



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

LICENCIATURA EN ZOOTECNIA

**INFLUENCIA DE TRES DIETAS COMERCIALES EN LA CALIDAD DE
LA CANAL DE CERDO EN LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

PRESENTA

ADOLFO HAFID RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ

DIRECTOR

M. C. CARLOS IVÁN MEDEL CONTRERAS

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO, 2021



Universidad del Papaloapan

FECHA:	16 de Diciembre del 2021
ÁREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NÚMERO:	UNPA/VRA/103/2021
ASUNTO:	Autorización de Impresión de tesis.

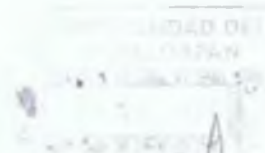
C. ADOLFO HAFID RODRIGUEZ HERNANDEZ
P R E S E N T E:

En base al artículo 120 del reglamento de alumnos, por medio de la presente se aprueba la impresión de la tesis titulada **"Influencia de tres dietas comerciales en la calidad de la canal de cerdo en Loma Bonita, Oaxaca, México."** así como la programación del examen profesional bajo la dirección del M.C. Carlos Iván Medel Contreras.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente,
terra ubérrima, mens aperta
Bou Lo-tama, chi jí jú

MC. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA
Vice-Rector Académico.



C.c.p. Dra. Tatiana Zúñiga Marroquín, Jefa de Carrera de la Lic. En Zootecnia
C.c.p. L.P. Yesenia Barrionos Arenal, Jefa del Departamento de Servicios Escolares
C.c.p. M.C. Carlos Iván Medel Contreras, Director de Tesis.
C.c.p. Archivo.



Universidad del Papaloapan

Terra Uberrima Mens Aperta

Licenciatura en Zootecnia

Loma Bonita, Oaxaca a 14 de diciembre de 2021

Asunto: Impresión de tesis y Examen profesional.

M.C. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA
VICE-RECTOR ACADÉMICO
UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN
P R E S E N T E

En acuerdo al artículo 120 del proceso de titulación del reglamento de alumnos, por medio de la presente, solicito a usted autorice la impresión final de la tesis y la programación del examen profesional del exalumno **C. Adolfo Hafid Rodríguez Hernández**, quien para obtener el título de **Licenciado en Zootecnia** defenderá su trabajo de tesis titulado **"Influencia de tres dietas comerciales en la calidad de la canal de cerdo en Loma Bonita, Oaxaca, México"**.

Sin otro asunto en particular, dejo la presente a su amable consideración.



Atentamente:
Terra uberrima, mens aperta
Bou Lo-tama chí jí jú

Dra. Tania Zúñiga Marroquín
Jefe de la Carrera de Licenciatura en Zootecnia



C.c.p. L.P. Yesenia Barrientos Arenal.- Jefa del Depto. de Servicios Escolares. Para su conocimiento.
C.c.p. M.C. Carlos Iván Medel Contreras. Director de la tesis.
C.c.p. C. Adolfo Hafid Rodríguez Hernández. Alumno. Para su conocimiento.
C.c.p. Archivo.



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

LA PRESENTE TESIS TITULADA **INFLUENCIA DE TRES DIETAS COMERCIALES EN LA CALIDAD DE LA CANAL DE CERDO EN LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO** PRESENTADA POR EL PASANTE **ADOLFO HAFID RODRIGUEZ HERNANDEZ**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL **M. C. CARLOS IVAN MEDEL CONTRERAS**, HA SIDO APROBADA POR EL JURADO EXAMINADOR Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIATURA EN ZOOTECNIA.

JURADO EXAMINADOR

M. C. CARLOS IVAN MEDEL CONTRERAS
DIRECTOR

DR. SERGIO RAMÍREZ ORDOÑES
REVISOR

D. C. JOSE ANGEL RUEDA BARRIENTOS
REVISOR

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO, 2021

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, que me prestó vida para llegar a cumplir esta meta.

A mí madre, Pilar Diana Hernández Alducín por ser el principal pilar de mis hermanos y mío.

A mi padre Adolfo Rodríguez Campos.

A mis hermanos Roque y Zayed.

A mi tío Dimas Hernández Alducín

A la familia Núñez Hernández, mi tía Patricia, mis primos y hermanos Atziri y Hussam.

A mis abuelos Roberto Hernández y Victoria Alducín

A uno de mis mejores amigos Aurelio por todo lo que me enseñó de la vida

A mi mejor amiga Carmen Antonio por su inigualable apoyo.

Al M. C. Carlos Iván Medel Contreras, por su ayuda incondicional y paciencia en la realización de mi proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita, por su aceptación y el apoyo brindado.

Dr. Sergio Ramírez Ordoñez, por todo el apoyo brindado para que esto se culminara y sus correcciones con su conocimiento y gran paciencia hacia mí.

Dra. Tania Zúñiga Marroquín, por sus excelentes clases, por procurarme en esta última etapa y por ayudarme a culminar este proyecto.

Dr. Miguel ángel Sánchez por el conocimiento compartido en sus clases de genética, dedicación y apoyo.

Dr. Jose Angel Rueda por el desinteresado apoyo y guía durante la parte estadística de este proyecto, muchas gracias.

Los doctores Nicolas Valenzuela, Ubaldo Aguilar, M. C. Julián Cotera, Dra. Gladis Terán, Dr. Cesar Julio. Dra. Carolina Antonio por ser parte importante de mi formación y esfuerzo profesional.

Dra. Cynthia Magaly por su apoyo y base fundamental para esta tesis, gracias.

A mis amigos y compañeros de grupo Anabel Martínez, José Luis Alvarado, Mateo Mendoza, Gumaro Rivera, Zaira Villa, José Alfredo Ruiz. Leonel López por su gran amistad durante los 5 años de aventura y los años siguientes.

