

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**



**“EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE HARINA DE CARNE Y  
HUESO DE VACUNOS EN DIETAS DE CERDOS EN  
CRECIMIENTO”**

Presentada por:

**JUAN CARLOS VALENCIA BELTRÁN**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

Lima – Perú

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**“EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE HARINA DE CARNE Y  
HUESO DE VACUNOS EN DIETAS DE CERDOS EN  
CRECIMIENTO”**

Presentada por:

**JUAN CARLOS VALENCIA BELTRÁN**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Dr. Carlos Vilchez Perales  
PRESIDENTE

---

Dra. Gladys Carrión Carrera  
MIEMBRO

---

Ing. Carmen Alvarez Sacio  
MIEMBRO

---

Ing. Víctor Vergara Rubín  
PATROCINADOR

# INDICE

RESUMEN .....	i
ABSTRACT .....	ii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>2</b>
2.1. Generalidades sobre las harinas de carne y hueso .....	2
2.2. Proceso productivo de las harinas de origen animal .....	3
2.3. Valor nutritivo de la harina de carne y hueso de vacuno .....	5
2.4. Parámetros microbiológicos de las harinas de origen animal .....	8
2.5. Restricciones legales para el uso de los subproductos de origen animal .....	10
2.6. Alimentación del cerdo en la etapa de crecimiento .....	11
2.7. Uso de la harina de carne y hueso en la alimentación del cerdo .....	15
<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>17</b>
3.1. Lugar y duración de la fase experimental .....	17
3.2. Animales experimentales .....	17
3.3. Instalaciones y equipos .....	17
3.4. Ingrediente evaluado .....	18
3.5. Tratamientos .....	18
3.6. Dietas experimentales .....	18
3.7. Análisis próximo .....	21
3.8. Parámetros evaluados .....	21
3.8.1. Peso vivo inicial .....	21
3.8.2. Peso vivo final .....	22
3.8.3. Ganancia diaria de peso .....	22
3.8.4. Consumo diario de alimento .....	22
3.8.5. Conversión alimentaria .....	22
3.8.6. Retribución económica .....	22
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>24</b>
4.1. Peso vivo y ganancia diaria de peso .....	24
4.2. Consumo de alimento .....	25
4.3. Conversión alimentaria .....	26
4.4. Retribución económica .....	27

<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>28</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>30</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>35</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición nutricional de la harina de carne y hueso y Torta de soya .....	7
Tabla 2: Valores de digestibilidad ileal verdadera de Harina de Carne y Hueso y Torta de soya.....	8
Tabla 3: Límites máximos de unidades formadoras de colonia .....	9
Tabla 4: Eficacia del tratamiento térmico sobre la eliminación de bacterias patógenas.....	10
Tabla 5: Parámetros productivos de cerdos enteros para un rango de 30 a 90 kg.....	13
Tabla 6: Requerimientos nutricionales del cerdo en la etapa de crecimiento .....	13
Tabla 7: Composición química nutricional de la Harina de Carne y Hueso de Vacuno .....	19
Tabla 8: Fórmulas de los alimentos suministrados y su aporte nutritivo .....	20
Tabla 9: Efecto de los tres tratamientos sobre el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento.....	25
Tabla 10: Retribución económica calculada para cada tratamiento .....	27

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujo de procesamiento de la harina de Carne y Hueso de Vacuno. ....	4
--	---

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Temperatura y humedad relativa medida en 3 momentos del día .....	35
Anexo 2: Composición de la premezcla de vitaminas y minerales .....	36
Anexo 3: Efecto de tres niveles de inclusión sobre el comportamiento productivo de cerdos por repetición .....	37
Anexo 4: Análisis de varianza del peso inicial.....	38
Anexo 5: Análisis de varianza del peso final .....	38
Anexo 6: Análisis de varianza de la ganancia acumulada de peso .....	39
Anexo 7: Análisis de varianza del consumo acumulado de alimento.....	39
Anexo 8: Análisis de varianza de la conversión alimenticia acumulada .....	40

## RESUMEN

Una de las características de interés comercial en los cerdos es su hábito alimenticio de tipo omnívoro, esto significa que el cerdo puede consumir alimentos a base de diversos tipos de ingredientes y dado que los costos de alimentación representan aproximadamente el 80 por ciento de los costos de producción; es preciso minimizar el costo de alimentación sin afectar el comportamiento productivo del animal. En tal sentido la presente investigación está orientada a evaluar la inclusión de fuentes proteicas alternativas en la alimentación. El objetivo fue evaluar tres dietas isoproteicas e isocalóricas con niveles de inclusión de 0, 5 y 8 % de Harina de Carne y Hueso de Vacuno (HCHV) en dietas de cerdos en etapa de crecimiento. El experimento se realizó en las instalaciones de la Unidad Experimental de Cerdos de la Universidad Nacional Agraria la Molina durante 30 días. Fueron empleados 36 cerdos de 32 kg de peso vivo promedio de los cruces Duroc, Landrace y Yorkshire, distribuidos al azar en nueve corrales de cuatro animales cada uno, se evaluaron tres tratamientos: T<sub>1</sub> (0% HCHV), T<sub>2</sub> (5% HCHV) y T<sub>3</sub> (8% HCHV) medidos a través de los parámetros de peso vivo inicial, peso vivo final, ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento, conversión alimentaria y retribución económica. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un diseño completamente al azar y se utilizó la prueba de Duncan para evaluar la diferencia entre las medias de los tratamientos. Los resultados obtenidos no muestran diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para la ganancia diaria de peso para ninguno de los tres tratamientos. Se hallaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para el consumo acumulado de alimento a favor del T<sub>1</sub> (50.29 kg) en comparación a los otros dos tratamientos evaluados (T<sub>2</sub>=43.66 kg y T<sub>3</sub>=48.4 kg). Así mismo, se encontraron diferencias significativas para la conversión alimentaria a favor del tratamiento T<sub>2</sub> (2.35) en comparación a los otros dos tratamientos evaluados (T<sub>1</sub>= 2.41 y T<sub>3</sub>= 2.73). En cuanto a la retribución económica relativa se observó que el T<sub>1</sub> (100 %) obtuvo un mayor valor numérico en comparación a los otros dos tratamientos evaluados (T<sub>2</sub>= 90.52% y T<sub>3</sub>= 70.08 %). Se concluye que la HCHV puede ser incluida hasta en 5 por ciento en dietas de cerdos en la etapa de crecimiento sin afectar el comportamiento productivo.

**Palabras clave:** Cerdos, Harina de carne y hueso, Cerdos en etapa de crecimiento.

## ABSTRACT

One of the characteristics of commercial interest in pigs is their omnivorous eating habits. Pigs can consume food based on various types of ingredients and since feed costs account for about 80 percent of production costs, it is necessary to minimize the cost of food without affecting the animal's productive behavior. In this sense, the research is oriented to evaluate the inclusion of alternative protein sources in the pig feed. The objective was to evaluate three isoprotein and isocaloric diets with inclusion levels of 0, 5 and 8% Meat Flour and Beef Bone (HCHV) in growing pig diets. The experiment was carried out within the facilities of the Experimental Unit of Pigs of the National Agrarian University la Molina for 30 days. Thirty-six liveweight pigs of the Duroc, Landrace and Yorkshire crosses were randomly distributed in nine pens of four animals each. Three treatments were evaluated: T1 (0% HCHV), T2 (5% HCHV) and T3 (8% HCHV) measured through the parameters of initial live weight, final live weight, daily weight gain, daily feed intake, feed conversion and economic retribution. The data were analyzed in a completely randomized design and were used in the Duncan test to evaluate the difference between the means of the treatments. ( $P < 0.05$ ) for cumulative food consumption in favor of T1 (50.29 kg) compared to the cumulative weight of food ( $p > 0.05$ ) for the daily weight gain for any of the three treatments. There were significant differences (2.35) compared to the other two treatments evaluated (T2 = 43.66 kg and T3 = 48.4 kg). Significant differences were also found for food conversion in favor of T2 treatment (2.35) (T1 = 2.41 and T3 = 2.73). Regarding the relative economic remuneration, it was observed that T1 (%) obtained a higher numerical value in comparison with the other two treatments evaluated (T2 = 90.52% and T3 = 70.08%) It is concluded that the HCHV can be included up to 5 percent in pig diets in the growth stage without affecting the productive behavior.

**Key words:** Pigs, Meat and bone meal, Pigs in the growth stage.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una fracción de proteína animal que se pierde en los diversos procesos realizados en los camales y las plantas donde se clasifican carnes, ya sea porque se considera carne no apta para el consumo humano o por ser procedente de decomisos y vísceras que no están destinadas para consumo humano. También existe un criterio para clasificar carne como no apta a las carnes mal conservadas y refrigeradas (Aguilar, 1970).

