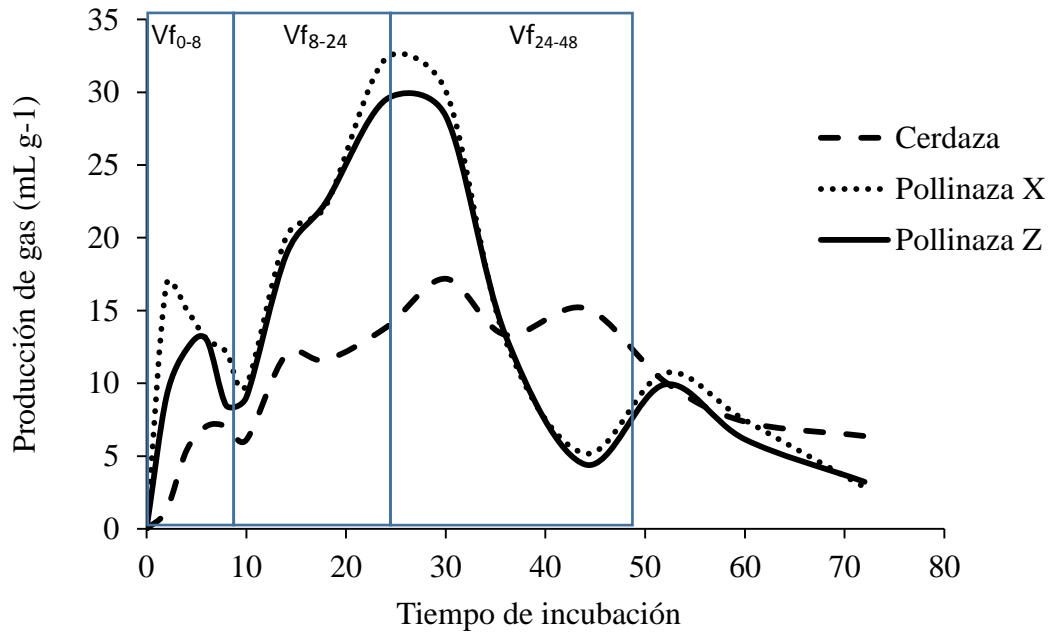


Figura 1. Volumen de gas por la fermentación de cerdaza y gallinaza en función del tiempo de incubación a 39°C

Vf<sub>0-8</sub>, Vf<sub>8-24</sub> y Vf<sub>24-48</sub>; volumen fraccional de gas de 0 a 8, 8 a 24 y 24 a 48 h de incubación.

## 4.2 Experimento 2. Nivel adecuado de pollinaza en la dieta de ovinos sobre la ganancia diaria de peso, calidad de la carne y rentabilidad económica

### 4.2.1 Parámetros productivos

Es importante mencionar que no se registró ningún tipo de padecimiento patológico en los animales durante la prueba, ello considerando que el nivel de Cobre (Cu) en la Pollinaza fue de 71 ppm, pues este mineral es considerado como el mayor riesgo en ovinos, pues éstos son susceptibles (NRC 1985) siendo el nivel de tolerancia de 25 ppm en la dieta (NRC 1996). El valor de Cu en la pollinaza de este trabajo (71 ppm) está dentro del rango reportado para la pollinaza producida en Yucatán (Pacheco *et al.*, 2003) y Morelos y Veracruz (Aguilar *et al.*, 1987).

Los trabajos realizados con pollinaza han sido múltiples y los resultados obtenidos muy variados. En el Cuadro 3 se observa los resultados del comportamiento animal obtenido en el trabajo. Respecto a la GDP, se encontraron diferencias entre tratamientos, siendo el T1 quien obtuvo la mejor ganancia mientras que T3 y



T4 la menor ( $P < 0.05$ ). Respecto al consumo, T1, T3 y T4 fueron similares entre sí pero diferente a T2 ( $P < 0.05$ ). La CA aumento conforme el nivel de pollinaza aumentó en la dieta animal.

La ganancia promedio obtenida en los tratamientos que contenían pollinaza (0.194 kg) se considera apropiada al relacionar el consumo de energía de estos animales con sus necesidades (Solís *et al.*, 1991) y fue ligeramente mayor a las obtenidas en ovinos alimentados con excretas de cerdos y aves a niveles del 38% en la dieta (0.155 kg) según reporte de Padilla *et al.* (2000). Por su lado, Gómez *et al.* (2017) reportan valores de GDP en ovinos alimentados con 15 y 35% de pollinaza de 0.206 y 0.183 kg, respectivamente, valores similares a los encontrados en este trabajo.

Algunos autores mencionan que niveles de un 36 % causan efectos negativos en la respuesta animal (Phelps 1969; Cuarón *et al.*, 1978; Mapoon *et al.*, 1979; Ruiz y Ruiz 1978). Sin embargo, otros reportes de investigación indican que utilizar niveles de 35 y 40 % en dietas integrales, han obtenido resultados favorables en la ganancia de peso de los animales (Tagari *et al.*, 1976). Estos resultados probablemente sean el reflejo del tipo de pollinaza utilizada y de los otros componentes de la ración, así como de sus proporciones.

