

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**



**Efecto de la incorporación de vísceras de pollo cocidas en la alimentación de cerdos de línea comercial durante las etapas de desarrollo y engorde.**

**POR**

**LORENA ARMIDA VENTURA FLORES  
CLAUDIA VERÓNICA VENTURA FLORES**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

**LICENCIADA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**SAN SALVADOR, 27 DE FEBRERO DE 2017.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

**M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

**SECRETARIO GENERAL**

**Lic. CRISTOBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO**

**Ing. Agr. M.Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA**

**SECRETARIO**

**Ing. Agr. M.Sc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**Ing. Agr. LUDWING VLADIMIR LEYTON BARRIENTOS**

---

**DOCENTES DIRECTORES**

**Ing. Agr. DAVID ERNESTO MARÍN HERNÁNDEZ**

---

**Ing. Agr. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA**

---

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION**

**Ing. Agr. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA**

---

## RESUMEN

La investigación consistió en evaluar diferentes porcentajes de sustitución de proteína cruda de la harina de soya por la de vísceras de pollo cocidas en un 0%, 15%, 30% y 45% en la alimentación de cerdos de línea Topig® durante las etapas de desarrollo y engorde. La fase de desarrollo tuvo una duración de cinco semanas al igual que la fase de engorde; las raciones alimenticias fueron elaboradas en base a sus requerimientos nutricionales a través de una programación lineal en Microsoft Excel. Los datos tomados fueron el alimento ofrecido, alimento rechazado y peso vivo los cuales fueron utilizados para el cálculo de las variables: consumo de alimento, peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia. Se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y seis observaciones cada uno, haciendo un total de 24 cerdos como unidades experimentales. Los resultados fueron analizados a través de estadística descriptiva (gráficas) e inferencial (Análisis de Varianza y Prueba de Rango Múltiples de Duncan) con un nivel de confiabilidad del 95% ( $P \leq 0.05$ ) esto último ejecutado en el programa Infostat®. Para la variable consumo de alimento el T3 fue mejor y obtuvo en la etapa de desarrollo una media de 2.43 kg/día y para la etapa de engorde 3.27 kg/día, en la variable peso vivo el T3 tuvo una media de 101.59 kg al finalizar la fase de engorde siendo el mejor. Para la ganancia de peso en el análisis descriptivo se observó que T3 fue mejor con una media de 5.96 kg/ semana en la fase de desarrollo y 7.20 kg/semana para la etapa de engorde. Para la variable conversión alimenticia en la etapa de desarrollo el T0 fue mejor con una media de 2.46 unidades, el T3 quedó por debajo con una media de 2.56. En la fase de engorde el T1 fue mejor con una media de 2.67 quedando por debajo el T3 con una media de 3.01 al obtener las menores medias se estimó que fueron los tratamientos que aprovecharon de una manera eficiente la ración alimenticia. En el análisis económico se procedió a un presupuesto parcial, obtención de beneficios netos y tasa de retorno marginal. El mejor beneficio neto parcial lo obtuvo el T3 con una cantidad de \$34.70 por cerdo y con respecto a la tasa de retorno marginal el T2 obtuvo \$1.15 lo que indica que por cada dólar invertido se obtiene el 115% de retorno marginal. Por lo tanto las vísceras de pollo cocidas son una buena opción para la alimentación de cerdos debido que además de ser un ingrediente de bajo costo es muy rica en nutrientes y se obtienen aceptables parámetros productivos y en base a los resultados se recomienda el tratamiento alternativo en el que se sustituye el 30% de la proteína cruda.