En la industria porcina se busca minimizar los costos de producción. Sobre todo los costos de alimentación, que pueden llegar a representar entre 70 u 80 por ciento de los costos totales de producción. Por este motivo se busca utilizar fuentes alternativas de nutrientes en crianzas intensivas con el propósito de cubrir los requerimientos de nutrientes a menor costo, en especial, los niveles de proteína por ser el nutriente más caro en la formulación de dietas. Tomando en consideración distintas fuentes de proteína de menor costo y su utilización en la alimentación, para obtener mayores utilidades y que el cerdo es una especie omnívora, se puede aprovechar diversos tipos de subproductos de la agroindustria, Se vienen realizando estudios sobre la utilización de subproductos de centros de beneficio en la alimentación de cerdos. Sin embargo, aún se requiere determinar los niveles de inclusión de la harina de carne y hueso de vacuno que optimizan los parámetros productivos y reemplazan a los ingredientes de mayor costo como la torta de soya.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar tres niveles de inclusión de Harina de Carne y Hueso de Vacuno de 0, 5 y 8 por ciento, en dietas de cerdos en la etapa de crecimiento (de 30 a 50 kg de peso vivo), medido a través de peso vivo inicial, peso vivo final, ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento, conversión alimentaria y retribución económica del alimento.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Generalidades sobre las harinas de carne y hueso**

Un subproducto es el producto secundario obtenido durante la elaboración de un producto principal. Los subproductos de los camales incluyen piel, pelo, plumas, pezuñas, cuernos, patas, cabezas, huesos, sangre, órganos, glándulas, intestinos, tejido muscular y grasa, Aproximadamente el 49 por ciento del peso vivo del ganado, 44 por ciento del peso vivo de los cerdos, 37 por ciento del peso vivo de los pollos de carne y 57 por ciento del peso vivo de peces constituye un material no consumido por el humano (Meeker y Hamilton, 2006)

La Association of American Feed Control Officials (AFFCO) regula los estándares de todos los ingredientes legales utilizados en alimentación, incluyendo las harinas de subproducto de origen animal. Los productos principales son la harina de carne y hueso y la harina de carne. La harina de carne y hueso está definida como el producto procesado de tejidos de mamíferos incluyendo hueso, pero excluyendo sangre, pelo, pezuñas, cuernos, estiércol y contenido ruminal, Así mismo, no debe contener más de 12 por ciento de residuo indigestible a la pepsina y no más del nueve por ciento de la proteína debe ser indigestible a la pepsina; de lo contrario el animal no podrá digerir el ingrediente. La harina de carne y hueso es utilizada en la alimentación de cerdos, aves, peces y animales de compañía (AFFCO, 2006).

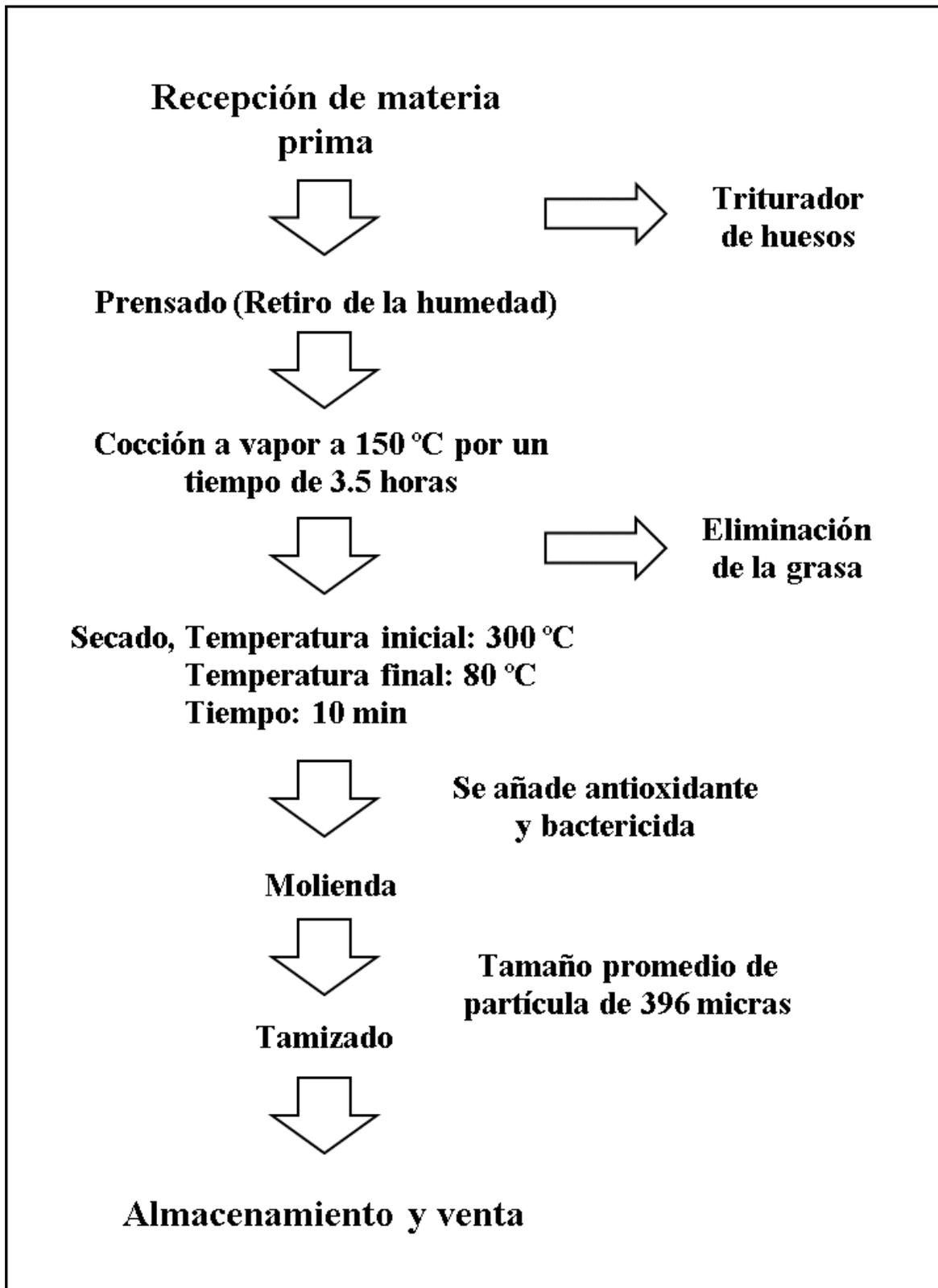
En la industria de los subproductos existen regulaciones en los procesos y se utilizan procedimientos estándares como el Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) para asegurar la inocuidad de los productos. La Food and Drug Administration (FDA) regula en Estados Unidos el uso de productos de origen bovino en la alimentación de los rumiantes para evitar un posible brote de Encefalopatía Espongiforme Bovina (Meeker y Hamilton, 2006).

## **2.2. Proceso productivo de las harinas de origen animal**

Todos los procesos de obtención de harinas de subproducto involucran calor, la extracción de humedad y la separación de la grasa. El primer factor determinante de la calidad del producto es la temperatura y la duración de la cocción; y cada proceso varía en función de la composición de la materia prima que se utiliza. El proceso inicia con la recolección y el transporte de la materia prima hacia las instalaciones donde será reducido a un tamaño de partícula determinado y transportada a un recipiente de cocción. La cocción se lleva a cabo con vapor a una temperatura de 115-145 °C aproximadamente por unos 40 a 90 minutos, dependiendo del tipo de sistema y materiales utilizados (Meeker y Hamilton, 2006).

El proceso de cocción, el cual puede o no incluir presión, elimina la humedad e inactiva bacterias, virus, protozoos y parásitos, luego la grasa es separada del material cocido y la fracción resultante pasa por un proceso adicional para eliminar la humedad residual y facilitar la molienda. Finalmente es trasladado para ser almacenado. Es importante monitorear las temperaturas para poder eliminar microorganismos específicos, así como también se debe evitar prolongar el tiempo de cocción para no afectar el valor nutritivo y la digestibilidad de los aminoácidos (Blas *et al* 2003, citado por Velásquez 2008).

Debido a que las harinas de origen animal son susceptibles a contaminación bacteriana, hongos, adulteración y a la oxidación de lípidos, es necesario agregar bactericida y antioxidante a razón de 150 ppm durante la etapa de molienda. El proceso de obtención de las harinas de origen animal se muestra en la Figura 1.



**Figura 1: Flujo de procesamiento de la harina de Carne y Hueso de Vacuno**

FUENTE: North Pacific S.A.C (2007)

### **2.3. Valor nutritivo de la harina de carne y hueso de vacuno**

Las harinas de origen animal son buenas fuentes de aminoácidos, calcio, fósforo Y vitaminas del complejo B. Los productos que más se utilizan en la alimentación de cerdos son la harina de carne, harina de carne y hueso, harina de pescado, la harina de sangre y plasma porcino (Cromwell, 2002).