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS.....	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos	2
3. HIPÓTESIS.....	3
4. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.2. Calidad de la canal	5
4.3. Definición y composición de la carne	7
4.4. Variables que determinan la calidad de la canal	7
4.4.1. Potencial de Hidrogeno (pH).....	7
4.4.2. Acidez titulable.	7
4.4.3. Capacidad de retención de agua (CRA).	8
4.4.4. Color por espectrofotometría de absorción.	8
4.4.5. Materia seca y humedad.....	9
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
5.1. Localización del experimento.....	11
5.3. Tratamientos y diseño experimental	11
5.4. Variables evaluadas	14
5.4.1. Rendimiento de la canal.....	14
5.4.2. Determinación de pH.	15
5.4.3. Determinación de acidez total titulable.	15
5.4.4. Capacidad de retención de agua (CRA).....	16
5.4.5. Determinación del color mediante espectrometría de absorción.....	16
5.4.6. Materia seca y humedad.....	17

5.5. Análisis estadístico	18
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
6.1. Variables de rendimiento de la canal	19
6.2. Variables de calidad de la canal	21
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
8. LITERATURA CITADA.....	26

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Producción de carne de cerdo por país (en miles de toneladas).....	4
Cuadro 2. Categoría y atributos a considerar para la calidad de canales cárnicas.....	6
Cuadro 3. Composición bromatológica de la dieta GUVASA utilizada en este experimento.	12
Cuadro 4. Composición bromatológica de la dieta ALPESUR utilizada en este experimento.....	13
Cuadro 5. Composición bromatológica de la dieta FORTACHON utilizada en este experimento.....	13
Cuadro 6. Peso vivo, peso total de la canal y rendimiento de la canal, en las canales obtenidas con tres diferentes dietas comerciales de este experimento.	19
Cuadro 7. Peso canal izquierda, peso canal derecha, peso piel y espesor de grasa dorsal de las canales obtenidas con tres diferentes dietas comerciales de este experimento.	20
Cuadro 8. Medias de los valores de pH, contenido porcentual de capacidad de retención de agua, Acidez titulable de las canales obtenidas con tres diferentes dietas comerciales de este experimento.	22
Cuadro 9. Espectrofotometría de absorción de las canales obtenidas con tres diferentes dietas comerciales de este experimento.	23
Cuadro 10. Espectrofotometría de absorción de las canales obtenidas con tres diferentes dietas comerciales de este experimento.	23

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el rendimiento y la calidad tecnológica de la canal de cerdos alimentados con diferentes dietas comerciales. Se utilizaron nueve canales de cerdos alimentados con tres dietas comerciales: Guvasa (T1), Alpesur (T2), Fortachon (T3). Las variables evaluadas fueron: rendimiento de la canal (RC %), peso total de la canal total (PCT), peso canal izquierdo (PCI), peso canal derecho (PCD), peso de la piel (PP) y espesor de grasa dorsal (EGD), potencial de hidrogeno (pH), porcentaje de acidez titulable (% AT), capacidad de retención de agua (CRA), color (CLR), porcentaje de materia seca (% MS) y porcentaje de humedad (% H). Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza bajo un diseño completo al azar. Para las dietas Guvasa, Alpesur y Fortachon el peso vivo (PV) promedio fue de 94.6 kg, 84.3 kg y 88.3 kg. EGD se observaron valores de Guvasa (T1) 1.43 cm y Alpesur 1.43 cm superiores ($P \leq 0.05$) a Fortachon (T3) 1.36 cm. Para RC Guvasa (T1) 51.9 y Alpesur (T2) 55.2 % fueron superiores ($P \leq 0.05$) a Fortacho (T3) 46.1%. Para el pH y CRA los valores fueron 5.8, 5.0, 5.6 y 38.6 %, 46.6 % y 50.5 %. La % AT Guvasa (T1) mostró valores de 0.17 %, siendo superiores ($P \leq 0.05$) los tratamientos Alpesur (T2) 0.25 % y Fortachon (T3) 0.25 %, respectivamente. Se concluye que usando la dieta comercial Alpesur (T2) se obtuvieron canales con mayor calidad tecnológica, mayor rendimiento de canal y valores aceptables para peso vivo.

Palabras clave: Tratamiento, alimento, dieta, engorda, calidad, carne.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the performance and technological quality of the carcass of pigs fed different commercial diets. Nine carcasses of pigs fed three commercial diets will be used: Guvasa (T1), Alpesur (T2), Fortachon (T3). The variables evaluated were: carcass performance (CR%), total carcass weight (PCT), left carcass weight (PCI), right carcass weight (PCD), skin weight (PP) and back fat thickness (EGD), hydrogen potential (pH), percentage of titratable acidity (% AT), water retention capacity (CRA), color (CLR), percentage of dry matter (% DM) and percentage of moisture (% H). The data were analyzed by means of an analysis of variance under a complete randomized design. For the Guvasa, Alpesur and Fortachon diets the average live weight (LW) was 94.6 kg, 84.3 kg and 88.3 kg. EGD values of Guvasa (T1) 1.43 cm and Alpesur 1.43 cm higher ($P \leq 0.05$) than Fortachon (T3) 1.36 cm were observed. For RC Guvasa (T1) 51.9 and Alpesur (T2) 55.2% were higher ($P \leq 0.05$) than Fortachon (T3) 46.1%. For pH and CRA the values were 5.8, 5.0, 5.6 and 38.6%, 46.6% and 50.5%. The % AT Guvasa (T1) showed values of 0.17%, being higher ($P \leq 0.05$) the treatments Alpesur (T2) 0.25% and Fortachon (T3) 0.25%, respectively. It is concluded that using the commercial Alpesur diet (T2), carcasses with higher technological quality, higher carcass yield and acceptable values for live weight were obtained.

Keywords: Treatment, food, diet, fattening, quality, meat.

1. INTRODUCCIÓN

La calidad cárnica tiene muchos conceptos de tal forma que no tiene una definición única, la alimentación de los animales ejerce una influencia importante en la calidad cárnica, sin embargo, se deben considerar otros aspectos del proceso productivo: como genética, manejo y sacrificio (López *et al.*, 1999). En la última década, la elevada calidad de los productos de cerdo ha hecho que su presencia en el mercado aumente, la alimentación es el factor más importante más relacionado con la calidad de la carne, por lo tanto, es fundamental en la fase de cebo o engorda (Ruiz *et al.*, 2000).

De tal modo que, la producción de carne de cerdo tiene por objetivo final proporcionar alimento para el consumo humano en fresco o curado (Campagna, 2005), por lo tanto, productor y consumidor final están interesados en la cantidad y calidad de la carne (Campion, 2013).

Es bien conocido el efecto que tiene la dieta sobre el rendimiento y calidad de la carne, especialmente el nivel y tipo de grasa, así como la relación proteína - energía (Lebret, 2008). No obstante, en la región existe poca información de la calidad de la carne de cerdos alimentados con dietas comerciales por lo que en este estudio se planteó evaluar el efecto en el rendimiento y calidad de las canales de cerdos alimentados con tres dietas comerciales disponibles en Loma Bonita, Oaxaca.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el rendimiento y calidad de canales de cerdos alimentados con tres distintas marcas de alimento comercial durante un ciclo de engorda.