Palabras clave: Vísceras de pollo cocidas, desarrollo, engorde, alimentación alternativa.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente agradecer a Dios que es el principal guía de construcción de nuestro camino ya que sin tomados de la mano de él no hubiera sido capaz de superar los altos y bajos y poder culminar mi carrera. Seguidamente agradecer a los pilares de mi vida; mi mamá Juana Armida Flores Salmerón, mi papá Juan Ramón Ventura Centeno y mi nana María Pereira que con todo su amor y paciencia han sido capaz de apoyarme en todo aspecto a lo largo de este camino y en mi vida. También agradecer a mi hermana Lorena Armida Ventura Flores que ha sido mi compañera durante toda la carrera y que decidimos empezar juntas este desafío. Agradezco a cada una de las personas que me brindaron su apoyo durante este proceso no dejándome caer cuando ya veía todo perdido así muchas gracias Daniel Aguilar, Mayra Flores de González, José Gilberto Argueta y Oscar Flores porque él proporcionó las facilidades para el uso de las instalaciones donde se realizó la investigación. Finalmente agradecer al Ing. Agr. David Ernesto Marín Hernández e Ing. Agr. Enrique Alas García primeramente por aceptar ser mis asesores de tesis y les agradezco infinitamente por el apoyo, paciencia y consejos proporcionados a lo largo de este camino del trabajo de investigación sin dejar de mencionar que fueron excelente docentes en sus materias impartidas.

Br. Claudia Verónica Ventura Flores

Primeramente agradezco a Dios y la Virgen María que han sido mi guía en cada uno de los aspectos de mi vida; a mis padres Juana Armida Flores Salmerón y Juan Ramón Ventura Centeno, mi nana María Pereira que fueron un apoyo importante en mi carrera y que aún lo siguen siendo. A Claudia Verónica Ventura Flores que además de ser mi hermana fue mi compañera en este camino de lucha constante y así culminar juntas este trabajo de investigación. A mi esposo Henry Romero, a mi hija Sofía Valentina que han sido mi fortaleza y sustento en los momentos más difíciles y agradecer también a tía Mayra Flores de Gonzales, a tío Oscar Flores y José Gilberto Argueta por ser un apoyo importante durante mi proyecto de investigación. A mis asesores Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García e Ing. Agr. David Ernesto Marín Hernández por haber invertido su tiempo en el seguimiento y elaboración del proyecto de investigación.

Br. Lorena Armida Ventura Flores

## DEDICATORIA

El trabajo de investigación es dedicado a nuestro hermano Pastor Alexander Méndez Flores que justamente el día de nuestra defensa cumplió 25 años de fallecido. Tenemos muy pocos recuerdos o incluso nulos, pero a través de las anécdotas que cuentan cada una de las personas que lo conocieron sabemos que fue un niño increíble, inteligente, destacado en el estudio, amoroso, honesto, respetuoso, sincero, es decir, era un niño especial que donde iba se hacía querer. Dios sabe porque toma decisiones que golpean fuerte la vida pero ahí está él reconfortando nuestros corazones como lo hizo con nuestra madre al ayudarla a sobrellevar ese dolor y a todos sus seres queridos. Pusimos mucha dedicación y esfuerzo a nuestra carrera para que Juana Armida Flores Salmerón pudiera sentirse orgullosa de sus tres hijos, uno que la cuida desde el cielo y sus dos hijas que estamos por gracia de Dios al lado de ella aun cuidándola y apoyándola.

## INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA .....	3
2.1 Situación de la porcicultura en El Salvador.....	3
2.2 Anatomía y fisiología del sistema digestivo del cerdo. ....	4
2.2.1 Digestión en la boca.....	4
2.2.2 Digestión en el estómago.....	4
2.2.3 Digestión en el intestino delgado .....	4
2.2.4 Digestión en el intestino grueso. ....	4
2.3 Nutrientes básicos en la alimentación de los cerdos .....	5
2.3.1 Proteínas.....	5
2.3.2 Energía.....	5
2.3.3 Minerales .....	6
2.3.4 Vitaminas .....	6
2.3.5 Agua .....	7
2.4 Manejo de cerdos en etapas de desarrollo y engorde.....	7
2.5 Alojamiento para cerdos en las etapas de desarrollo y engorde. ....	7
2.5.1 Comederos .....	8
2.5.2 Bebederos .....	8
2.6 Alimentación de cerdos en las etapas de desarrollo y engorde.....	8
2.7 Proteína de origen animal. ....	10
2.8 Subproductos de matadero de las explotaciones avícolas.....	11
2.8.1 Vísceras de pollo .....	12
2.8.2 Harina de vísceras de pollo .....	12
2.9 Línea genética Topigs (Dalland).....	14
3. MATERIALES Y METODOS.....	15
3.1 Descripción del estudio.....	15
3.2 Duración de la Investigación.....	15
3.3 Unidades experimentales. ....	15
3.4 Instalaciones y Equipo .....	15
3.5 Equipo para tratamiento de vísceras.....	16
3.6 Metodología de campo .....	16
3.6.1 Distribución de los tratamientos.....	16
3.6.2 Manejo Sanitario de los cerdos.....	16