La Harina de carne y hueso es una excelente fuente de minerales con una alta disponibilidad. Es así que el porcentaje de disponibilidad para calcio, fósforo, Magnesio, Manganeso, Zinc y Cobre es de 90 por ciento, 93 por ciento, 84 por ciento, 73 por ciento, 79 por ciento y 74 por ciento respectivamente (Bul-Bul y Bragg, 1981). Sin embargo, la harina de carne y hueso es deficiente en Metionina y Triptófano (Mc Donald *et al*, 2010). Existe una correlación entre la cantidad de Calcio y Fósforo contenida en las harinas de carne y hueso, incrementándose el calcio 2.08 % por cada incremento de un punto porcentual de fósforo. Así mismo, el nivel de fósforo disminuye 0.106 por ciento por cada punto porcentual de incremento de proteína cruda (Knabe, 1995).

La variación en el valor nutritivo de la harina de carne y hueso se debe principalmente a la composición de la materia prima y el exceso de temperatura en el proceso afectando la biodisponibilidad de aminoácidos (Batterham *et al* 1986, Knabe, 1987); sin embargo, ni el exceso de temperatura ni el tamaño de partícula afectará la biodisponibilidad del fosforo (Traylor *et al*, 2005).

El producto resultante posee un mayor valor nutricional si se realiza a temperaturas bajas (Flores, 1986, citado por Velásquez, 2008), ya que si la temperatura supera los 120 °C se afecta la digestibilidad y el valor nutritivo (Morrison, 1977 citado por Velásquez, 2008). Así mismo, la presión y calentamiento excesivo en la etapa del secado, afecta la biodisponibilidad de lisina y cistina (NRC, 1994).

De acuerdo a la AAFCO (2006) para que el producto sea considerado harina de carne y hueso, el contenido de fósforo debe ser mayor a cuatro por ciento, así mismo, el nivel de calcio no debe ser mayor que 2.2 veces el nivel de fósforo. Para la mayoría de ingredientes

proteicos el nivel de los aminoácidos se incrementa si el contenido de proteína cruda es mayor, sin embargo, la correlación entre el nivel de aminoácidos y el nivel de proteína cruda es muy baja en el caso de la harina de carne y hueso. Se ha logrado determinar que el nivel de lisina se incrementa en 0.06 por ciento por cada punto porcentual de proteína cruda adicional (Knabe, 1995).

Existen estudios que indican que tanto el contenido como la digestibilidad ileal del triptófano y otros aminoácidos es baja en las harinas de origen animal y en el caso de la Harina de Carne y Hueso es menor que en la torta de soya (Knabe, 1987, NRC, 1998). El bajo contenido de triptófano en la harina de carne y hueso se debe a que el colágeno, el cual es constituyente principal de los huesos, tejidos conectivos, cartílago y tendones. Tiene contenido casi nulo de triptófano (Eastoe y Eastoe, 1954, Eastoe y Long, 1960). En las Tablas 1 y 2 se muestran la composición nutricional y la digestibilidad ileal verdadera de la harina de carne y hueso y la torta de soya.

La Harina de Carne y Hueso muestra una alta variabilidad, con la excepción de la materia seca, para todos los componentes nutricionales evaluados. El contenido promedio de proteína bruta es de 56.8% con un coeficiente de variación del 9.8%. El contenido medio de grasa y ceniza brutas de 94 muestras de harina de carne y hueso fueron 10.0 y 28.4%, respectivamente. Estos componentes mostraron coeficientes de variación por encima del 22%. La variación en el contenido de nutrientes también se refleja en el contenido bruto de energía de la muestras el cual se encontraba en un rango de 12 kJ / g y un coeficiente de variación por encima del 10% (Hendriks *et al*, 2002).

**Tabla 1: Composición nutricional de la harina de carne y hueso y Torta de soya**

Nutriente	Harina de carne y hueso (1)	Torta de soya (2)	Harina de carne y hueso de vacuno (3)
Materia seca, %	93.00	90.00	94.80
Proteína cruda %	51.50	47.50	60.00
Grasa %	10.90	3.00	11.0
Energía Digestible (Kcal/kg)	2.44	3.68	2.80
Energía Metabolizable (Mcal/kg)	2.22	3.38	2.58
Calcio %	9.99	0.34	17.00
Fósforo %	4.98	0.69	4.40
Lisina,%	2.51	3.02	2.95
Metionina ,%	0.68	0.67	0.75
Cistina,%	0.50	0.74	0.60
Treonina,%	1.59	1.85	1.98
Valina,%	2.04	2.27	2.50
Triptófano,%	0.28	0.65	0.34
Arginina,%	3.45	3.48	3.7

FUENTE: (1) y (2), NRC (1998); (3) Alimencorp S.A.C. (2015)

**Tabla 2: Valores de digestibilidad ileal verdadera de Harina de Carne y Hueso y Torta de soya**

Nutriente	Harina de carne y hueso	Torta de soya
Arginina,%	83	94
Histidina ,%	83	91
Isoleucina,%	82	89
Leucina,%	81	89
Lisina,%	80	90
Metionina,%	83	91
Cistina,%	63	87
Fenilalanina,%	81	89
Tirosina,%	78	90
Treonina,%	80	87
Triptófano,%	78	90
Valina,%	79	88

FUENTE: NRC (1998)

#### **2.4. Parámetros microbiológicos de las harinas de origen animal**

Se deben considerar algunos aspectos antes de tomar la decisión de utilizar la harina de carne y hueso, el más importante es establecer los parámetros que fueron utilizados para el tratamiento térmico y su efecto en la inocuidad y el valor nutritivo del ingrediente. Un criterio que se debe tomar en cuenta es que la temperatura de cocción de las harinas de origen animal con la que se puede eliminar a *Clostridium botulinum* es de 121 °C (Bourgeois *et al*, 1994 citado por Velásquez, 2008). En la Tabla 3 se muestra los parámetros recomendados

para las harinas de origen animal.

Uno de los patógenos que más se asocia a las harinas de origen animal es la *Salmonella sp* y se le atribuye erróneamente el origen a estos productos. Sin embargo, se ha demostrado que *Salmonella sp* puede estar presente en productos que contienen proteínas de origen vegetal y granos utilizados en la alimentación animal (Beumer y Van Der Poel, 1997, Sreenivas, 1998, McChesney, 1995). Además, Oliveira (1996) citado por Macavilca (2013) afirma que el tratamiento térmico que reciben las harinas de origen animal elimina a *Salmonella* y que el manejo posterior al proceso de producción puede ser la causa de la contaminación. En la Tabla 4 se muestra la presencia de patógenos después del tratamiento térmico.

Se ha demostrado que el proceso de producción de harinas de subproducto disminuye la capacidad infectiva del prion causante de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB). Aunque con ningún método actual se ha logrado inactivarlo totalmente (Traylor *et al*, 1995 citado por Meeker y Hamilton, 2006), debido a esto la FDA prohíbe el uso de productos subproductos de origen rumiante en la alimentación de bovinos (Meeker y Hamilton, 2006).

**Tabla 3: Límites máximos de unidades formadoras de colonia**

<b>Microorganismos</b>	<b>Máximo número de colonias permisible (UFC)*</b>
Microorganismos viables	Menos de 3 000 000
Bacterias coliformes	Menos de 1000
Bacterias anaerobias	Menos de 200
Bacterias proteolíticas	Menos de 200
Hongos	Menos de 15 000
Salmonella	Ausencia

FUENTE: Instituto de Medicina Veterinaria y Ministerio de Agricultura de Cuba, 1982; citado por Velásquez, 2008.

\*UFC: Unidades Formadoras de Colonia

**Tabla 4: Eficacia del tratamiento térmico sobre la eliminación de bacterias patógenas**

<b>Patógeno</b>	<b>% de muestras positivas para presencia de bacterias</b>	<b>% de muestras positivas para presencia de bacterias luego del tratamiento térmico</b>
<i>Clostridium perfringens</i>	71.4	0
<i>Especies de Listeria</i>	76.2	0
<i>Listeria monocitogenes</i>	8.3	0
<i>Especies de Campylobacter</i>	29.8	0
<i>Campylobacter jejuni</i>	20	0
<i>Especies de Salmonella</i>	84.5	0

FUENTE: Troutt *et al*, 2001 muestras de 17 plantas procesadoras.