En algunos trabajos se menciona que la GDP disminuye a medida que se incrementa el nivel de pollinaza en la dieta y la CA es menos eficiente (Cullison *et al.*, 1976; Josifovich *et al.*, 1985), sin embargo, las dietas son más económicas (Josifovich *et al.*, 1985; Morales *et al.*, 2002). El bajo comportamiento del ganado consumiendo raciones con pollinaza podría ser resultado de un bajo consumo de alimento (Harmon *et al.*, 1985). García (1992) reportó que el consumo de alimento y la GDP solo se mejoran cuando los niveles de inclusión de la pollinaza son inferiores al 24 y 19% respectivamente.

Sobre el consumo de dietas con pollinaza en rumiantes, existe mucha controversia, pues algunos autores indican que el nivel de pollinaza en la dieta no

afecta significativamente el consumo (Cullison *et al.*, 1976; Rankins *et al.*, 1993), otros, indican mejores consumos con su adición (Caswell *et al.*, 1977; Morales *et al.*, 2002) y otros indican que es menor (Morales *et al.*, 1993). Duarte *et al.* (1996) reportan en toretes alimentados con niveles de pollinaza en su dieta un descenso en el consumo (22%) conforme el nivel de la excreta se incrementó de 15 a 35%. En este trabajo descendió un 31% del T2 al T4. Estas variaciones podrían estar asociadas a la humedad de la cama y a la presencia de amoniaco, lo cual puede afectar el olor y por tanto la palatabilidad (Patil *et al.*, 1993). Sobre la CA, se ha reportado que en ovinos, la CA se incrementa 0.34 unidades por cada unidad porcentual de pollinaza en la dieta (García, 1992).

Cuadro 3. Ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo de ovinos alimentados con dietas con distintos niveles de inclusión de pollinaza

Variables	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
GDP	0.264 <sup>a</sup> ± .16	0.223 <sup>b</sup> ± .05	0.194 <sup>c</sup> ± .04	0.166 <sup>c</sup> ± .003
Consumo	1.29 ± .16 <sup>b</sup>	1.49 ± .20 <sup>a</sup>	1.22 ± .19 <sup>b</sup>	1.22 <sup>b</sup> ± .18
CA	4.91	6.67	6.30	7.36

T1: animales alimentados con dietas sin pollinaza; T2: animales alimentados con dietas con 25% de pollinaza; T3: animales alimentados con dietas con 35% de pollinaza y T4: animales alimentados con dietas con 45% de pollinaza

#### 4.2.2 Calidad de la carne

En el Cuadro 4 se muestran los parámetros de calidad instrumental y la composición química de la carne de los animales alimentados con distintos niveles de pollinaza en su dieta. El valor de PC encontrado fue diferente ( $P < 0.05$ ) entre T2 y T4. Los valores de Ce, MO, pH, Luminosidad (L) y rojo (a) fueron similares en todos los tratamientos evaluados ( $P > 0.05$ ), mientras que amarillo (b) fue mayor

( $P < 0.05$ ) en el T4 respecto a todos los demás tratamientos. Finalmente, los valores de CRA fueron diferentes ( $P < 0.05$ ) entre el T2 y T3.

Cuadro 4. Análisis químico proximal y color de carne de ovinos alimentados con dietas con distintos niveles de inclusión de pollinaza.

Determinaciones	Tratamientos				EEM*	P
	T1	T2	T3	T4		
PC	17.2 <sup>ab</sup>	17.31 <sup>a</sup>	17.24 <sup>ab</sup>	16.98 <sup>b</sup>	0.10	0.016
MO	94.98 <sup>a</sup>	95.88 <sup>a</sup>	95.97 <sup>a</sup>	95.92 <sup>a</sup>	0.55	0.071
Ce	5.01 <sup>a</sup>	4.11 <sup>a</sup>	4.02 <sup>a</sup>	4.07 <sup>a</sup>	0.07	0.030
pH	5.81 <sup>a</sup>	5.86 <sup>a</sup>	5.76 <sup>a</sup>	5.82 <sup>a</sup>	0.09	0.728
Luminosidad (L)	38.64 <sup>a</sup>	38.72 <sup>a</sup>	40.03 <sup>a</sup>	37.67 <sup>a</sup>	1.03	0.174
Rojo (a)	19.62 <sup>a</sup>	18.77 <sup>a</sup>	19.86 <sup>a</sup>	19.57 <sup>a</sup>	0.99	0.723
Amarillo (b)	4.84 <sup>b</sup>	5.04 <sup>b</sup>	5.02 <sup>b</sup>	6.64 <sup>a</sup>	0.34	0.000
CRA**	21.06 <sup>ab</sup>	19.45 <sup>b</sup>	23.92 <sup>a</sup>	23.36 <sup>ab</sup>	1.56	0.026

\*Error estándar de la media.