3.6.3 Manejo de los cerdos en la fase de adaptación. ....	16
3.6.4 Preparación del alimento.....	17
3.6.5 Preparación de las vísceras de pollo.....	17
3.6.6 Toma de datos .....	19
3.7 Metodología de laboratorio.....	19
3.7.1 Análisis Bromatológico .....	19
3.7.2 Formulación de las dietas. ....	19
3.8 Metodología estadística .....	21
3.8.1 Variables estudiadas.....	22
3.9 Metodología económica.....	23
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	24
4.1 Consumo de alimento. ....	24
4.2 Peso vivo.....	27
4.3 Ganancia de peso.....	29
4.4 Conversión alimenticia.....	32
4.5 Análisis Económico .....	34
5. CONCLUSIONES .....	37
8. RECOMENDACIONES.....	39
9. BIBLIOGRAFIA.....	40
8. ANEXOS.....	43

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Área requerida y número de animales por corral. ....	8
Cuadro 2. Consumo de alimento para cerdos en desarrollo y engorde .....	9
Cuadro 3. Concentración de nutrimentos en dietas para cerdos en desarrollo y engorde. ....	10
Cuadro 4. Rendimientos productivos en etapas de desarrollo y engorde.....	10
Cuadro 5. Composición Nutricional de la harina de vísceras de pollo.....	13
Cuadro 6. Parámetros productivos del programa Topigs® Holanda año 2005.....	14
Cuadro 7. Conformación de los tratamientos. ....	16
Cuadro 8. Requerimientos nutricionales de cerdos en las etapas de desarrollo y engorde. ....	17
Cuadro 9. Raciones alimenticias proporcionadas en cada tiempo de alimentación ofrecido en la etapa de desarrollo. ....	18
Cuadro 10. Raciones alimenticias proporcionadas en cada tiempo de alimentación ofrecido en la etapa de engorde. ....	18
Cuadro 11. Análisis bromatológico de vísceras de pollo cocidas en base seca. ....	19
Cuadro 12. Análisis bromatológico de las formulaciones alimenticias para la etapa de desarrollo y engorde.....	19
Cuadro 13. Composición de la fórmula de la dieta para etapa de desarrollo, sustitución del 0%, 15%, 30%, 45% de la proteína cruda. ....	20
Cuadro 14. Composición de la fórmula de la dieta para etapa de engorde, sustitución del 0%, 15%, 30%, 45% de la proteína cruda. ....	20
Cuadro 15. Ofrecimiento de concentrado y vísceras de pollo en equivalente seco y húmedo (kg/cerdo/día) estimado en la etapa de desarrollo. ....	21
Cuadro 16 Ofrecimiento de concentrado y vísceras de pollo en equivalente seco y húmedo (kg/cerdo/día) estimado en la etapa de engorde. ....	21
Cuadro 17. ANVA según Fischer para un diseño completamente al azar.....	22
Cuadro 18. Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para el consumo diario de alimento (kg) en la quinta semana de la fase de desarrollo. ....	24
Cuadro 19. Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para el consumo diario de alimento (kg) en la décima semana de la fase de engorde. ....	24
Cuadro 20. Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para peso vivo de los cerdos (kg) en la fase de engorde. ....	27
Cuadro 21. Costos fijos del experimento.....	34
Cuadro 22. Costos variables por tratamiento. ....	34
Cuadro 23. Cálculo de los Ingresos Potenciales por tratamiento.....	35
Cuadro 24. Beneficios Netos Parciales (\$/cerdo) por tratamiento. ....	35
Cuadro A- 1. Análisis bromatológico de vísceras de pollo cocidas en base seca. ....	43
Cuadro A- 2 Análisis bromatológico de las formulaciones alimenticias para la etapa de desarrollo y engorde.....	44
Cuadro A- 3. Análisis de varianza según Fischer para el consumo de alimento (kg) de los cerdos en la quinta semana. ....	45
Cuadro A- 4. Análisis de varianza según Fischer para el consumo de alimento (kg) de los cerdos en la décima semana. ....	45