2.2. Objetivos específicos

2.2.1. Realizar mediciones físicas de las canales para determinar la dieta que brinde un rendimiento superior.

2.2.2. Determinar por medio de análisis fisicoquímicos la dieta que obtenga una mejor calidad de la canal.

3. HIPÓTESIS

Se espera que las dietas comerciales como, Fortachón® y Alpesur® adicionados con subproductos vegetales y paletizados ofrezcan una diferencia en el rendimiento y la calidad de la canal en comparación con la dieta Guvasa que se basa en harinas de maíz y sorgo adicionados con un núcleo de amino ácidos y vitaminas disponibles para engorda de cerdo en Loma Bonita, Oaxaca.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Situación actual de la carne de cerdo a nivel mundial y nacional

La producción mundial de carne de especie porcina se encuentra concentrada en los cuatro principales países productores: China, la Unión Europea, Estados Unidos y Brasil. En conjunto, estos aportaron el 78.57 % de la oferta mundial de carne de cerdo en 2017. En el Cuadro 1 se puede observar la forma en que se comportó la producción de carne en los años del 2013 al 2017.

Cuadro 1. Producción de carne de cerdo por país (en miles de toneladas).

País	Año					(%)
	2013	2014	2015	2016	2017	
China	54,622	56,402	54,586	53,000	53,6250	45.48%
U. E.	22,384	22,567	23,384	23,629	23,565	19.97%
E. U. A.	10,381	10,221	10,961	11,170	11,743	9.95%
Brasil	3,429	3,550	3,480	3,609	3,730	3.16%
Vietnam	3,218	3,321	3,354	3,387.93	3,448	2.92%
Rusia	2,831	2,967	3,092	3,163	3,310	2.81%
Canadá	1,939	1,928	2,031	2,055	1,984	1.68%
Filipinas	1,681	1,698	1,720	1,740	1,789	1.52%
México	1,284	1,291	1,323	1.376	1,442	1.22%
Japón	1,309	1,264	1,254	1,270	1,265	1.07%

E.U: Unión europea, E. U. A: Estados unidos americanos

Fuente: [OCDE/FAO \(2018\)](#)

Por su parte, México ocupa la novena posición con una participación del 1.22 % en la producción mundial de carne de cerdo ([OCDE-FAO, 2018](#)). En el año 2016, el 76.5 % de la producción nacional se concentró en seis entidades: Jalisco 20.7 %,

Sonora 17.3 %, Puebla 11.9 %, Yucatán 9.8 %, Veracruz 8.8 % y Guanajuato 8.1 % (Pérez. 2010).

4.2. Calidad de la canal

Se entiende por calidad de la canal el estado de engrasamiento, el peso de la canal (PC) y rendimiento de la canal (RC) siendo lo más valorado por el productor y el carnicero que dejan de lado la calidad de la carne, como son sus propiedades organolépticas, seguridad alimentaria y tecnológicas (Colomer-Rocher, 1992).

La dieta consumida por el cerdo, influye de manera importante sobre el rendimiento y calidad de la canal. En un estudio llevado a cabo por Castell *et al.* (1994) obtuvieron valores de 15.3 mm contra 14.9 mm de espesor de la grasa dorsal y 3.4 % contra 1.4 % de grasa intramuscular en cerdos alimentados a libre acceso en dietas que contenían 13.3 % y 17.6 % de proteína cruda, respectivamente. Por su parte Campion (2011) realizó pruebas organolépticas en canales de cerdo de diferentes sistemas de producción, en el que no se obtuvieron diferencias en el pH, pero si en la luminosidad, índice de rojo, índice de amarillo, terneza y grasa intramuscular.

En otro estudio Pérez *et al.* (2010) analizaron el efecto de la disminución de la fuente de proteínas en la dieta sobre la calidad de la canal y la carne de cerdos, en los que obtuvieron valores de pH de 5.4 ligeramente inferiores a los considerados como normales (5.5 - 6).

Paredes *et al.* (2017) encontraron diferencias en el rendimiento a favor de las canales de cerdos alimentados con concentrado en relación a aquellos que

consumieron dietas integradas con desechos de restaurante y residuos de camal de aves, sin embargo, el contenido de ácido oleico fue mayor en cerdos alimentados con desechos de restaurantes y residuos aves. [Coma et al. \(1999\)](#) en el Cuadro 2 muestran algunos de los aspectos cárnicos que se tienen a considerar para evaluar la calidad de la canal.

Cuadro 2. Categoría y atributos a considerar para la calidad de canales cárnicas.

Categoría	Atributos
Seguridad alimentaria	Higiene microbiana: ausencia de bacterias Ausencia de residuos: fármacos, metales pesados, pesticidas
Aspectos organolépticos	Color Olor Sabor Grasa visible Terneza – jugosidad
Valor nutritivo	Ácidos grasos Cantidad de grasa Valor proteico Enriquecimiento
Calidad tecnológica	pH Capacidad de retención de agua, Color por espectrofotometría Acides titulable Materia seca y humedad
Calidad social	Bienestar animal, medio ambiente.

Fuente: ([Coma et al., 1999](#))

4.3. Definición y composición de la carne

El Codex Alimentarius (FAO, 2005) define la carne como “todas las partes de un animal que han sido dictaminadas como inocuas y aptas para el consumo humano o se destinan para este fin”. La carne se compone de agua, proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos.

4.4. Variables que determinan la calidad de la canal

4.4.1. Potencial de Hidrogeno (pH). El pH muscular post mortem está determinado por la cantidad de ácido láctico, proveniente del glucógeno muscular y la velocidad de descenso del pH influye en otros indicadores como el color y la capacidad de retención de agua (Campagna, 2005). En los animales vivos y sanos, el pH del músculo se aproxima a 7.04 (Johnson, 1994). Los valores de pH pueden variar por varios factores, algunos intrínsecos al animal (genética, metabolismo, susceptibilidad al estrés, etc.), pero normalmente el manejo antes del sacrificio es un factor clave, debido a que los excesos de estrés provocan un incremento la producción de adrenalina, esta hormona, secretada por las glándulas suprarrenales, tiende a promover la degradación de glucógeno, lo que favorece la caída del pH; otro factor que promueve el descenso del pH es la mala refrigeración después del faenado (Lawrie, 1974).