\*\*CRA=Capacidad de retención de agua

T1: animales alimentados con dietas sin pollinaza; T2: animales alimentados con dietas con 25% de pollinaza; T3: animales alimentados con dietas con 35% de pollinaza y T4: animales alimentados con dietas con 45% de pollinaza

El contenido de PC en la carne no se vio afectado cuando los ovinos fueron alimentados con dietas con pollinaza respecto al testigo aunque los valores promedios se encontraron ligeramente por debajo de los estándares establecidos por la Norma Mexicana PROY-NMX-FF-106-SCFI-2006, la cual indica que la carne de ovino en canal debe tener un promedio de 20.9 % de PC. Respecto al contenido de Ce, la Norma citada anteriormente indica que la carne debe tener un promedio de 1 %, este dato es inferior a lo encontrado en el presente estudio (promedio 4.3 % de Ce), pero similar a lo reportado por Mondragón (2011) quién reporto un promedio de 4.7 % de Ce en la carne de ovinos en confinamiento con alimentación intensiva, lo que indica menor contenido de MO en la carne.

El pH a las 24 horas *pos-mortem* es una variable que predice de manera precisa la calidad físico-química de la carne obtenida (Hernández *et al.*, 2013), en este estudio no se encontró diferencias significativas entre tratamientos y en promedio

fue de 5.8 valor que es considerado normal (Civit *et al.*, 2014; Torrescano *et al.*, 2009; Sañudo, 2008), además, existe una fuerte correlación entre pH, color y capacidad de retención de agua; si el valor de pH se aproxima al punto isoeléctrico de las proteínas, hay una mínima retención de agua y mayor decoloración (Torrescano *et al.*, 2008).

El espacio de color Hunter L, a y b se basa en un esquema de vectores que se representa de forma tridimensional, y que están basados en la teoría de los colores opuestos, la integran los parámetros L, a y b. El parámetro L se refiere a la luminosidad y se ubica verticalmente, tomando valores de 100 (blanco) y 0 (negro); mientras que a y b, ubicados horizontalmente, no tienen límites, pero sí valores positivos y negativos. La escala a se mueve de valores positivos (rojo +) a negativos (verde -); mientras que la escala b va del amarillo (+) al azul (-) (Hunter Lab, 2001; CIE, 2004).

La SAGARPA (2013) señala que para cumplir con parámetros de calidad, el color de la carne en canales deben de tener  $37.8 \pm 4.8$  de L,  $13.8 \pm 2.2$  de a y  $10.5 \pm 3.2$  de b. En este sentido, la L encontrada en la carne de los ovinos alimentados con dietas con pollinaza se encuentra dentro de la media estipulada. Estos resultados son superiores a lo reportado por Civit *et al.* (2014) quienes alimentaron ovinos con dietas que contenían diferentes niveles de proteína (10 al 16 %) y reportaron valores promedio de L de  $30.6 \pm 0.72$ , pero similares a lo reportado por Sañudo (2008), quién evaluó la calidad de la carne en diferentes razas ovinas y reporto valores de L de 39.03 para raza aragonesa, 41.62 para la raza churra y 39.66 para la raza merino español.

Respecto al parámetro a, los tratamientos fueron similares entre sí ( $P > 0.05$ ) y estuvieron ligeramente por encima de las medias estipuladas con un rango de 18.77 a 19.77. Estos resultado fueron superiores a lo reportado por Bianchi *et al.* (2006) quienes al evaluar el efecto del genotipo sobre las características de la calidad de la carne, encontraron valores de 12.41 a 17.9.

Por otro lado, el T4 presentó mayor color amarillo (6.64) ( $P < 0.05$ ), sin embargo, se encontró por debajo de la media estipulada ( $10.5 \pm 3.2$ ). Este resultado fue inferior a lo reportado por Torrescano *et al.* (2009) al evaluar la calidad de la carne de ovinos en machos enteros, machos castrados y hembras pelibuey, reportaron valores de 16.4, 18.5 y 23.7, respectivamente.

Las variaciones en los rangos se deben a diversos factores como la raza (más oscuras en anima les de lana), el sexo (más oscuras en machos que en hembras), la edad (más oscuras y rojas en animales viejos) el manejo *ante mortem* del animal, pues modificaciones en los valores normales del pH final de la carne originan la desnaturalización de las proteínas, lo cual afecta el color, la textura y jugosidad de la carne Warris (2010).

Con relación a la capacidad de retención de agua todos los valores se encuentran dentro de los rangos normales que pueden variar entre 17 y 23 % de jugo expedido (Civit *et al.*, 2014). La CRA es una variable que está asociada con la jugosidad se da por dos condiciones; la primera, por la cantidad de agua existente en la carne y la segunda se da por la cantidad de grasa que tiene la carne (Laurie, 2006)

Frías *et al.* (2011), menciona que esta característica (CRA) tiene una relación con el pH y con la estructura de proteínas en el musculo y los cambios que sufran estas moléculas durante el manejo y la conservación de la carne afectan a la misma, estudios realizados por Sañudo (2008) quién evaluó la calidad de la carne en diferentes razas ovinas muestra datos muy similares a los obtenidos en esta investigación, Bianchi *et al.*, (2006) evaluaron el efecto del genotipo sobre las características de la calidad de la carne en ovino y encontraron valores de  $16.4 \pm 0.71$  a  $18 \text{ ml}^{-1} 100\text{g}$  por debajo de lo obtenido en los tratamientos evaluados en este trabajo. Es normal esperar variaciones en la CRA ya que esto se debe posiblemente porque en la canal existen músculos con diferencias considerables de pH.