Cuadro A- 5. Medias globales del consumo de alimento (kg) en la etapa de desarrollo.....	45
Cuadro A- 6. Medias globales del consumo de alimento (kg) en la etapa de engorde.....	45
Cuadro A- 7 Análisis de varianza según Fischer para la variable peso vivo (kg) de los cerdos en la quinta semana.....	46
Cuadro A- 8. Análisis de varianza según Fischer para la variable peso vivo (kg) de los cerdos en la décima semana.....	46
Cuadro A- 9 Análisis de varianza según Fischer para la variable ganancia de peso (kg) de los cerdos en la fase de desarrollo.....	46
Cuadro A- 10 Análisis de varianza según Fischer para la variable ganancia de peso (kg) de los cerdos en la fase de engorde.....	46
Cuadro A- 11. Medias globales de la ganancia de peso (kg) en la fase de desarrollo.....	47
Cuadro A- 12. Medias globales de la ganancia de peso (kg) en la fase de engorde.....	47
Cuadro A- 13. Análisis de varianza según Fischer para la variable conversión alimenticia (kg) de los cerdos en la fase de desarrollo.....	47
Cuadro A- 14. Análisis de varianza según Fischer para la variable conversión alimenticia (kg) de los cerdos en la fase de engorde.....	47
Cuadro A- 15. Medias globales de la conversión alimenticia en la etapa de desarrollo.....	48
Cuadro A- 16. Medias globales de la conversión alimenticia en la etapa de engorde.....	48
Cuadro A- 17. Costo de la ración alimenticia en la etapa de desarrollo.....	48
Cuadro A- 18 Costo de la ración alimenticia en la etapa de engorde.....	48
Cuadro A- 19 Medias de alimento rechazado (kg) en la etapa de desarrollo.....	49
Cuadro A- 20 Medias de alimento rechazado (kg) en la etapa de engorde.....	50

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pirámide de producción de Dalland TOPIGS.....	14
Figura 2. Medias de consumo de alimento diario (kg) en la etapa de desarrollo y engorde.....	25
Figura 3. Medias semanales de los pesos de los cerdos (kg) en la fase de desarrollo y engorde. ....	28
Figura 4. Medias de las ganancias de peso semanal (kg) en la fase de desarrollo y engorde.....	30
Figura 5. Medias de la conversión alimenticia semanal de los cerdos en la fase de desarrollo y engorde. ....	32
Figura 6. Tasa de retorno marginal para los tratamientos.....	36
Figura A- 1. Mapa satelital de San Francisco Gotera, Morazán, El Salvador .....	51

## 1. INTRODUCCION

La alimentación eficiente de los cerdos es una de las prácticas más importantes de una porqueriza, ya que de ella dependen no solo los rendimientos productivos de los cerdos, sino también la rentabilidad de la granja. La alimentación representa entre 80 a 85% de los costos totales de producción. El objetivo de las fases de producción de los cerdos para mercado es alcanzar el peso al sacrificio (90-100 kg) en el menor tiempo posible (Campabadal, 2009).

La carencia más común en la práctica de la alimentación del porcino es generalmente la de proteína; esto es debido a su alto requerimiento y a que la mayoría de los cereales la poseen en poca cantidad. La soya es la única fuente disponible de proteína sin problemas para utilizarse en la alimentación de los cerdos pero al mismo tiempo es una proteína de un costo elevado y para disminuirla se utilizan diferentes subproductos de origen animal que al realizar un debido balanceo nutricional se cubren los requerimientos de proteína cruda que el cerdo necesita para cada una de sus etapas. (Marotta *et al*, 2009).