4.4.2. Acidez titulable. Kirk *et al.* (2006) describen que el principio de la acidez titulable se basa en la reacción de neutralización de los ácidos débiles que

se encuentran en una muestra con una base fuerte, por lo tanto, el punto final de la valoración se detecta por el cambio de color en el indicador el cual debe ser sensible en un intervalo en el que está comprendido el pH final de neutralización.

Después del sacrificio se desencadenan una serie de transformaciones sobre el glucógeno muscular de reserva que lleva la acumulación de ácido láctico, el cual es el principal responsable de la acidez de la carne. La determinación del ácido láctico, es un procedimiento que se utiliza para seguir el curso de los procesos bioquímicos que ocurren en las carnes (Ruíz *et al.*, 2000).

Ponce (2006) reporta que conforme transcurre el tiempo de almacenamiento de los productos cárnicos, en los mismos se desarrolla una microflora láctica que hace que la acidez aumente por la producción de ácido láctico.

4.4.3. Capacidad de retención de agua (CRA). De acuerdo a Swatland (1991) la capacidad de retención de agua (CRA) es la capacidad de la carne de mantener ligada su propia agua, incluso bajo la influencia de fuerzas externas (presión, calor, etc.).

Basso (2000) comenta que una disminución o incremento del pH modifica la estructura de las proteínas afectando la (CRA), lo cual se refleja de manera negativa en el rendimiento de la canal fresca. Algunos de los principales factores que se deben considerar para que la CRA no se modifique demasiado son: genética, manejo previo al sacrificio y alimentación.

4.4.4. Color por espectrofotometría de absorción. Este aspecto es considerado el principal atributo en la decisión de compra, puesto que el consumidor

asocia el color con frescura y calidad (Brewer *et al.*, 2002). Este proceso se basa en los máximos valores de absorbancia de mioglobina, metamioglobina y oximioglobina en longitudes de onda: 503, 557 y 582 que se expresa en porcentaje (%) de mioglobina, metamioglobina y oximioglobina, respectivamente (Tang *et al.*, 2004). Al incidir una luz blanca sobre una sustancia, ciertas longitudes de onda que componen esa luz blanca, son absorbidas por la muestra, el color estará formado por la combinación de esas longitudes de onda que no fueron absorbidas por la sustancia de la muestra. El color percibido ha sido definido por la CIE (Comission Internationale de L'Eclairage) como el atributo visual que se compone de una combinación cualquiera de componentes cromáticos y acromáticos (Alberti *et al.*, 2005).

A pesar de las décadas que se lleva aplicando la medición del color en cárnicos, aún existe una discusión sobre cuál es el método adecuado o estándar sobre la metodología a seguir en cuanto a la medición del color lo que ha provocado que exista repetibilidad entre laboratorios y experimentos, por lo tanto, resulta forzoso que se haga con la mayor precisión posible mencionando la metodología usada en la determinación de color (Tapp *et al.*, 2011).

4.4.5. Materia seca y humedad. La materia seca y humedad como ya se ha mencionado, juega un papel muy importante para controlar la calidad de los alimentos. El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa y balanza analítica, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, y pesado nuevamente de la muestra (Nollet, 1996). El análisis químico

proximal comprende la determinación de humedad, y las cifras de contenido de agua varían entre 60 % - 95 % ([Hart, 1991](#)).

La materia seca en un alimento es la suma de los componentes no volátiles de este alimento, siendo los componentes fundamentales: los lípidos, los carbohidratos, las proteínas y algunos minerales, entre otros ([Mastissek, 1998](#)).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del experimento

Los análisis fisicoquímicos se llevaron a cabo en las instalaciones del laboratorio químico-biológico de la Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita, en Loma Bonita, Oaxaca cuyas coordenadas geográficas son entre los paralelos 18 °01' 19" LN y 95°51'33" LO y una altura de 26 MSNM (FAM, 2015).

5.2. Clima

El clima de Loma Bonita es clasificado como trópico húmedo, en invierno menos lluvia que en verano. De acuerdo con Köppen y Geiger este clima se clasifica como Aw. Rango de temperatura 24 – 28 °C, Rango de precipitación 1,500 – 2,500 mm, (INEGI, 2008)

5.3. Tratamientos y diseño experimental

El experimento consistió en evaluar el rendimiento y la calidad de las canales de cerdos de raza landrace x duroc y landrace x pietrain obtenidas de una evaluación previa la cual consistió en engordar cerdos con tres tipos de dietas comerciales disponibles en Loma Bonita, Oaxaca.

Se considera a cada dieta comercial como un tratamiento, por lo tanto, de este modo se obtuvieron tres tratamientos, para cada tratamiento se tomaron muestras de tres canales. Como indica [Pérez et al. \(2013\)](#), en el manual de análisis de carne, a cada muestra se le realizó un triplicado para los análisis en laboratorio.

El diseño mediante el cual se analizaron los datos fue un diseño completamente al azar. Los tratamientos (dietas) de donde se obtuvieron las canales que se analizaron en este experimento se describen a continuación.

Tratamiento 1 (T1). Alimento comercial Guvasa (Cuadro 3). Formulado por harinas de maíz y soya adicionando con Nutriplex MB (mezcla base de aminoácidos, minerales, vitaminas y aditivos requeridos por el cerdo).

Cuadro 3. Composición bromatológica de la dieta GUVASA utilizada en este experimento.

Alimento	Proteína %	Fibra %	Humedad %	Grasa %	Cenizas %
Inicia	19	4	12	2.5	7
Crecimiento	18	4	12	2.5	7
Finalización	14	4	12	2.5	7

Tratamiento 2 (T2). Alimento comercia Alpesur (Cuadro 4). Paletizado de cereales molidos, subproductos de cereales, aceite de soya, grasa animal, melaza de caña, pasta oleaginosas y harinas de origen animal, enriquecido con fosfato mono-di cálcico, carbonato de calcio, sal común, aminoácidos sintéticos: lisina o metionina o treotina, cloruro de colina, coalin, vitaminas liposolubles: A, D3, E, K; vitaminas hidrosolubles: B1, B2, B5, B6, B7, B9, B12; oxido o sulfato de zinc, sulfato de sodio, yodo, antioxidantes: ácido cítrico 38 ppm, BTH 63pmm, Etoxiquin 63 ppm; fungicidas: acido propiónico con 600 ppm, enzimas: 0.4 U g⁻¹ de fitasas y 0.2 U g⁻¹ de xilanasas, y saborizantes artificiales como la leche con vainilla en proporción de 0.150 kg por tonelada.