## **2.5. Restricciones legales para el uso de los subproductos de origen animal**

En el contexto mundial, la Comunidad Europea regula el uso de las harinas de origen animal mediante el reglamento 1774/2002 el cual establece tres categorías de sub productos según el riesgo que constituye para la salud, sólo los productos pertenecientes a la categoría 3 son aptos para ser utilizados en la alimentación animal, sin embargo, el decreto establecido por la unión europea 999/2001 prohíbe el uso de subproductos provenientes de mamíferos en la alimentación de rumiantes (Comunidad Europea, 2002 citado por Macavilca 2013).

En el Perú, la entidad estatal encargada de regular la seguridad y sanidad en el sector agropecuario es el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). Dicha entidad se ha pronunciado en cuanto a los insumos utilizados en la alimentación animal a nivel nacional estableciendo normas de uso, restricciones de uso y especificaciones técnicas en cuanto a producto y proceso.

En el 2001, SENASA emitió la Resolución Jefatural N° 056-2001-AG en la cual se prohíbe el uso de proteínas de origen rumiante en la alimentación de poligástricos, ganado porcino y aves. Esta restricción se aplicaba para la harina de carne, hueso, harina de carne y hueso, hueso molido, harina de órganos y cualquier otro producto que las contenga.

Sin embargo, en el año 2009 SENASA emitió la Resolución Jefatural N° 064-2009-AG mediante la cual se prohíbe el uso de proteína de origen animal en la alimentación de rumiantes, con excepción de las proteínas lácteas, harina de huevos y harina de plumas en la que se garantice la ausencia de proteínas que no sean propias del producto. Esta resolución indica lo siguiente: “Que, si bien no existen al momento evidencias científicas que demuestren potencialidad de transmisión de EEB por alimentación de rumiantes con proteínas de origen aviar, existe la probabilidad de presencia de proteínas bovinas en vísceras aviares y subproductos de la producción avícola que puedan ser destinados a la alimentación de rumiantes que pueden representar un riesgo de transmisión” y resuelve en el artículo n°1: “Prohibir en todo el territorio nacional el uso de proteínas de origen animal, ya sea como ingrediente o mezcladas con otros productos, para la administración con fines alimenticios o suplementarios a animales rumiantes. A efectos de la presente Resolución, se entiende por proteínas de origen animal prohibidas a las harinas de carne y hueso, harinas de carne, harinas de hueso, harinas de sangre, plasma seco u otros productos derivados de la sangre, harinas de órganos, harinas de pezuñas, harinas de astas, los chicharrones desecados, harinas de desechos y/o harinas de vísceras de aves de corral u otros derivados y cualquier otro producto que las contenga”.

Finalmente la Resolución 064-2009-AG indica que si los productos proteicos de origen animal van a ser producidos o importados. deben cumplir las siguientes especificaciones: una reducción de tamaño de partícula a 50  $\mu$ m como máximo y un proceso de cocción a 133°C y una presión de 43.5 libras por pulgada cuadrada por 20 minutos o cualquier otro proceso que garantice la inactivación del agente causante de EEB.

## **2.6. Alimentación del cerdo en la etapa de crecimiento**

La etapa de crecimiento inicia cuando el animal alcanza pesos superiores a 20 kg y su sistema digestivo ya puede utilizar dietas simples compuestas por ingredientes de uso frecuente. Culmina cuando el animal alcanza pesos finales de entre 85 a 100 kg (Cadillo, 1991). Durante esta etapa el objetivo principal es obtener la máxima rentabilidad de la granja ya que se consume entre 75 y 80 por ciento del alimento total. La conversión alimentaria esperada debería ser de 2.3 entre los 60 y 119 días, aunque en general se establece que la conversión alimentaria de toda la granja debe ser siempre inferior a tres para tener buena

rentabilidad en esta etapa (Campabadal, 2009) Finalmente se debe lograr una ganancia diaria de peso de 650g/día entre los 60 a 119 días de edad (Collell, 2011). En la Tabla 5 se muestra los parámetros productivos esperados para cerdos enteros.

Los cerdos en etapa de crecimiento necesitan un suministro de alimento a libre voluntad El consumo de alimento debe oscilar entre 2 a 2.25 kg diarios por animal. Así mismo, el consumo de agua debe ser entre 2 y 6 litros diarios por animal dependiendo de las condiciones ambientales y de manejo (Campabadal, 2009).

Entre los nutrientes que deben ser balanceados con mayor precisión tenemos a la Lisina, Treonina y Triptófano. Además, los cerdos requieren un suministro adecuado de calcio, fósforo, sodio, cloro, Yodo, Selenio, Cobre, Manganeso, Hierro y zinc para su normal desarrollo (Campabadal, 2009). En la Tabla 6 se muestra los requerimientos nutricionales del cerdo en la etapa de crecimiento.

Respecto a la preparación del alimento, es importante cumplir con todos los parámetros de calidad que las dietas de cerdos demandan. Es decir, tener sobre sobre los procesos de molienda, mezclado y de ser el caso, de peletizado. La correcta preparación del alimento determinará el comportamiento productivo en campo. En el caso de la molienda, se sugiere lograr un tamaño de partícula cercano a 600 micras para que las enzimas del tracto digestivo del cerdo puedan actuar sobre sus respectivos sustratos durante el proceso de digestión (Cadillo, 1991).

Sobre la presentación del alimento, se tiene que el alimento peletizado logra una mejora de seis a siete por ciento en ganancia de peso, una reducción de siete a diez por ciento en conversión alimenticia y una reducción en el consumo de uno a dos por ciento, sin embargo, en zonas cálidas, las dietas húmedas son recomendadas ya que incrementa un cinco a quince por ciento el consumo de alimento (Campabadal, 2009).

**Tabla 5: Parámetros productivos de cerdos enteros para un rango de 30 a 90 kg**

Parámetro	
Ganancia diaria de peso, g/d	940
Conversión alimentaria	2.94
Consumo de alimento, kg	2.7
Grasa en la carcasa %	20.1
Proteína en carcasa, %	16.4
Tasa de deposición g/d	
Proteína	114
Grasa	165

FUENTE: Cadillo (1991)

**Tabla 6: Requerimientos nutricionales del cerdo en la etapa de crecimiento**

(90% de materia seca)	peso vivo (kg)				
	5-10	10-20	20-50	50-80	80-120
Energía digestible kcal/kg	3400	3400	<b>3400</b>	3400	3400
Energía metabolizable kcal/kg	3265	3265	<b>3265</b>	3265	3265
Proteína cruda %	23.7	20.9	<b>18.0</b>	15.5	13.2
<b>Aminoácidos totales (%)</b>					
Arginina	0.54	0.46	<b>0.37</b>	0.27	0.19
Histidina	0.43	0.36	<b>0.3</b>	0.24	0.19
Isoleucina	0.73	0.63	<b>0.51</b>	0.42	0.33
Leucina	1.32	1.12	<b>0.9</b>	0.71	0.54
Lisina	1.35	1.15	<b>0.95</b>	0.75	0.6
Metionina	0.35	0.30	<b>0.25</b>	0.20	0.16
Metionina+cistina	0.76	0.65	<b>0.54</b>	0.44	0.35
Fenilalanina	0.80	0.68	<b>0.55</b>	0.44	0.34
Fenilalanina+tirosina	1.25	1.06	<b>0.87</b>	0.70	0.55

...continuación

Treonina	0.86	0.74	<b>0.61</b>	0.51	0.41
Triptófano	0.24	0.21	<b>0.17</b>	0.14	0.11
Valina	0.92	0.79	<b>0.64</b>	0.52	0.40
<b>Minerales</b>					
Calcio	0.80	0.70	<b>0.60</b>	0.50	0.45
Fosforo total, %	0.65	0.60	<b>0.50</b>	0.45	0.40
Fosforo disponible, %	0.40	0.32	<b>0.23</b>	0.19	0.15
Sodio, %	0.20	0.15	<b>0.10</b>	0.10	0.10
Cloro, %	0.20	0.15	<b>0.08</b>	0.08	0.08
Magnesio, %	0.04	0.04	<b>0.04</b>	0.04	0.04
Cobre, mg	6	5	<b>4</b>	3.5	3
Yodo, mg	0.14	0.14	<b>0.14</b>	0.14	0.14
Hierro, mg	100	80	<b>60</b>	50	40
Zinc , mg	100	80	<b>60</b>	50	50
Selenio, mg	0.30	0.25	<b>0.15</b>	0.15	0.15
<b>Vitaminas</b>					
Vitamina A, UI	2200	1750	<b>1300</b>	1300	1300
Vitamina D3, UI	220	200	<b>150</b>	150	150
Vitamina E, UI	16	11	<b>11</b>	11	11
Vitamina K, mg	0.50	0.50	<b>0.50</b>	0.50	0.50
Biotina, mg	0.05	0.05	<b>0.05</b>	0.05	0.05
Colina, g	0.50	0.40	<b>0.30</b>	0.30	0.30
Niacina, mg	15	13	<b>10</b>	7	7
Riboflavina, mg	3.5	3.0	<b>2.5</b>	2.0	2.0
Tiamina, mg	1.0	1.0	<b>1.0</b>	1.0	1.0
Vitamina B6, mg	1.5	1.5	<b>1.0</b>	1.0	1.0
Vitamina B12, ug	17.5	15.0	<b>10.0</b>	5.0	5.0

FUENTE: NRC (1998)

Los parámetros productivos del animal están influenciados directamente por las condiciones ambientales y de manejo, en términos de condiciones ambientales se debe considerar que la ganancia diaria de peso y la conversión alimentaria se ven afectadas a partir de una temperatura de 27° C, así mismo, a partir de un 80 por ciento de humedad relativa se ven afectados dichos parámetros productivos, teniéndose que a más de 25 °C y 80 por ciento de humedad se reduce la conversión alimentaria y el consumo de alimento (Cadillo, 1991).