En el país la producción porcina, aunque existen granjas tecnificadas, la mayor parte de esta actividad está en manos de pequeños productores que buscan tener un ingreso adicional a las demás actividades que ellos realizan. La estructura del hato porcino a nivel familiar en el año 2014 fue de 108,613 cabezas, pertenecientes al departamento de Morazán 6,304 representando el 5.8% del hato total a nivel familiar (División de Estadísticas Agropecuarias DEA, 2015).

Una limitante para que los pequeños productores puedan incrementar sus ganancias es la fluctuación de precios en las materias primas durante los últimos cinco años; las materias primas de mayor demanda para la elaboración de concentrados son el maíz amarillo y la soya las cuales se importan en mayor cantidad ya que son materias primas con muy poca o nula producción en el país por lo cual eleva costos al momento de importarlas. El precio de la tonelada del maíz producida en el país para el año 2010 fue de \$265.10, en el 2011 fue de \$480.48, para el 2012 de \$331.54 y para el 2013 fue de \$283.58. En el país la producción de soya es nula por lo tanto requiere de la importación, el principal productor de soya a nivel mundial es Estados Unidos de América por lo tanto el precio de la soya para el año 2010 fue de \$415/Ton, para el 2011 fue de \$459/Ton, para el 2012 fue de \$529/Ton, el 2013 de \$478/Ton y para el 2014 fue de \$375 (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura Dirección Estadística FAOSTAT, 2016).

En el país se utilizan subproductos avícolas como alternativas alimenticias sin mediciones técnicas por esta razón es importante investigar nuevas alternativas para alimentar cerdos, manteniendo o mejorando los parámetros productivos y así reducir los costos de producción.

En los pocos estudios realizados uno en Ecuador por Alcívar Mendoza (2014) se utilizaron tres dietas alimenticias en las etapas de desarrollo y engorde de cerdos con dos niveles de harina de vísceras de pollo en reemplazo a la harina de pescado, los cuales fueron 0%, 10% y 15% en la cual el tratamiento con el 15% de harina de vísceras de pollo obtuvo un alto valor en el consumo de alimento, mayores pesos vivos, una mejor conversión alimenticia y mayor beneficio neto. En México Aguilar Ibarra (1983) utilizó las vísceras de pollo como alimento único en la alimentación de la etapa de engorde de los cerdos, sustituyendo gradualmente el concentrado por las vísceras de pollo aumentando un 10 por ciento de vísceras cada día hasta llegar a proporcionar el 100 por ciento logrando esto en un tiempo de 10 días para mantenerlos durante todo el experimento únicamente con vísceras; obteniendo índices productivos aceptables y hace énfasis que las vísceras de pollo se recomienda como alternativa alimenticia en la dieta de los cerdos ya que el beneficio neto es mayor.

En los hallazgos encontrados no hay autores que indiquen cuál es el límite de proteína cruda del requerimiento nutricional del cerdo que se puede sustituir por la proteína de las vísceras de pollo en el balanceo de las formulaciones de las raciones alimenticias y qué parámetros productivos pueden ser los esperados; por lo tanto, los porcentajes de sustitución utilizados en esta investigación fueron propuestos en base a la poca información encontrada y por la manera empírica que los pequeños productores utilizan las vísceras de pollo.