### 4.2.3 Relación Beneficio:Costo

En el Cuadro 5 se puede ver el desglose de costos de producción clasificados en insumos comerciables y factores internos de los cuatro tratamientos evaluados, la diferencia fundamental fue en la alimentación donde en T4 se utilizó una concentración de pollinaza del 45%, representó el costo más bajo con \$211 lo que significa que también representó el tratamiento con el menor costo de producción.

Cuadro 5. Rentabilidad privada de la producción de carne de ovinos alimentados con dietas con distintos niveles de inclusión de pollinaza

Concepto	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
A) Insumos Comerciables	3091	3022	2876	2848
Ovinos	2430	2430	2430	2430
Alimentación	454	385	239.052	211
Medicamentos	14	14	14	14
Desinfectantes	23	23	23	23
Detergente	0	0	0	0
Materiales Diversos	\$170	170	170	170
B) Factores Internos	385	385	385	385
Mano de Obra	370	370	370	370
Cuota de Agua	15	15	15	15
Electricidad	0	0	0	0
COSTO TOTAL	3476	3407	3261	3233
INGRESO TOTAL	5040	4671	4252.5	3902
GANANCIA NETA	1564	1264	991	669
B/C (Relación Beneficio-Costo)	1.44	1.37	1.30	1.20
RCP (Relación Costo Privado)	0.19	0.23	0.27	0.36

T1: animales alimentados con dietas sin pollinaza; T2: animales alimentados con dietas con 25% de pollinaza; T3: animales alimentados con dietas con 35% de pollinaza y T4: animales alimentados con dietas con 45% de pollinaza. Fuente: Elaboración propia.

Cabe aclarar que se trata de un análisis académico y no de explotación comercial, en el cual no existieron inversiones en infraestructura ni en pie de cría, por lo que

se consideró el precio del ovino como un insumo comerciable dentro de los costos de producción. El ingreso se obtuvo por la venta de los tres ovinos de cada tratamiento, considerando el precio por kg de \$45, de esta forma el tratamiento con mayor ingreso donde se utilizó pollinaza fue el T2 con \$4,671. El tratamiento más rentable fue el T1 donde no se utilizó pollinaza, pero para los efectos de la presente investigación donde se desea conocer el efecto de la pollinaza en la ganancia neta, se tuvo que el T2 con el 25% de concentración de pollinaza tiene la mejor ganancia neta con \$1,264 comparado con T3 y T4 con concentraciones del 35 y 45% de pollinaza respectivamente. De acuerdo con los resultados obtenidos con el indicador Beneficio-Costo, los cuatro tratamientos son redituables, ya que en los cuatro tratamientos dicha relación es mayor a 1, lo que nos indica que además de recuperar la inversión, se obtuvo una ganancia extra. Es decir, para el T1 donde no se utilizó pollinaza fue de (1.44), por cada peso invertido se recuperó la inversión y se obtuvo \$0.44 de ganancia; el tratamiento más rentable donde se utilizó pollinaza fue T2 (1.37) donde además de recuperarse la inversión, se obtuvo \$0.37 adicionales.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concordar con Morales *et al.* (2001) quienes sostienen que al aumentar el nivel de cama de pollo no se afecta el comportamiento animal, con reducción de los costos de alimentación. En base a la RCP se determinó que todos los tratamientos son menores a uno, lo que indica que son competitivos, pues cada uno permite pagar el valor de mercado de los factores internos (mano de obra, agua, etc.,) por lo tanto es redituable para el productor en función de los precios pagados y recibidos.

## **5. CONCLUSIÓN**

Las excretas tuvieron alto contenido de proteína cruda. Sin embargo, las pollinazas se fermentan más favorablemente en rumen en comparación a la cerdaza, lo anterior, permitiría incluir a la pollinaza como una fuente proteína y energía, dada la alta fermentación que tiene, en dietas para rumiantes sin riesgo de intoxicación. La inclusión de pollinaza en dietas para ovinos afectó la ganancia de peso y conversión alimenticia, pero no así la salud de los animales ni los parámetros de calidad de la carne producida. Si bien, la inclusión de pollinaza redujo los costos de alimentación, los animales alimentados con dietas sin pollinaza, fueron más rentables, seguido de las dietas con 25% de pollinaza, el cual fue, dentro de los tratamientos con pollinaza, el más rentable.