Cuadro 4. Composición bromatológica de la dieta ALPESUR utilizada en este experimento.

Alimento	Proteína cruda %	Humedad %	Grasa cruda %	Fibra cruda %	Cenizas %	ELN
Inicia	19.0	17.0	3.0	4.0	6.0	56.0
Crecimiento	17.0	12.0	3.0	5.0	6.0	57.0
Desarrollo	15.0	12.0	3.0	5.0	6.0	59.0
Engorda	14.0	12.0	3.5	5.0	6.0	59.5

Tratamiento 3 (T3). Alimento comercial Fortachón (Cuadro 5). Paletizado de cereales en granos molidos, subproductos de granos, pasta oleaginosa, harina de pescado, harina de carne y huesos aviar, harina de carne y hueso porcino, grasa de origen vegetal, melaza de caña, ortofosfato de calcio, carbonato de calcio, vitaminas: A, D3, E, K3, B1, B2, B6, B12; niacina, ácido fólico, biotina, cloruro de colina, minerales: hierro, magnesio, cobre, yodo, selenio, y zinc; Aluminosilicatos como secuestrador de micotoxinas y febendazol (seis gramos por tonelada como desparasitante).

Cuadro 5. Composición bromatológica de la dieta FORTACHON utilizada en este experimento.

Alimento	Proteína %	Humedad %	Grasa %	Fibra %	ELN
Inicia	19	12	5	5	55
Crece	16	12	8	6	55
Engorda	16	12	10	6	60

5.4. Variables evaluadas

Se realizaron dos evaluaciones a las canales de cerdo obtenidas por diferentes tratamientos alimenticios.

La primera evaluación se realizó directamente en el rastro al momento del sacrificio involucrando variables de rendimiento tales como: Peso de la canal total (PCT), peso canal izquierdo (PCI), peso canal derecho (PCD), peso de la piel (PP) y espesor de grasa dorsal en centímetros (EGD).

La segunda evaluación se realizó en el laboratorio fisicoquímico de la Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita y se midieron variables físico químicas como: potencial de hidrogeno (pH), porcentaje de acidez titulable (AT %), capacidad de retención de agua (CRA %), color (CLR), porcentaje de materia seca (MS %) y porcentaje de humedad (H %).

5.4.1. Rendimiento de la canal. De la prueba de comportamiento productivo, se tomaron tres porcinos al azar de cada tratamiento. Posteriormente, los nueve animales fueron sacrificados por el método de aturdimiento eléctrico.

Con una báscula romana digital se registró el peso de la canal total (PCT) sin piel, vísceras, brazuelos, patas y cabeza. Posteriormente se dividieron las canales en dos partes de manera medial registrando los pesos de la canal izquierda (PCI) y derecha (PCD). Se uso el lado derecho de la canal para medir el espesor de grasa dorsal (EGD) en la parte media de la canal. Por último, se tomó el peso de la piel (PP) que cubre la canal.

5.4.2. Determinación de pH. Para la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en la muestra, cinco gramos de carne se depositaron en un vaso de licuadora junto con 100 mL de agua destilada. La mezcla fue licuada durante un minuto y después filtrada con una gasa para remover el exceso de tejido. Finalmente, con el potenciómetro, previamente calibrado con las soluciones reguladoras de pH cuatro y pH siete, se procedió a tomar las lecturas de pH del filtrado de cada tratamiento por triplicado.

5.4.3. Determinación de acidez total titulable. Para la determinación de la acidez total titulable se procedió igual que para pH. En este caso, el filtrado fue transferido a un matraz aforado de 250 mL aforando con agua destilada, después se transfirieron 25 mL del filtrado a un matraz Erlenmeyer de 125 mL, se añadieron 75 mL de agua destilada y dos gotas de fenolftaleína, se agito suavemente y se tituló con NaOH 0.1N. Este procedimiento se realizó usando agua destilada como blanco. Para la determinación de los porcentajes de ácido láctico se ocupó la siguiente formula.

$$\% \text{ de ácido láctico} = \frac{(V - Vb)(N \text{ NaOH})(\text{meq ácido láctico})(fd)}{\text{peso muestra}} \times 100$$

Donde:

V = volumen de NaOH gastado en la muestra

Vb = volumen de NaOH gastado en el blanco

N = normalidad del NaOH

fd = factor de dilución = 4meq= miliequivalentes = 0.9

5.4.4. Capacidad de retención de agua (CRA). Definida como la habilidad que tiene la carne para retener el agua propia y añadida cuando se le somete a un esfuerzo mecánico. Cinco gramos de muestra se depositaron en tubos cónicos de centrifuga, se añadieron 8 mL de solución fría de NaCL al 0.6 molar a cada tubo agitando con una varilla de vidrio durante un minuto, se colocaron los tubos en un baño de hielo por 30 minutos, nuevamente se agitaron con una varilla de vidrio durante un minuto y se centrifugaron por 15 minutos a 10,000 rpm y 4 °C. Terminado el proceso, se decantó el contenido de los tubos midiendo el sobrante en una probeta de 10 mL. Finalmente, se registró la cantidad de solución retenida por 100 gr de muestra mediante la siguiente ecuación:

$$CRA = \frac{Va - Vs}{\text{peso muestra}} \times 100$$

Dónde:

CRA = Capacidad de retención de agua.