## **2.7. Uso de la harina de carne y hueso en la alimentación del cerdo**

Las fuentes de proteína de origen animal más comunes utilizadas en la alimentación de cerdos son la harina de carne y la harina de carne y hueso (Franco y Swanson, 1996). La Harina de Carne y Hueso es utilizada en dietas de pollos y cerdos y puede aportar hasta el 30 por ciento del requerimiento diario de proteína total, además de ser una fuente de proteína, la harina de carne y hueso es una fuente de energía en la dieta (Hendriks *et al*, 2002).

Por otro lado se ha reportado que los niveles de inclusión de las harinas de origen animal son de 150 kg/tonelada para dietas de lechones y hasta 100 kg/tonelada para dietas de cerdos en crecimiento (McDonald *et al* 2010). Se han realizado estudios en los que se ha demostrado que incluir harina de carne y hueso en las etapas de crecimiento y acabado, perjudica el comportamiento productivo, al sustituir parcialmente la soya por la harina de carne y hueso en dietas a base de maíz-soya (Peo y Hudman, 1962, Evans y Leibholz, 1979).

Estos estudios se determinaron que el máximo nivel de uso de la harina de carne y hueso es entre dos y tres por ciento; sin embargo, estudios posteriores demostraron que estos productos pueden ser usados en niveles mayores sin perjudicar el comportamiento productivo adicionando en la dieta el aminoácido en un nivel 0.03 % de Triptófano por cada 10 % de inclusión de harina de carne y hueso sin afectar el comportamiento productivo de los cerdos (Cromwell, 1991). Así mismo, la biodisponibilidad del fósforo en la harina de carne y hueso está en el rango de 85 a 91 %. Muy similar al fosfato dicálcico y el fosfato mono cálcico (Traylor *et al*, 2005).

Gottlob (2004), evaluó harina de carne y hueso en dietas de cerdos en etapa de engorde con cerdos de pesos iniciales de 50 kg. En este estudio se logró el mejor comportamiento productivo con los niveles de inclusión de 2.5 por ciento y 5 por ciento. Niveles mayores a cinco por ciento mostraron una disminución en la ganancia diaria de peso. Se observó que la ganancia diaria de peso disminuyó de 1.05 kg/día a 1.00 kg/día cuando se incluye un nivel de 7.5 por ciento, por lo que se recomienda utilizar las harinas de carne y hueso en un nivel máximo de cinco por ciento y sólo en la etapa de crecimiento y engorde. Ya que su uso es prioritariamente para complementar el calcio y el fósforo, y puede presentar problemas de aminas biogénicas.

Por otro lado Cancherini *et al* (2005) al evaluar un nivel de seis por ciento harinas de subproducto animal en dietas de pollos no reporta diferencias significativas para el peso final ni ganancia de peso respecto a la dieta control. Esto se debe a una mayor ingesta de nutrientes con un nivel de inclusión de cinco por ciento, en comparación al nivel de ocho por ciento, ya que el nivel de inclusión de cinco por ciento reemplaza un 31 por ciento de torta de soya en la dieta sin afectar el peso final ni la ganancia de peso, pero sí disminuyendo el consumo de alimento. Es decir. El animal consume menor cantidad de alimento pero consume la cantidad de nutrientes que requiere para no afectar su comportamiento productivo.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Lugar y duración de la fase experimental**

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Unidad Experimental de Cerdos de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina entre los meses de noviembre y diciembre del 2015. La elaboración del alimento se llevó a cabo en la Planta de Alimentos Balanceados del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos (PIPSA) y los análisis proximales en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA), de la UNALM.

#### **3.2. Animales experimentales**

Se utilizaron 36 cerdos machos provenientes de cruces de razas puras (Landrace x Yorkshire x Duroc x Pietrain) de 32 kg de peso vivo inicial promedio. Distribuidos en 9 corrales (Unidades experimentales) de 4 cerdos cada uno.

#### **3.3. Instalaciones y equipos**

El experimento se llevó a cabo en la sección de investigación de La Unidad Experimental de Cerdos, los corrales. Cuentan con un ambiente específicamente diseñado para realizarse evaluaciones. Todos los corrales tienen 5 m<sup>2</sup> de área y son de ladrillo y cemento. Están equipados con bebedero tipo niple y comedero.

Se utilizaron 3 termohigrómetros para medir la temperatura y la humedad relativa en tres momentos del día: mañana (10:00 am) y tarde (13:00 pm y 17:00 pm). El Anexo 1 muestra las lecturas obtenidas durante la prueba.

### **3.4. Ingrediente evaluado**

El ingrediente evaluado fue harina de carne y Hueso de Vacuno (HCHV) la cual fue sometida a un tratamiento de vapor a 150 °C por un tiempo de 3.5 horas. El análisis proximal de la HCHV se muestra en la Tabla 7.

### **3.5. Tratamientos**

Los tratamientos consistieron en la inclusión de diferentes niveles de harina de carne y hueso de vacuno, tal como se muestra a continuación:

Tratamiento I: Dieta control sin harina de Carne y Hueso de Vacuno

Tratamiento II: Dieta con 5 % de harina de Carne y Hueso de Vacuno

Tratamiento III: Dieta con 8 % de harina de Carne y hueso de Vacuno

### **3.6. Dietas experimentales**

Se formularon tres dietas experimentales en base a ingredientes de uso comercial cubriendo los requerimientos nutricionales y fueron suministradas a los animales por un periodo de 30 días. Para la formulación se hizo uso de la programación lineal, en dos de los tratamientos se adicionó la HCHV en niveles de inclusión de cinco por ciento y ocho por ciento, las dietas fueron isocalóricas e isoproteicas. La elaboración de las dietas se realizó en la Planta de Alimentos Balanceados La Molina. Los ingredientes fueron mezclados en una mezcladora horizontal de Cintas en la forma física de harina. En la Tabla 8 y Anexo 2 se presentan las formulas, composición nutricional calculada de las dietas y premezcla de vitaminas y minerales.

**Tabla 7: Composición química nutricional de la Harina de Carne y Hueso de Vacuno**

---

Materia seca	%	94.80
Proteína cruda	%	60.00
Fibra total	%	0.81
Grasa total	%	11.00
Ceniza total	%	20
Energía digestible para cerdos	Mcal/Kg	2.80
Energía metabolizable para cerdos	Mcal/Kg	2.58
<b>Aminoácidos totales ( En base a la materia seca)</b>		
Lisina	%	2.95
Metionina	%	0.75
Met-cist	%	1.35
Arginina	%	3.70
Treonina	%	1.98
Triptófano	%	0.34
Valina	%	2.50
Fósforo total	%	4.40
Calcio	%	7.10
Sodio	%	0.34

---

FUENTE: Alimencorp S.A.C (2015)

**Tabla 8: Fórmulas de los alimentos suministrados y su aporte nutritivo**

INGREDIENTES (%)	Niveles de inclusión		
	0	5	8
	%	%	%
Maíz	64.00	68.00	69.00
Torta de soya 47	24.50	16.90	12.60
<b>Harina de Carne y Hueso de Vacuno</b>	<b>0.00</b>	<b>5.00</b>	<b>8.00</b>
Subproducto de trigo	4.23	4.18	4.77
Aceite vegetal	3.30	3.25	3.45
Fosfato dicalcico	1.14	0.09	0.00
Carbonato de calcio	1.00	0.73	0.22
Sal	0.30	0.31	0.29
L-lisina	0.33	0.31	0.44
DL- metionina	0.06	0.08	0.09
Cloruro de colina 60	0.20	0.20	0.20
Sulfato de cobre	0.01	0.01	0.01
Óxido de zinc	0.20	0.20	0.20
Bicarbonato de sodio	0.40	0.40	0.40
Premezcla de vitaminas y minerales	0.12	0.12	0.12
Antibiótico ( Doxiciclina)	0.07	0.07	0.07
Antioxidante	0.03	0.03	0.03
Complejo enzimático (Celulasas y Proteasas)	0.10	0.10	0.10
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Aporte nutritivo calculado</b>			
Materia seca (%)	89.89	89.96	90.07
Proteína (%)	18.34	18.03	18.07
Fibra (%)	3.10	2.84	2.74
Grasa (%)	6.17	6.71	7.23
Energía Metabolizable. (Mcal/kg)	3.37	3.38	3.39
Lisina (%)	1.14	1.07	1.14
Arginina (%)	1.15	1.10	1.08
Metionina (%)	0.35	0.37	0.38