### 3. LITERATURA CITADA

- Aguilar JA, Rosiles MR, Lopez LR, Quintero MT. 1987. Algunos macro y microminerales en pollinaza y gallinaza en los estados de Morelos y Veracruz. *Vet Méx*; 18:17-20.
- Alvarado, E., Lanza, G., Sierra, O., Flores, C., & Mejia, L. (2009). Guía de producción más limpia para la producción avícola. International Resources Group (IRG), Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (CNP+LH). Honduras: AGA & Asociados, 24.
- Álvarez R, Valera M, Alcalde MJ. Carne de vacuno normal vs. DFD: valoración por un panel de consumidores y comparación mediante pH y color. *ITEA* 2014; 110 (4): 368-373.
- AMSA. Guidelines for meat color evaluation American meat Science. Chicago IL: Association National Live Stock and MEAT board. 1992.
- AOAC 2000, Official Methods of Analysis of the AOAC International, 17th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD. USA. Vol. 1. pp. 500.
- Arbiza A. S., De Lucas T. J. 1996. Producción de carne ovina. Editores Mexicanos Unidos. México, D. F. 167 p.
- Arce, J, Rojas, A, & Poore, M 2015, Efecto de la adición de pollinaza sobre las características nutricionales y fermentativas del ensilado de subproductos agroindustriales de yuca (*Manihot esculenta*). *Agronomía Costarricense*, vol. 39, no.1, pp. 131-140.
- Arelovich HM. 2008. Elementos minerales. Su impacto en la fermentación ruminal. *Revista Argentina de Producción Animal* 28 (3): 235-253.
- Arroyo, C, Rojas, B, Rosales, & R 2003, Urea o pollinaza como suplemento proteico para toretes consumiendo ensilaje de pulpa de pejibaye, *Agronomía Costarricense*, vol. 27, no. 2, pp. 69-73.
- Bagley, C, Feazel, J, Morrison, D, & Lucas, M 1996, Effects of Salinomycin on Ruminant characteristics and performance of grazing beef steers, *Journal of Animal Science*, vol. 66, pp. 792-797.
- Barrena, G., & Jimenez, J. (2013). Mezclado de alimento balanceado con inclusión de ensilado de cerdaza. Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. *CMYK*, 25.
- Barreno, V. R. (2013). Respuesta de vacas en producción a la adición de tres niveles de pollinaza (5, 4, 3 kg) a dietas integrales en Pillaro Tungurahua. Tesis, Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y recursos Naturales, Latacunga, 22.

- Bianchi G, Garibotto G, Feed O, Bentancur O, Franco J. Efecto del peso al sacrificio sobre la calidad de la canal y de la carne de corderos Corriedale puros y cruza. Arch. Med. Vet. 2006; 38 (2): 161-165.
- Boccard, R. 1992. Les caractères qualitatifs des viandes et les effects des facteurs biologiques. En: Jornadas sobre tecnología de valoración de canales y carnes y defensa de la calidad de los productos ganaderos. 10 pp. Zafra, España.
- Brewer SJ, Wilson JE, McKeith F. The effect of pig genetics and palatability, colorant physical characteristics of fresh loin chops. Meat Sci 2002; (61): 249-256.
- Campabadal DC. Utilización de la cerdaza en la alimentación del ganado de carne. Nutrición Animal Tropical 1994; 1(1): 73 - 93.
- Carey JB, Lacey RE, Mukhtar S. A review of literature concerning odors, ammonia, and dust from broiler production facilities: 2. Flock and house management factors. Appl. Poult. Res 2004; (13): 509-513.
- Castrillón Quintana, O., & Jiménez Pérez, R., & Bedoya Mejía, O. (2004). Porquinaza en la alimentación animal. Revista Lasallista de Investigación, 1 (1), 72-76.
- Caswell L F, Webb KE, Fontenot JP. Fermentation nitrogen utilization, digestibility and palatability of broiler litter ensiled with high moisture corn grain. J. Anim. Sci 1977; (44): 803 - 813.
- Chacón A, Pinto R, Ley A, Venegas J, Miranda L, Ramírez E, Hernández D. Fracciones de fermentación ruminal *in vitro* de excretas de origen animal de uso pecuario. Arch. Zootec. [en proceso]: 2018.
- Church, D. C. (1974). Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes (Vol.3). (P. Ducar, Trad.) España: Acribia, 224 - 240
- CIE. 15. Technical report, colorimetry. Commission Internationale de L'Eclairage. 2004.
- Citalan Cifuentes, Luis Humberto, Ramos Juárez, Jesús Alberto, Salinas Hernández, Rosa, Bucio Galindo, Adolfo, Osorio Arce, Mario M., Herrera Haro, José G., & Orantes Zebadua, Miguel A. 2016. Sensory analysis of milk from cows supplemented with a fermented food made from chicken manure. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 3(8), 181-191.
- Civit D, Díaz MD, Rodríguez E, González CA. Características de la canal y efecto de la maduración sobre la calidad de la carne de ovejas de desvieje de raza Corriedale. ITEA 2014; 110 (2): 160-170.