Va = Volumen de solución salina añadida al tubo de centrifuga

Vs = Volumen del sobrenadante

5.4.5. Determinación del color mediante espectrometría de absorción. El objetivo de la técnica es obtener los valores de absorbancia para mioglobina, metamioglobina y oximioglobina con las longitudes de onda 503, 557 y 582 en el espectrómetro. Para esto, por triplicado, se licuaron 5 g de carne junto con 90 mL de agua destilada, usando una gasa para eliminar el exceso de tejido. Posteriormente se pasaron por un papel filtro y se colocó el filtrado en una celda del espectrofotómetro, obteniendo el espectro de absorbancia entre los 480 a 650 nm. Con los espectros de absorbancia se procedió a calcular el porcentaje de

mioglobina (Mb), oximioglobina (OMb) y metamioglobina (MetMb) usando las ecuaciones siguientes:

$$\% \text{ Mb} = 1.594 (A557 / A525) + 0.552(A503 / A525) - 0.534(A582 / A525) - 1.329$$

$$\% \text{ OMb} = 0.722(A582 / A525) - 1.432 (A557 / A525) - 1.659(A503 / A525) + 2.599$$

$$\% \text{ MetMb} = - 0.159 (A582 / A525) - 0.085 (A557 / A525) + 1.262(A503 / A525) - 0.52.$$

5.4.6. Materia seca y humedad. Para determinar el contenido de materia seca y humedad se pesaron 10 g de muestra fresca (PF) por triplicado y finamente picada. Cada muestra se colocó en un vidrio de reloj, y se dejaron en el horno por 12 horas a 60 °C., Pasadas las 12 horas, se tomó el peso nuevamente y se registró como peso seco (PS). El porcentaje, primero de humedad y después de materia seca, se calcularon de la manera siguiente:

$$\% \text{ humedad} = \frac{PF - PS}{PF} \times 100$$

$$\% \text{ materia seca} = 100 - \% \text{ humedad}$$

5.5. Análisis estadístico

Los datos obtenidos, se sometieron a un análisis de varianza con el procedimiento GLM del programa SAS (SAS 8), con una comparación de medias entre tratamientos mediante la prueba de Tukey, a un nivel de significancia del 5 % ($P < 0.05$).

Modelo aditivo lineal: $Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$

Y_{ij} : es la respuesta (variable de interés o variable media).

μ : es la media general del experimento.

T_i : es el efecto del tratamiento.

ϵ_{ij} : es el error aleatorio asociado a la respuesta Y_{ij} .

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Variables de rendimiento de la canal

En el Cuadro 6 se reportan las variables de rendimiento obtenidas para cada tratamiento. Para peso vivo (PV) el T1 (Guvasa) mostró ser superior ($P \leq 0.05$) al T2 (Alpesur), el T3 (Fortachon), presento diferencias numéricas ($P > 0.05$) entre el T1 y el T2. Para peso total de la canal (PTC) el T1 y T2 no presentaron diferencia ($P > 0.05$), pero ambos fueron superiores ($P \leq 0.05$) al T3.

En el rendimiento de la canal (RC) también se encontró diferencia entre tratamientos ($P < 0.05$). El T1 y T2 no mostraron diferencia, pero fueron superiores ($P < 0.05$) al T3 que arrojó un rendimiento promedio de 46.1%.

Cuadro 6. Peso vivo, peso total de la canal y rendimiento de la canal de cerdos alimentados con tres diferentes dietas comerciales.

TRATAMIENTO	PV (kg)	PTC (kg)	RC (%)
T1 Guvasa	94.6 ^a	48.8 ^a	51.9 ^a
T2 Alpesur	84.3 ^b	46.5 ^a	55.2 ^a
T3 Fortachon	88.3 ^{ab}	40.7 ^b	46.1 ^b
EE	1.96	1.07	0.89
R ²	0.67	0.83	0.90

PV= Peso vivo, PTC= Peso total de la canal, RC= Rendimiento de la canal, EE= Error Estándar, R²= Coeficiente de determinación.

a, b, c Literales diferentes en cada columna indican diferencias significativas (Tukey, $P < 0.05$).

Comparado con un estudio similar de [Vázquez \(2006\)](#) y [Mateu et al. \(2009\)](#), reportan rendimientos de canal de 68 % y 79.4 %, respectivamente, en cerdos de la raza

Landrace, estos valores son mayores a los encontrados en este estudio. Esta diferencia se debe a que los autores incluyeron en sus reportes para el rendimiento: peso de piel, patas, manos y cabeza, siendo que, en este estudio no se tomó en cuenta el peso las patas, manos y cabeza como parte del rendimiento total de la canal, lo cual infirió en la diferencia de las medias obtenidas.

En el Cuadro 7 se muestran los valores del peso de la canal izquierda (PCI) se encontró diferencia entre tratamientos ($p < 0.05$). El T1 y T2 no mostraron diferencia, pero si entre el T1 y T3 ($p < 0.05$).

Cuadro 7. Peso canal izquierda, peso canal derecha, peso piel y espesor de grasa dorsal de las canales obtenidas con tres diferentes dietas comerciales de este experimento.

TRATAMIENTO	PCI (kg)	PCD (kg)	PP (kg)	EGD (cm)
T1 Guvasa	24.2 ^a	23.78 ^a	11.5 ^b	1.43 ^a
T2 Alpesur	22.4 ^{ab}	24.04 ^a	13.8 ^a	1.43 ^a
T3 Fortanchon	18.8 ^b	21.81 ^a	10.6 ^b	1.36 ^a
EE	1.18	1.14	0.27	0.03
R ²	0.64	0.27	0.91	0.30

PCI= Peso canal Izquierda, PCD= peso canal derecha, PP= peso piel, EGD= espesor grasa dorsal, EE= Error Estándar, R²= Coeficiente de determinación.

a, b, c Literales diferentes en cada columna indican diferencias significativas (Tukey, $P < 0.05$).

Para el peso de la canal derecha (PCD) no se encontraron diferencias ($P > 0.05$), sin embargo, se observa que el T2 presentó mayor PCD en comparación con T1 y T3.

En el peso de la piel se encontraron diferencias ($P < 0.05$). Con el T2 se registró el mayor PP, mientras que con T1 y T3, se observaron PP más bajos y sin diferencia entre sí.

Para la variable de espesor de grasa dorsal (EGD) no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos. En promedio, estos valores son inferiores a los reportados por [Roldan y Duran \(2006\)](#) quienes obtuvieron valores de 2.0 cm para esta misma variable. Del mismo modo, [Braun et al. \(2007\)](#) reportan un espesor de grasa dorsal de 2.3 cm, diferencias que pueden ser atribuidas al tipo de dieta empleada en la alimentación de los cerdos. Por otro lado, [Mateu et al. \(2009\)](#) y [Castrillon et al. \(2007\)](#) reportan valores de 1.3 cm y de 1.2 cm, respectivamente, valores parecidos a los obtenidos en este estudio para esta variable.

6.2. Variables de calidad de la canal

En el Cuadro 8 se muestran los resultados obtenidos para las variables de calidad de la canal; tales como; potencial de hidrogeno (pH), capacidad de retención de agua (CRA) y acides titulable (AT). Los resultados muestran que para el pH existen diferencias ($P < 0.05$). El valor de pH fue más alto en el T1, seguido de T3 y T2, este último con el valor más bajo.