...continuación

Met-cist	(%)	0.63	0.63	0.63
Treonina	(%)	0.70	0.68	0.67
Triptófano	(%)	0.22	0.19	0.18
Treonina	(%)	0.70	0.68	0.67
Histidina	(%)	0.42	0.34	0.30
Isoleucina	(%)	0.80	0.65	0.56
Leucina	(%)	1.57	1.36	1.23
Fenilalanina	(%)	0.85	0.71	0.62
Valina	(%)	0.86	0.85	0.85
Fosforo. Disp.	(%)	0.34	0.35	0.44
Calcio	(%)	0.71	0.72	0.71
Sodio	(%)	0.25	0.27	0.27

### 3.7. Análisis proximal

Los análisis químicos proximales de las dietas experimentales fueron realizados en el Laboratorio de Evaluación Nutricional (LENA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los resultados de los contenidos nutricionales para el tratamiento I fueron de 13.7 % de Humedad y 17.6 % de proteína cruda; para el tratamiento II fueron de 14% de humedad, y 17.4% de proteína cruda y para el tratamiento III fueron de 13.9% de humedad, y 18 % de proteína cruda.

### 3.8. Parámetros evaluados

#### 3.8.1. Peso vivo inicial

Se tomó el peso individual de los gorrinos al inicio de la evaluación, para esto se utilizó una balanza de 50 kg de capacidad con +/- 100 gr de precisión. Los animales fueron pesados antes de ser trasladados a los corrales del área de investigación.

### **3.8.2. Peso vivo final**

Al final de la evaluación se tomó los pesos individuales utilizando una balanza de 600 kg de capacidad y +/- 0.5 kg de precisión.

### **3.8.3. Ganancia diaria de peso**

La ganancia de peso se determinó mediante la diferencia entre el peso vivo final y el peso vivo inicial, dividido entre el número de días del experimento.

### **3.8.4. Consumo diario de alimento**

El consumo diario de alimento fue registrado mediante la diferencia entre el alimento suministrado por día y el residuo encontrado al día siguiente. Al final de la evaluación se calculó el consumo acumulado de alimento.

### **3.8.5. Conversión alimentaria**

Se obtuvo la conversión alimentaria mediante los datos de consumo acumulado y ganancia de peso acumulada de la siguiente manera:

$$C.A = \text{Consumo acumulado} / \text{Ganancia de peso acumulada}$$

### **3.8.6. Retribución económica**

La retribución económica de cada tratamiento se calculó mediante la diferencia entre el producto del precio de la carne de cerdo ( en Soles por kilogramo) por la ganancia acumulada de peso de los animales, y el producto del costo de la dieta (en Soles por kilogramo) por el consumo acumulado de alimento.

### 3.9. Diseño estadístico

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones de cuatro cerdos cada una tratamientos La comparación de medias se realizara mediante la prueba de Duncan (Duncan, 1995).

El modelo aditivo lineal es:

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

$$I = 1, 2, \dots, t$$

$$J = 1, 2, \dots, t$$

Donde:

$Y_i$  = es la respuesta observada bajo el i-esimo tratamiento,

$\mu$  = efecto de la media general del tratamiento.

$T_i$  = efecto del i-esimo tratamiento.

$e_i$  = efecto del error experimental en el i-esimo tratamiento.

$t$  = número de tratamientos.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Peso vivo y ganancia diaria de peso**

Los pesos y ganancia diaria de peso obtenidos para cada tratamiento se muestran en el Anexo 3 y en la Tabla 9. El análisis de varianza determina que no existe diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos para el peso vivo inicial, peso vivo final, ni para la ganancia diaria de peso durante el periodo de evaluación. Respecto a la ganancia diaria de peso, se observa que los animales que recibieron la dieta sin inclusión de HCHV mostraron el mayor valor numérico (0.7 kg) en relación a los animales que recibieron niveles de cinco y ocho por ciento (0.62 kg y 0.59 kg respectivamente). Se puede observar que con un nivel de inclusión de cinco por ciento de HCHV (reemplazo de 31 por ciento de Torta de soya) se logra una mayor ganancia diaria de peso en relación al tratamiento con el nivel de inclusión de 8 por ciento de HCHV (reemplazo de la torta de soya en un 48.6 por ciento). Además, la ganancia diaria recomendada por Collell, (2011) para la etapa de crecimiento se alcanza cuando se suministran las dietas I y II.

Estos resultados se deben probablemente al tratamiento térmico al que fue sometido la harina de carne y hueso de vacuno, ya que la temperatura empleada durante el proceso de cocción fue de 150°C por 3.5 horas y según Morrison (1977) y Oyenuga (1968) citados por Velásquez (2008), la digestibilidad de las harinas de origen animal disminuye cuando el tratamiento térmico se da a temperaturas mayores a 120°C durante la cocción. Además, la digestibilidad de los aminoácidos disminuye cuando se incrementa la temperatura de cocción (Shirley y Parsons, 2000) siendo la digestibilidad de la Lisina y Cistina las más afectadas (NRC, 1994).

**Tabla 9: Efecto de los tres tratamientos sobre el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento**

	Niveles de inclusión (%)		
	0	5	8
Peso vivo inicial, (kg)	32.43 <sub>a</sub>	32.49 <sub>a</sub>	32.43 <sub>a</sub>
Peso vivo final, (kg)	53.31 <sub>a</sub>	51.06 <sub>a</sub>	50.13 <sub>a</sub>
Ganancia diaria de peso, (kg)	0.70 <sub>a</sub>	0.62 <sub>a</sub>	0.59 <sub>a</sub>
Consumo diario de alimento, (kg/d)	1.67 <sub>a</sub>	1.46 <sub>b</sub>	1.61 <sub>a</sub>
Conversión alimentaria	2.41 <sub>ab</sub>	2.35 <sub>b</sub>	2.73 <sub>a</sub>

a, b : Valores con letras iguales en una misma fila indica que no existe diferencias significativas entre los tratamientos a la prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ )

El valor nutritivo de la harina de carne y hueso y de la torta de soya difiere tanto en el contenido de proteína como en la digestibilidad de los aminoácidos que contienen. A pesar de que la HCHV contiene de un mayor porcentaje de proteína cruda en comparación a la torta de soya, posee una menor digestibilidad de aminoácidos (NRC, 1998.) Del mismo modo, Wang y Parsons (1998), citados por Macavilca (2013), señalan que la digestibilidad de los aminoácidos y la proteína son mayores para la torta de soya en comparación a la harina de subproductos de camales avícolas. La Tabla 2 muestra los valores de digestibilidad ileal verdadera para la harina de carne y hueso y la torta de soya.

#### 4.2. Consumo de alimento

Los resultados obtenidos para el consumo diario de alimento se muestran en la Tabla 9 y Anexo 3 para los tres tratamientos durante el periodo de evaluación. El análisis de varianza determina que existen diferencias estadísticas para el consumo de alimento ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos. Se observa que los animales que recibieron la dieta sin inclusión de HCHV, mostraron el mayor consumo diario de alimento (1.67 kg) en comparación a los animales que recibieron niveles de inclusión de cinco y ocho por ciento (1.45 kg y 1.61 kg

respectivamente). Sin embargo, con el nivel de inclusión de ocho por ciento se logró un mayor valor numérico en comparación con el nivel de cinco por ciento.

El consumo diario de alimento fue mayor en la dieta control debido probablemente a que en ésta no se incluyó la HCHV y por lo tanto los aminoácidos contenidos en la torta de soya fueron de mayor disponibilidad que en las dietas en las que se reemplazó la torta de soya por la HCHV. Los animales a los que se les suministró dietas con ocho por ciento de inclusión de HCHV mostraron un mayor consumo de alimento que los animales que consumieron dietas con cinco por ciento de inclusión de HCHV, esto podría ser debido a que la dieta con 5 por ciento de inclusión de HCHV la cual según el análisis proximal, tiene menor porcentaje de proteína cruda que la dieta del tratamiento III, contendría mayor proporción de lisina disponible que la dieta del tratamiento III. Esto ocasionaría que al reemplazar en mayor porcentaje a la torta de soya y tener un nivel similar de lisina aportada calculada entre las dietas, la proporción de lisina disponible en la dieta II sería mayor que en la dieta III, de éste modo, el animal consume menos alimento y aun así consumiría una cantidad total mayor de lisina. Esto puede ser válido cuando un porcentaje de la lisina total aportada en la dieta proviene de ingredientes que tienen una mayor disponibilidad de lisina que los ingredientes con baja disponibilidad (Baker 1975). Por otro lado Macavilca (2013) reporta una disminución en el consumo cuando se incluye harina de subproducto avícola en niveles de 10 y 12 por ciento en reemplazo de la torta de soya en dietas de pollos de carne.