- Cuaron JA, Espinoza JE, Shimada SA, Martinez RL. Engorda de rumiantes en el altiplano con el uso de gallinaza y esquímos agrícolas. *Revista Veterinaria* 1978;(9): 149.
- Cullison AE, McCampbell HC, Cunningham AC, Lowrey RS, Warren EP, McLendon BD, *et al.* Use of poultry manures in steer finishing rations. *J. Anim. ScL* 1976; (42):219-228.
- Dikeman, M.E. 1991. Growth, carcass characteristics and meat quality. *Proceedings 37<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology*. Vol. 1, 1-15. Kulmbach, Alemania
- Dominguez , G., Galindo, A., Salazar, G., Barrera , G., & Sanchez, F. (2014). Las excretas porcinas como materia prima para procesos de reciclaje utilizados en actividades agropecuarias . Folleto Técnico , Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias, Jalisco, 22 - 29.
- Duarte VF, Magaña CA, Rodríguez GF. Respuesta de Toretas en Engorda a la Adición de Tres Niveles de Pollinaza a Dietas Integrales. *J. Anim. ScL* 1996; (42):219- 228.
- Elsaidy N, Abouelenien F, Kirrella GAK. Impact of using raw or fermented manure as fish feed on microbial quality of water and fish. *Egyptian Journal of Aquatic Research* 2015; (41): 93-100
- Fick, K, McDowell, L, Miles, P, Wilkinson, N, Kunk, K, & Conrad, J, 1979, Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales, University of Florida. Gainesville. Fla. U.S.A. pp. 701-703.
- Flachowsky, G, & Henning, A 1990, Composition and digestibility of untreated and chemically treated animal excreta for ruminants. A review, *Biological Wastes*. Vol. 31, no. 1, pp. 17-36.
- Fleischwirtschaft Español* 1, 63-66.
- Frías JC, Aranda EM, Ramos JA, Vázquez C, Díaz P. Calidad y rendimiento en canal de corderos en pastoreo suplementados con caña de azúcar fermentada. *Avances en Investigación Agropecuaria* 2011; 15(3): 33-44.
- García M, Nuñez GF, Rodríguez AF, Prieto C, Molina D. Calidad de la canal y de la carne de borregos Pelibuey castrados. *Tecnología Pecuaria Mexicana* 1998; 36 (3):225-232.
- García, M, Sánchez, C, Marín, C, & Caruci, P 2006, Suplementación con cama de pollo a vacas lactantes durante la época lluviosa, *Zootecnia Tropical*, vol. 24, no.1, pp. 31-42.

- García, M.D. 2000. Introducción. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Coords. V. Cañeque y C. Sañudo. Monografías INIA: Ganadera N°1, 11-16.
- Gaviria, X, Naranjo, J, & Barahona, R 2015, Cinética de fermentación *in vitro* de *Leucaena leucocephala* y *Megathyrsus maximus* y sus mezclas, con o sin suplementación energética, Pastos y Forrajes, vol. 38, no.1, pp. 55-63.
- Gómez D, Cervantes FJ, Del Río JC, Villarreal T, Vázquez A, Méndez A. Ameliorative effects of neutral electrolyzed water on growth performance, biochemical constituents, and histopathological changes in turkey poults during aflatoxicosis. *Toxins* 2017; 9(3): 104.
- Gonzales H, Venegas J, Orozco A, Martínez R, García E, Ramos, *et al.* La excreta de cerdo como ingrediente alimenticio en la dieta de rumiantes. *Revista de ciencia y tecnología de la UACJ* 2010; 8(2): 39 – 47.
- González, G, Hinojosa J, Oliva J, Torres G, Segura J, González R, García-Osorio I. 2016. Análisis del crecimiento predestete de corderos Barbados Barriga Negra en clima cálido húmedo. *Nova Scientia*; 8 (17): 181-197.
- Guerrero LI, Ponce AE, Pérez ML. Curso práctico de tecnología de carnes y pescado. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. México D.F. 2002.
- Gutiérrez, F, Rojas, B, Dormond, H, Poore, M, & Wing, R 2003, Características nutricionales y fermentativas de mezclas ensiladas de desechos de piña y avícolas, *Agronomía Costarricense*, vol. 27, no.1, pp. 79-89.
- Harmon BW, Fontenot JP, Webb KE. Ensiled broiler litter and corn forage. I. Fermentation characteristics. *J. Anim. Sci* 1975; (40):144-155.
- Hernández BJ, Aquino L, Ríos RF. Efecto del manejo pre-mortem en la calidad de la carne Pre-mortem handling effect on the meat quality. *NACAMEH* 2013; 7 (2): 41-64.
- Hidalgo, V. (2013). Formulación de alimentos balanceados para el engorde de ganado vacuno. *Guía Técnica, UNALM, Perú*, 6 - 19.
- Hunter Lab. Principios básicos de medida y percepción de color. Información técnica. Hunter Lab; 2001.
- IICA, I. I. (2009). Manual de buenas prácticas ganaderas en explotaciones ganaderas de carne bovina. (D. Caballero, Ed.) Tegucigalpa, Honduras: IICA, 25 - 33.
- INEGI, 2014, Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Marco Geo estadístico, versión 3.1, Frailesca, Chiapas
- INGR, I. 1990. Calidad de la carne: definición del término desde una óptica actual.