Cuadro 8. Medias de los valores de pH, contenido porcentual de capacidad de retención de agua, acidez titulable de las canales obtenidas con tres diferentes dietas comerciales de este experimento.

TRATAMIENTO	pH	% CRA	% AT
T1 Guvasa	5.8 ^a	38.6 ^b	0.17 ^b
T2 Alpesur	5.0 ^c	46.6 ^{ab}	0.25 ^a
T3 Fortachon	5.6 ^b	50.5 ^a	0.25 ^a
EE	0.04	2.49	0.007
R ²	0.96	0.66	0.93

CRA= capacidad de retención de agua, AT= acides titulable, Error Estándar.

a, b, c Literales diferentes en cada columna indican diferencias significativas (Tukey, P < 0.05).

Para la CRA los tratamientos T3 y T2 muestran valores de 50.5 % y 46.6 % respectivamente; siendo superiores (P < 0.05) al T1, el cual obtuvo un valor más bajo. Un comportamiento similar se presentó en la acidez titulable (AT) donde los T3 y T2 no presentan diferencias entre sí, pero son superiores (P<0.05) al T1, obteniendo valores 0.25 %, 0.25 % y 0.17 % respectivamente. En su estudio [Castrillón et al. \(2007\)](#), encontraron para la acidez titulable resultados muy similares a los aquí reportados; estos mismos autores reportaron un pH post mortem de 5.6 a 5.8 los cuales son muy similares a los reportados en este experimento; a diferencia de [Urrutia et al. \(2008\)](#) quienes determinaron que el pH se encuentra entre 5.9 a 6.2.

En el s Cuadro 9 se muestra que para la variable espectrofotometría no se presentan diferencias (P>0.05) entre los tres tratamientos, por lo que podemos concluir que la presentación de la dieta (pellet o harina) no influye en estas variables.

Cuadro 9. Espectrofotometría de absorción de las canales obtenidas con tres diferentes dietas comerciales de este experimento.

TRATAMIENTO	ESPECTROFOTOMETRIA		
	% Mb	% OMb	% MetMb
T1 Guvasa	0.26 ^a	0.16 ^a	0.57 ^a
T2 Alpesur	0.20 ^a	0.28 ^a	0.50 ^a
T3 Fortachon	0.29 ^a	0.11 ^a	0.60 ^a
EE	0.03	0.06	0.4
R ²	0.35	0.36	0.36

Mb=mioglobina, Omb= oximioglobina, MetMb= Metamioglobina. EE= Error Estándar.

a, b, c Literales diferentes en cada columna indican diferencias significativas (Tukey, P < 0.05).

Estos valores son inferiores a los reportados por [Garabello et al. \(2017\)](#) quienes utilizaron el método de colorimetría por longitudes de onda L*, a* y b* para mioglobina de 1.1 a 1.9.

Dentro de las mismas pruebas de calidad se realizó un análisis proximal de materia seca y humedad a la carne obtenida en cada tratamiento, los resultados se presentan en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Medias de los valores de materia seca y humedad de las canales obtenidas con tres diferentes dietas comerciales de este experimento.

TRATAMIENTO	MATERIA SECA (%)	HUMEDAD (%)
T1 Guvasa	28.5 ^{ab}	71.4 ^{ab}
T2 Alpesur	27.8 ^b	72.1 ^a
T3 Fortachón	29.5 ^a	70.4 ^b
EE	0.23	0.23
R ²	0.80	0.80

EE= Error Estándar, R²= Coeficiente de determinación.

a, b, c Literales diferentes en cada columna indican diferencias significativas (Tukey, P < 0.05).

Para la materia seca (%) los tratamientos T3 y T1 son superiores (P < 0.05) al tratamiento T2 con valores de 29.5 %, 28.5 % y 27.8 %, respectivamente. En el caso de la humedad (%) se muestra superior (P < 0.05) el tratamiento T2 sobre el tratamiento tres T3, con valores de 72.1 % y 70.4 respectivamente. Estos resultados son superiores en materia seca e inferiores en cuanto a humedad a los reportados por [Timaure et al. \(2011\)](#) que obtuvo porcentajes de 25.11 % a 26.45 % de materia seca y de 73.49 % a 75.03 % de humedad en canales de cerdo alimentados con harina de pijigao un fruto tropical, popular en varios países de Latinoamérica.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio, se concluye que la dieta comercial Alpesur presentó un mayor rendimiento de canal, así como valores aceptados y normales para peso vivo, peso de canal y grasa. Por otra parte, aunque la dieta de Guvasa, que promovió mayor peso vivo, se podría mostrar como la mejor alternativa de alimentación, se observó que con Alpesur se obtuvieron canales con alta calidad tecnológica; ya sea, en carne para la mesa o bien, para materia prima en diferentes subproductos.

Basado en el análisis de los resultados, se recomienda utilizar la dieta comercial Alpesur como primera opción para obtener canales de alta calidad y un rendimiento aceptable.

8. LITERATURA CITADA

- Alberti P., Panea B., Ripoll G., Sañudo C., Olleta J.L., Negueruela I. 2005. Medición del color. En: Cañeque V, Sañudo C editores. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. *Madrid, España: MICYT-INIA: Ganadera*. (3): 216-225
- Basso L.R. 2000. Aspectos sobre la calidad de la canal y de la carne porcina. Trabajo presentado en el 1º Curso de Actualización sobre aspectos productivos y de comercialización en el sector porcino. Campus Universitario de Puerto Madero, UCA.
- Braun R.O., Pataccini S.H., Scoles G.E., Cervellini J.E. 2007. Productividad y calidad de grasa corporal en cerdos alimentados con cereales crudos y extruidos. *Archivos de Zootecnia*, 56(215): 299-308. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/495/49521503.pdf>
- Brewer M.S., Jensen J., Sosnicki A.A., Fields B., Wilson E., McKeith F.K. 2002. The effect of pig genetics and palatability, colorant physical characteristics of fresh pork loin chops. *Meat Science*, 61(3): 249-256. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00190-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00190-5)
- Castrillón W.E., Fernández J.A., Restrepo L.F. 2007. Variables asociadas con la presentación de carne PSE (Pálida, Suave, Exudativa) en canales de cerdo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20:327-338. Disponible

en:

http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/8002/1/Restrepo_L_2007_Variables_carne_cerdo.pdf

CORRIJA LO NECESARIO EN BASE A ESTOS EJEMPLOS QUE YO CORREGÍ

Campagna D. 2005. Calidad de Carne y la Canal Porcina. Centro de información de actividades porcinas (CIAP). Disponible en: [http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/3Calidad%20de%20Carne%20y%20la%20Canal%20Porcina-CIAP%20\(2\).pdf](http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/3Calidad%20de%20Carne%20y%20la%20Canal%20Porcina-CIAP%20(2).pdf). Consultado en febrero 2018.