#### **4.3. Conversión alimentaria**

En la Tabla 9 y Anexo 3 se muestran los valores obtenidos para la conversión alimentaria durante el periodo de evaluación, se encontraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos. Se observa que los animales que recibieron dietas con un nivel de inclusión de 5 por ciento mostraron la mejor conversión alimentaria (2.35) en comparación a los animales que recibieron dietas con un nivel de inclusión de 0 y 8 por ciento (2.41 y 2.73 respectivamente). Esto se debe a que la ganancia de peso no es significativamente diferentes y la dieta con el nivel de inclusión de 5 por ciento logra el menor consumo diario de alimento resultando en una mejor relación consumo/ganancia. Resultados similares fueron obtenidos por Gottlob (2004) quien encontró que la conversión alimentaria se incrementa a partir de un nivel de inclusión de 5 por ciento, sus estudios demostraron que con un nivel de inclusión

de 2.5 y 5 por ciento se alcanzaban los mejores valores de conversión alimentaria y que con niveles mayores a cinco por ciento, la conversión se incrementaba gradualmente.

#### 4.4. Retribución económica

En la Tabla 10 se muestra la retribución económica obtenida con cada uno de los tratamientos. Para el cálculo se tomó como referencia un precio de carne de cerdo en 9 Soles por kilogramo a febrero del 2017 para un cerdo de un rango de peso entre 41 a 60 kg de peso vivo. Se observa que la dieta sin inclusión de HCHV logró la mayor retribución económica en comparación a los otros 2 tratamientos debido a la mayor ganancia de peso que se obtuvo con ésta dieta.

**Tabla 10: Retribución económica calculada para cada tratamiento**

	Niveles de inclusión (%)		
	0	5	8
Ganancia de peso	20.88	18.57	17.7
Precio de la carne (S/Kg)	9.00	9.00	9.00
Ingresos (Soles)	187.92	167.13	159.30
Consumo (Kg)	50.29	43.65	48.4
Costo del alimento (S/Kg)	1.48	1.47	1.48
Costo total (Soles)	74.18	64.17	71.63
Retribución económica (Soles/animal)	113.74	102.96	87.67
Retribución económica relativa (%)	100.00	90.52	70.08

\* Precio de la carne de cerdo referencial a febrero del 2017.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente evaluación se concluye:

1. La inclusión de la Harina de Carne y Hueso de Vacuno en niveles de hasta cinco por ciento en dietas para cerdos en crecimiento no afecta la ganancia diaria de peso, sin embargo, con este nivel se logra la mejor conversión alimentaria.
2. La dieta sin inclusión de HCHV obtuvo una mejor retribución económica respecto a los otros dos tratamientos.
3. Los animales que recibieron un nivel de cinco por ciento de inclusión en la dieta mostraron el menor valor numérico para el consumo de alimento.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda un nivel de inclusión de la Harina de Carne y Hueso de Vacuno de hasta 5 por ciento en dietas de cerdos en crecimiento.
2. Realizar evaluaciones sobre el uso de la harina de Carne y Hueso de Vacuno en dietas de cerdos en otras fases productivas.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAFCO (Association of American feed control Officials), 2006 Official publication of the Association of American feed control Officials
- AGUILAR, M.A. 1970. Utilización de residuos de cocina y matadero con tres fuentes de suplementación para engorde de cerdos en la etapa de acabado. Tesis Ing. Zootec. UNALM Lima-Peru. 41 pág.
- BAKER, D. H., R.S KATZ, Y R.A EASTER. 1975. Lysine requirements of growing pigs at two levels of dietary protein. Journal of Animal Science 40: 5: 851-856
- BATTERHAM, .E.S. R.R LOWE, R.E. DARNELL Y E.J.MAJOR. 1986 Availability of lysine in meet meal, meat and bone meal and blood meal as determined by slope-ratio assay with growing pigs, rats and chicks and by chemical techniques Br. J. nutr. 55:427-440.Carolina State University. Raleigh pp. 15:37
- BEUMER, H. Y A.F VAN DER POEL, 1997. Effects on hygienic quality of feeds examined. Feedstuffs.
- BOURGEOIS, C, Y, MESCLE, Y J.ZUCCA, 1994. Microbiología alimentaria Tomo 1. Editorial Acribia Zaragoza-España.
- BULBUL, S., Y D. BRAGG, 1981. Availability of mineral in meat and bone meal to the growing chick. Poultry Science North Dunlap Ave, Savoy, IL 61874: Poultry Science Assoc Inc.

- CADILLO, C J. 1991 Producción de porcinos. Universidad Nacional Agraria La Molina. 162 pág
- CAMPABADAL, C .2009.Guía Técnica para la alimentación de cerdos. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.
- CANCHERINI L.C, O.M JUNQUEIRA, M.C OLIVEIRA, M.O ANDREOTTI, Y M.J BARBOSA, 2005 Utilização de subprodutos de origem animal em dietas formuladas com base em proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia 34:535-540.
- COLLELL M, 2011 Parámetros a controlar en cebo (en línea) Barcelona España. Consultado el 27 Nov 2017. Disponible en [https://www.3tres3.com/manejo\\_en\\_cebo/parametros-a-controlar-en-cebo\\_4401/](https://www.3tres3.com/manejo_en_cebo/parametros-a-controlar-en-cebo_4401/)
- CROMWELL, G. L. 2002 Feeding swine. Livestock feeds and feedings,5<sup>th</sup> ed., Kellems, R. O., and D.C Church, eds Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, pp 248-290.
- CROMWELL, G.L Y R.D. COFFEY. 1993 An assessment of the bioavailability of phosphorus in feed ingredients for nonruminants Proc Maryland Nutr. Conf. Baltimore. University of Maryland.College Park. pp. 146-158.
- CROMWELL, G.L., T.S STAHLY, Y H, J MONEGUE. 1991. Amino acid supplementation of meat meal in lysine fortified, corn-based diets for growing finishing pigs .J. Anim. Sci. 69:4898-4906.
- DUNCAN D.B. 1995 Multiple range and multiple F test. Biometrics Vol 1. N° 1 pp 1-42.International Biometrics Society.

- EASTOE, J. E Y B. EASTOE 1954 the organic constituents of mamalian compact bone Biochem. J 57:453-459.
- EASTOE, J. E Y J. E. LONG.1960 the aminoacid composition of processed bones and meet. J Sci. Food Agric. 11:87-92.
- EVANS, D.F Y LEIBHOLZ. 1979 meet meal in the diet of the early-weaned pig Anim Feed Sci Technol 4:33-38
- FRANCO, D Y W SWANSON.1996 the original recyclers National Renders Asociation Alexandria. VA.
- GOTTLOB, R 2004. Effects of increasing Meat and Bone meal on finishing pig growth performance. Kansas State University.
- HENDRIKS W.H, C.A BUTTS, D.V THOMAS .K.A.C JAMES, P.C.A MOREL and M W.A. VERSTEGEN,2002 Nutritional Quality and Variation of Meat and Bone Meal Institute of Food, Nutrition and Human Health, Massey University, Prívate Bag 11 222, Palmerston North, New Zealand.
- KNABE, D.A 1991 Utilizing of rendered products: swine the original recycler animal protein Prod Ind Fat and protein research foundation and National renderers assoc.Alexandria.VA. pp. 175-202.
- KNABE, D.A 1997 Aparent ileal digestibility of protein and amino acid in protein feedstuffs of animal origin by swine. Proc 15<sup>th</sup> Annu Symp for the feed industry National renderers Association. Washington, D C.
- KNABE, D.A. 1995. Survey of the content and digestibility. Of protein and amino acid. In animal protein coproducts Proc. Carolina swine nutrition conf. Raleigh NC.N.