- Josifovich JA, Bertin OD, Maddalom J, MacLoughlin RJ, Ferrari M, Ruival G, *et al.* Alimentación de novillitos Holando Argentino en recría con cama de pollo y maíz. *Revista Argentina de Producción Animal* 1985; 5 (7): 411-417.
- Laurie RA, Ledward DA. 2006. *Meat Science*. 7a Ed. Woodhead Publishing.
- Lon Wo E. y Cárdenas M. 2003. Impacto económico y ambiental de una alimentación diferenciada para las gallinas ponedoras. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 37 (4):415- 419.
- López Y., Arece Y., León E., Aróstica N., Ojeda F. 2008. Efecto de la inclusión de un ensilaje mixto en el comportamiento productivo de ovejas Pelibuey en pastoreo. *Pastos y Forrajes*, Vol. 31, No. 1. 73-82.
- Louman B, Quirós D, Nilson M. *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. Manual Técnico No. 46. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 2001.
- Mapoon LK, Boodoo AA, Hulman B, Preston TR. Uso de la gallinaza en dietas de melaza y bagazo para engorda de toros. *Production Animal Tropical* 1979; (4): 145.
- Menke, K, & Steingass, H 1988, Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid, *Anim. Res. Rural Develop.* Vol. 28, pp. 7-55.
- Miranda, L, Sandoval, L, & Améndola R 2015, Producción de gas como método para estimar *in vitro* la concentración de carbohidratos fermentables en rumen, Congreso Asociación Latinoamericana de producción animal, Puerto Varas, Chile. pp. 474.
- Moguel, O, Cantón, G, Sauri, D, & Castellanos, R 1994, Contenido de algunos macro y microminerales en las deyecciones avícolas de Yucatán, *Téc Pecu Méx*, vol. 33, no. 2, pp.100-104.
- Mondragón AJ, Domínguez IA, Rebollar RS, Borquez JL, Hernández MJ. Márgenes de comercialización de la carne del ovino en Capulhuac, Estado de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 2012; (15): 105-116.
- Morales TH, Gutiérrez OE, Quintanilla EJA, Hernández MCA. Utilización de la gallinaza de aves reproductoras en la engorda intensiva de toretes Holstein. *Ciencia Agropecuaria FAUANL* 1993; (6):7-10.
- Morales, T, Gutiérrez, O, & Bernal, B 2002, El uso de cama de pollo de buena calidad mejora la productividad de bovinos en crecimiento en engorda intensiva, *Técnica Pecuaria en México*, vol. 40, no.1, pp. 1- 15.

- NRC, National Research Council 1996, Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Seventh edition, National Academy of Sciences, Washington D.C., USA.
- NRC, National Research Council, 1983, Nutrient Requirements of Sheep. Sixth revised edition. Washington, DC, USA: National Academy Press.
- NRC. National Research Council. The nutrient requirements of beef cattle. 6th ed. Washington, DC, USA: National Academy Press; 1985.
- Oliver, M.A., Gispert, M., Diestre, A. 1990. Influencia de la composición del jamón en la calidad de la carne. *Cárnica* 2000 78, 118-123.
- Pacheco, A, Rosciano, G, Villegas, C, Alcocer, V, & Castellanos, A 2003. Cuantificación del contenido de cobre y otros minerales en pollinazas producidas en el estado de Yucatán. *Técnica Pecuaria en México*, vol. 41, no. 2, pp. 197-207.
- Padilla, E, Castellanos, A, Cantón, J, & Moguel, Y 2000. Impacto del uso de niveles elevados de excretas animales en la alimentación de ovinos. *Livestock Research Rural Development*, vol. 12, no. 1: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/1/cas121.htm>
- Padilla, F. (2007). Crianza de vacunos de carne. Perú: Macro, 27 - 35.
- Parra, J, Ania, C, Arenillas, A, Rubiera, F, Pis, J, & Palacios, J 2006, Structural changes in polyethylene terephthalate (PET) waste materials caused by pyrolysis and CO<sub>2</sub> activation. *Adsorpt. Sci. Technol.* vol. 24, no. 5. pp. 439–449.
- Patil AR, Goetsch AL, Galloway DL Sr, Forster LA. Intake and digestion by Holstein steer calves consuming grass hay supplemented with broiler litter. *Anim Feed Sci Technol* 1993; (44):251-263.
- Pérez, F, García, R, Salazar, R, Cruz, O, Piñeiro, A, Casanova, F, Magaña J, & Chay A 2017, Uso del ancho de cadera para estimar el peso vivo en novillas tropicales de reemplazo, *Agroproductividad*, vol. 10. No. 9, pp. 48-52.
- Phelps A. Nuevo uso del estiércol aviar. *Revista de la Industria Avícola*. 1969: 40.
- Pordomingo, A. J. (2013). Feedlot alimentación, diseño y manejo. INTA - UNLPam, Facultad de Ciencias Veterinarias, Argentina, 27 - 41.
- PROGRAM. Programa Nacional Ganadero. Inventario ovino en México. México. 2014.
- Rafaelli, P. M. (2014). Bovinos de Carne y Bovinos de Leche Alimentación de Rumiantes. Universidad de Belgrano, Facultad Ciencias Agropecuarias, Buenos Aires, 3 - 13.