Campion D.S. 2011. Calidad de la carne porcina según el de sistema de producción. Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad Ciencias Agropecuarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/calidad-carne-porcina-produccion.pdf>. consultado en octubre 2019.

Campion D. S. 2013. Calidad de la carne porcina según el sistema de producción [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/calidad-carne-porcina-produccion.pdf>. Consultado en febrero del 2018.

- Castell A.G., Cliplef R. L., Poste Flynn L.M., Butler G. 1994. Performance, carcass and pork characteristics of castrates and gilts self-fed diets differing in protein content and lysine: energy ratio canandian. *Journal of Animal Science*. 519-528.
- Colomer R. F., Delfa R., Sierra I. 1992. Método normalizado para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales ovinas producidas en el área mediterránea, según los sistemas de producción. Cuadernos INIA.
- Coma J., Piquer J. 1999. Calidad de carne en porcino: efecto de la nutrición. XV Curso de Especialización. AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL. Grupo Vall Companys
- FAM, (Fuerza Aérea Mexicana). 2015. Estadística meteorológica mensual. Dirección de Servicio Meteorológico. Estación Loma Bonita, Oaxaca, México.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2005. Codex Alimentarius (Código de Prácticas de Higiene para la Carne 2005). Departamento de producción y sanidad animal.
- Garabello, N. Díaz, Ma. 2017. ““Caracterización físico química de la calidad de tocino para la elaboración de embutidos secos”. Facultad de Ciencias Veterinarias. UNCPBA. Colombia.
- Hart F.L. 1991 Análisis moderno de los alimentos; Acribia. Zaragoza (España).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2008. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Loma Bonita, Oaxaca.

Johnson J.L. 1994. Pathogen microorganisms and microbial toxins associated with muscle foods. En: Kinsman DM, Kotula AW, Breidestein BC. Muscle foods meat, poultry and seafood technology. USA: Chapman and Hall.

Kirk R.S. 2006. Sawyer R., Egan H. Composición y análisis de alimentos de Pearson. CECSA, México, 2ª edición.

Lebret B. 2008. Efectos de los sistemas de alimentación y cría sobre el crecimiento, la composición de la canal y la calidad de la carne en los cerdos. Disponible en: <file:///C:/Users/PC/Downloads/1-s2.0-S1751731108002796-main.pdf> . Consultado en junio 2021.

Lawrie, R.A. 1974. The eating quality of meat. In: Meat Science. (R.A. Lawrie, editor). Pergamon Press. Toronto. Canadá.

López B., Isabel B., Rey A. 1999. XV Curso Avances en Nutrición y Alimentación Animal. FEDNA. Centro Información de actividades porcinas. Argentina.

Mateu T., Carles F., Joaquim S., Marina G., Joan T., Angels O. 2009. Estudio del rendimiento cárnico de reproductores porcinos selectos de razas puras en estación de control. *SUIS*, 51:87-92.

Matissek R. 1998. Análisis de los alimentos. Fundamento, métodos y aplicaciones.

Editorial Acribia. ISBN: 9788420008509.

Nollet L. 1996 Handbook of food analysis; M. Dekker, New York. United states of America.

OECD/FAO;2018, OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027, OECD Publishing, Paris/Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2018-en

Paredes A.M., Vallejos Fernández L., Mantilla Guerra J. 2017. Efecto del Tipo de Alimentación sobre el Comportamiento Productivo, Características de la Canal y Calidad de Carne del Cerdo Criollo Negro Cajamarquino. Departamento Académico de Ciencias Pecuarias, Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Universidad Nacional de Cajamarca. Perú

Pérez C., Ponce A. E. 2013. Manual de prácticas de laboratorio Tecnología de Carnes Manual de prácticas de laboratorio. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA. MEXICO unidad Iztapalapa.

Pérez Y., Santana I., Díaz C., Macias M. 2010. Efecto de la disminución de la fuente de proteínas en la dieta sobre la calidad de la canal y la carne de cerdos. Instituto de investigaciones porcinas. Estado de México.

- Ponce Alquicira E. 2006. Cambios bioquímicos pre y post-mortem. En: Ciencia y tecnología de carnes. Editores Y.H. Hui, I. Universidad Metropolitana. Estado de México. México.
- Roldán G., Duran R. (2006). Manual de Explotación y Reproducción en Porcinos. Colombia: Grupo Latino.
- Rojas J. 2017. Evaluación del comportamiento productivo de cerdos utilizando tres tipos de dietas comerciales en Loma Bonita Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad del Papaloapan. Loma Bonita Oaxaca México.
- Ruíz J., Bote C. 2000. Alimentación y calidad sensorial en cerdos destinados a la obtención de productos cárnicos de calidad diferenciada. Alimentación y calidad sensorial en cerdos. Alimentación Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. España.
- Swatland H.J. 1991. Estructura y desarrollo de los animales de abasto. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- Tang J., Faustman C., Hoagland T.A. 2004. Krzywicki Revisited: Equations for Spectrophotometric Determination of Myoglobin Redox Forms in Aqueous Meat Extracts. *Journal of Food Science*, 69(9):C717–C720.
- Tapp WN, Yancey JWS, Apple JK .2011. How is the instrumental color of meat measured? *Meat*. 89:1-5

Timaure, N. Colina J. Araque H. 2011. Composición proximal y contenido de lípidos y colesterol de la carne de cerdos alimentados con harina de pijiguao (*Bactris gasipaes* Kunth) y lisina sintética. vol. 16. Venezuela

Urrutia T., Sánchez E., González M., Camou A. 2008. Tecnología e ingeniería del sacrificio y su repercusión en la calidad de la canal de animales de abasto. *NACAMEH*, 2, 79-93.

Vázquez J. (2006). Efecto del sexo sobre el peso al nacimiento. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán. México.