- MACAVILCA, Y.P. 2013. Evaluación del concentrado proteico de subproducto de camal avícola utilizando tres programas de alimentación en pollos de carne. Tesis Ing. Zootec. Lima-Perú. 68 Pág.
- McCHESNEY, J. 1995. The promise of natural products for the development of new pharmaceuticals and agrochemicals. In Chemistry of the Amazon Symposium Series, American Chemicals Society: D.C.; 54
- McDONALD, P.R.A EDWARDS, J.F.D GREENHALGH, C.A. MORGAN, L.A.SINCLAIR Y R.G WILKINSON 2010. Nutrición animal Séptima edición. Editorial Prentice Hall 692 pág.
- MEEKER, D. L., Y C.R HAMILTON, (2006). Essential rendering. Published by National Renderers Association, Arlington, Virginia.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) 1994. Nutrient Requirement of Poultry 9<sup>th</sup> Rev Edic National Academy press, Washington D.C.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) 1998. Nutrient requirements of swine. 10<sup>th</sup> ed. National academy press. Washington DC.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 2012 Nutrient Requirements of Swine. Eleventh Revised Edition. Program to estimate the Nutrient requirements of swine.
- North Pacific S.A.C 2007 subproductos de camal avícola y equino Lima.-Peru.
- PARSONS CM Y X. WANG, Dietary formulation with meat and bone meal on a total versus a digestible or bioavailable amino acid basis. Poultry Science 1998; 77:1010-1015.

- PARSONS, M.J P.K KU. Y E.R MILLER 1985.Lysine availability in flash-dried blood meals for swine J .Anim. Sci.60:1447-1453.
- PEO, E.R Jr. Y D.B HUDMAN.1962.Effect of Levels of meat and bone scraps on growth rate and feed efficiency of growing-Finishing swine. 21:787-790.
- SHIRLEY, R. B. and C. M. PARSONS. 2000. Effect of pressure processing on amino acid digestibility of meat and bone meal for Poultry. Poult. Sci. 79:1775-1781
- TRAYLOR, S.L, G.L CROMWELL Y M.D LINDERMANN, 2005 Bioavailability of phosphorus in meat and bone meal for swine J. Anim. Sci. 83:1054-1061.
- TRAYLOR, S.L, G.L CROMWELL Y M.D LINDERMANN, 2006 Effect of particle size, ash content and processing pressure on the bioavailability of phosphorus in meat and bone meal. Bioavailability for swine J. Anim. Sci. 83:2554-2563.
- TROUTT, H.F.; SCHAEFFER, D.; KAKOMA, I. 2001. Prevalence of selected foodborne pathogens in final rendered products. Fats and Proteins Research Foundation (FPRF), Directors Digest n° 312. Alexandria, VA, 2001.
- VELÁSQUEZ, C.L. 2008. Evaluación de una mezcla de harina de subproductos de camal avícola y equino en dietas de inicio y crecimiento para pollos de carne. Tesis Ing. Zotec. UNALM. Lima-Perú. 64 pág.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Temperatura y humedad relativa medida en 3 momentos del día

Dia	Temperatura °C				Humedad relativa (%)			
	1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio
1	19	20.8	22	20.6	60	77	68	68.3
2	19.6	20.3	20.5	20.1	77	68	78	74.3
3	19.7	21.1	21.5	20.8	69	73	63	68.3
4	19.9	23.4	23.3	22.2	35	62	63	53.3
5	21.6	24.9	25.2	23.9	76	58	54	62.7
6	21.3	22.5	23.5	22.4	75	61	69	68.3
7	23.3	25.5	26.2	25.0	67	58	50	58.3
8	21.5	26.5	24.5	24.2	53	48	68	56.3
9	21.5	21.2	20.1	20.9	28	74	20	40.7
10	22.1	22.2	23.5	22.6	52	33	60	48.3
11	23.5	25.7	25.6	24.9	69	67	55	63.7
12	21.2	20.8	22.1	21.4	51	78	68	65.7
13	22.1	25.3	24.1	23.8	72	60	60	64.0
14	21.6	22.2	21.9	21.9	76	71	30	59.0
15	20.3	20.4	20.8	20.5	89	44	86	73.0
16	24.7	24.4	22.5	23.9	23	64	57	48.0
17	22.3	25.5	27.4	25.1	53	46	33	44.0
18	21.9	22.2	22.9	22.3	70	25	65	53.3
19	20.8	22.1	23.5	22.1	78	71	54	67.7
20	22.1	26.5	24.5	24.4	76	32	46	51.3
21	20.9	25.5	26.4	24.3	76	57	49	60.7
22	23.6	25.2	23.5	24.1	64	56	24	48.0
23	22.5	26.2	22.9	23.9	70	54	25	49.7
24	22.8	22.3	20.7	21.9	67	67	74	69.3
25	22.5	26.5	23.5	24.2	21	46	54	40.3
26	27.5	31.1	25.6	28.1	45	47	76	56.0
27	25.5	24.2	26.5	25.4	61	66	52	59.7
28	23.3	23	21.9	22.7	71	26	56	51.0
29	22.6	22.7	21.6	22.3	25	71	67	54.3
30	23.6	22.7	20.9	22.4	71	28	71	56.7

## Anexo 2: Composición de la premezcla de vitaminas y minerales

Cada kilogramo de premezcla contiene:

---

Retinol (Vitamina A)	UI	6000000
Colecalciferol (Vitamina D <sub>3</sub> )	UI	1500000
DL- Alfa Tocoferol (Vitamina E)	UI	15000
Menadiona (Vitamina K <sub>3</sub> )	g	1.5
Tiamina (Vitamina B <sub>1</sub> )	g	1
Riboflavina (Vitamina B <sub>2</sub> )	g	5
Piridoxina (Vitamina B <sub>6</sub> )	g	2
Cianocobalamina (Vitamina B <sub>12</sub> )	g	0.01
Ácido Pantoténico (Vitamina B <sub>5</sub> )	g	8
Ácido Fólico (Vitamina B <sub>9</sub> )	g	0.20
Niacina (Vitamina B <sub>3</sub> )	g	20
Biotina (Vitamina B <sub>7</sub> )	g	0.1
Manganeso	g	40
Zinc	g	90
Hierro	g	80
Cobre	g	5
Yodo	g	1
Selenio	g	0.3

---

**Anexo 3: Efecto de tres niveles de inclusión sobre el comportamiento productivo de cerdos por repetición**

parámetros productivos	Repetición	Nivel de inclusión (%)		
		0	5	8
Peso inicial (kg)	1	33.50	33.58	33.50
	2	32.43	32.49	32.43
	3	31.35	31.40	31.35
Peso final (kg)	1	55.38	52.38	53.75
	2	53.31	51.06	50.13
	3	51.25	49.75	46.50
Ganancia diaria de peso (kg)	1	0.73	0.63	0.67
	2	0.70	0.62	0.59
	3	0.66	0.61	0.50
Consumo diario de alimento (kg)	1	1.70	1.41	1.68
	2	1.67	1.45	1.61
	3	1.65	1.49	1.54
Conversión alimentaria	1	2.33	2.26	2.49
	2	2.41	2.35	2.73
	3	2.49	2.44	3.06

#### Anexo 4: Análisis de varianza del peso inicial

FV	GL	SC	CM	F value	significancia
Tratamiento	2	0.00802222	0.00401111	0.00	n.s
Error	6	6.99873333	1.16641556		
Total	8	7.00675556			

C.V = 3.328504

n.s no

significativo

grupos con mismas letras no son significativamente diferentes

prueba de Duncan

0%	5%	5%
32.4267 a	32.4900 a	32.4267 a

#### Anexo 5: Análisis de varianza del peso final

FV	GL	SC	CM	F value	significancia
Tratamiento	2	16.11228889	8.05614444	1.26	n.s
Error	6	38.26860000	6.37810000		
Total	8	54.38088889			

C.V = 4.903970

n.s no

significativo

grupos con mismas letras no son significativamente diferentes

prueba de Duncan

0%	5%	8%
53.313 a	51.057 a	50.027 a

### Anexo 6: Análisis de varianza de la ganancia acumulada de peso

FV	GL	SC	CM	F value	significancia
Tratamiento	2	16.32508889	8.16254444	3.25	n.s
Error	6	15.06686667	2.51114444		
Total	8	31.39195556			

C.V = 8.315450

n.s no

significativo

grupos con mismas letras no son significativamente diferentes

prueba de Duncan

0%	5%	8%
20.8900 a	18.5670 a	17.700 a

### Anexo 7: Análisis de varianza del consumo acumulado de alimento

FV	GL	SC	CM	F value	significancia
Tratamiento	2	69.90186667	34.95093333	18.04	*
Error	6	11.62693333	1.93782222		
Total	8	81.52880			

C.V = 2.933528

n.s no significativo

\* significativo

grupos con mismas letras no son significativamente diferentes

prueba de Duncan

0%	5%	8%
50.293 a	43.667 b	48.4 a

## Anexo 8: Análisis de varianza de la conversión alimenticia acumulada

FV	GL	SC	CM	F value	significancia
Tratamiento	2	0.2942000	0.1471	4.58	*
Error	6	0.1928000	0.03213333		
Total	8	0.4870000			

C.V = 7.151239

n.s no significativo

grupos con mismas letras no son significativamente diferentes

\* significativo

prueba de Duncan

5%	0%	8%
2.41 a	2.35 ab	2.73 b