- Ramírez, R. (2005). Nutrición de Rumiantes. Mexico: Trillas, 11 - 25.
- Rankins DL, Eason JT, McCaskey TA, Stevenson AH, Floyd JG. Nutritional and toxicological evaluation of three deepstacking methods for the processing of broiler litter as a feedstuff for beef cattle. *Anim Prod* 1993; (56):321-326.
- Ríos, L, Combellas, J, & Álvarez, R 2005, Uso de excretas de aves en la alimentación de ovinos, *Zootecnia Tropical*, vol. 23, no. 2, pp. 183-210.
- Romans, J.R. y Norton, H.W. 1989. Consumer evaluation of fresh pork quality. *Proceedings 35th International Congress of Meat Science and Technology*. Vol. II, 614- 617. Copenhagen, Dinamarca.
- Ruiz A, Ruiz ME. Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos III. Producción de carne en función de diversos niveles de gallinaza y almidón. *Turrialba* 1978; (28):215.
- Ruiz, R 2009, Análisis técnico de un modelo de confinamiento utilizando diferentes proporciones de pollinaza, fruto de palma y pasto maralfalfa en la dieta de bovinos machos en fase de levante, *Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias*, vol. 20, no. 4, pp. 423 – 684.
- SAGARPA. (2014). Manual de buenas prácticas pecuarias en la producción de carne de ganado bovino en confinamiento. México, 29 - 38.
- SAGARPA. Secretaria de Agricultura Ganadería desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Producción de carne ovina. México. 2013.
- Sañudo AC. Calidad de la canal y de la carne ovina y caprina y los gustos de los consumidores. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2008; 37 (Suplemento Especial): 143-160.
- Sañudo, C. 1992. La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina: factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. *Curso Internacional de Producción Ovina*. SIA, Zaragoza.
- SAS, 2004, *SAS User's Guide: Statistics*. Ver. 9.2. SAS Institute. Cary, N.C. pp. 5180.
- Schofield, P, & Pell, A 1995, Validity of using accumulated gas pressure readings to measure forage digestion in vitro: a comparison involving three forages. *Journal of Dairy Science*. Vol. 78, no. 10. pp. 2230-2238.
- Shimada M. 1976. *Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa*. 2 ed. offset Universal, México, D.F:1976.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2017. Resumen nacional. Producción, precio, valor, animales sacrificados y peso. México.

- SIAP. Servicios de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Resumen nacional. Producción, precio, animales sacrificados y peso. México. 2013.
- Simth Thomas, H. (2011). Guía de la cría del ganado vacuno (tercera ed.). Barcelona, España: Omega, 94 - 111.
- Solis RG, Castellanos RA, Velázquez MA, Rodríguez GF. Determination of nutritional requirements of growing hair sheep. Small Ruminant Research 1991; (4):115-125.
- Swatland HJ. Estructura y desarrollo de los animales de abasto. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A. 1991.
- Tagari H, Levy D, Holster Z, Ilan D. Poultry litter for intensive beef production. Animal Production 1976; (23): 317.
- Tobía, C, & Vargas, E 2000, Evaluación de las excretas de pollos de engorde (Pollinaza) en la alimentación animal. II. Fraccionamiento de los componentes nitrogenados y contenido de energía. Agronomía Costarricense, vol. 24, no. 1, pp. 55-62.
- Torrescano G, Sánchez E, González M, Camou A. Tecnología e ingeniería del sacrificio y su repercusión en la calidad de la canal de animales de abasto. NACAMEH 2008; (2): 79-93.
- Torrescano U, Sánchez EA, González M, Camou JP. Características de la canal y calidad de la carne de ovinos pelibuey, engordados en Hermosillo, Sonora. Biotecnia 2009; 10 (1): 41-50.
- USDA. (2011). FAD PReP Beef feed industry manual. Manual, Iowa State University of Science and Technology, Center for Food Security and Public Health, College of Veterinary Medicine - U.S. Department of Agriculture Animal and Plant, United States, 9 - 22.
- Valencia, E., Artunduaga, W., & Gordillo, L. (2009). Recuperación parcial del concentrado de la porquinaza, una alternativa ambiental y económica. Revista Ingeniería y Región, 6(1), 54 - 60.
- Van Soest, J. 1994, Nutritional Ecology of the Ruminants. 2nd ed., Cornell University Press. New York.
- Villar, B 2014, Producción de un alimento fermentado en estado sólido a partir de la Pollinaza y Vitafert [Internet]. Tesis de maestría en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Available from: [http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/256/Sanchez\\_Borja\\_M\\_DC\\_Fitosanidad\\_2010.pdf?sequence=](http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/256/Sanchez_Borja_M_DC_Fitosanidad_2010.pdf?sequence=)



Vizcaíno, D. A., & Betancourt , R. (2013). Guía de buenas prácticas avícolas. AGROCALIDAD, MAGAP. Ecuador: Imprenta IdeaZ, 8.

Wal, PG. 1991. What is and can be than to improve pork quality. Pigs sept-oct, 42-43.

Warris, PD. Meat Science. An Introductory text. 2<sup>a</sup> ed. Cambridge University Press. Reino Unido; 2010.