En consecuencia el estudio se realizó para evaluar el efecto de la sustitución de tres niveles de proteína del concentrado por proteína de vísceras de pollo sobre los parámetros productivos y económicos en la alimentación de cerdos en las etapas de desarrollo y engorde con el fin de proponer una estrategia alternativa factible para los productores. Por tanto el logro obtenido en la investigación fue que al realizar los respectivos análisis de los resultados se pudieron obtener aceptables parámetros productivos llegando los cerdos a pesos finales de mercado. Y al realizar el análisis económico uno de los tratamientos dio la mejor tasa de retorno marginal lo que se recomienda a los pequeños productores como estrategia nutricional para los cerdos.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Situación de la porcinocultura en El Salvador

La producción porcina en El Salvador se puede clasificar en subsistencia o pequeño, semi tecnificada o comercial y tecnificada. Según Ramiro Pérez (2012) citando el IV Censo Agropecuario, existen 6585 personas que cuentan con ganado porcino. De estos, el 72.9% son pequeños o de subsistencia, que usan a los cerdos como ahorro, y de esta forma, si la familia tiene necesidad urgente de dinero, venden los cerdos o los destazan y venden la carne. En la otra categoría se encuentran los semi tecnificados que destinan su producción a la venta de cerdos en pie o los destazan en rastros municipales para su venta al detalle. Finalmente, el gran productor generalmente corresponde a la producción tecnificada, que concentra su comercialización en supermercados, mercados institucionales y carnicerías. Los tipos de porcicultor antes descritos presentan índices de productividad muy distintos. Estas diferencias son producto del manejo, sanidad, genética, alimentación, e inocuidad de este último (Ramiro Pérez, 2012).

A pesar de que en El Salvador la producción de carne de cerdo fue en aumento en los años 2010-2012; 8286 ton, 8434 ton y 9487 ton, respectivamente. Tuvo una disminución en el año 2013 (7978 ton) ya que el gusto de los salvadoreños por la carne porcina, aún es baja en comparación con los vecinos centroamericanos pero el año 2014 volvió a aumentar la producción con 8388 ton (Dirección de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAOSTAT), 2015).

Según la Asociación Salvadoreña de Porcicultores citada por Reyes, cada salvadoreño consume en promedio 3.9 kilogramos, mientras que Costa Rica posee el mayor nivel de consumo con 11 kg per cápita, Honduras 6 kg, Guatemala con 5 kg y Nicaragua relegado con 2 kg por cada habitante por año. Pese a que el consumo de carne de cerdo en el país todavía es bajo en comparación con las demás naciones de la región, el gusto de los salvadoreños por la carne de cerdo ha ido en aumento, en 2003 se encontraban con 1.8 kilogramos de consumo per cápita, y a la vuelta de 10 años ha alcanzado un incremento gradual de 3.9 kg. Para aumentar el consumo, se han implementado estrategias publicitarias que difunden las bondades de la carne de cerdo.

## **2.2 Anatomía y fisiología del sistema digestivo del cerdo.**

El sistema digestivo del cerdo está compuesto por el tracto gastrointestinal y determinados órganos glandulares asociados, que producen las secreciones que actúan en el tracto gastrointestinal. Las principales subdivisiones del tracto gastrointestinal son: boca, faringe, esófago, estómago, duodeno, yeyuno, e íleo, colon, recto y ano. Los órganos glandulares asociados son: glándulas salivales, hígado, vesícula biliar y páncreas (Hernández, 2015).

### **2.2.1 Digestión en la boca**

La digestión que se produce en este órgano es fundamentalmente de naturaleza mecánica, y se debe a la trituración producida por la masticación. Esta acción tiene dos finalidades principales: dividir el alimento aumentando así su superficie de contacto y mezclar los alimentos con la saliva. La saliva es segregada por las glándulas parótidas, submaxilares y sublinguales, y está constituida en un 99% por agua, siendo el 1% restante mucina, sales inorgánicas, el complejo lisozima y el enzima alfa-amilasa (ptialina) (Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), 2005).

### **2.2.2 Digestión en el estómago**

Para sintetizar los jugos gástricos el estómago se divide en diferentes regiones, cuyas proporciones están íntimamente ligadas a los hábitos alimenticios de las diferentes especies animales: región esofágica: aglandular; región glandular cardiaca: con producción de moco para protección de la mucosa estomacal; región glandular fúndica: con la producción de ácido clorhídrico (HCL) por las células parietales u oxínticas y pepsinógeno por las células pépticas o del cuerpo principal; región glandular pilórica: con producción de moco y una poca cantidad de pepsinógeno (Reis de Souza y Romano, SF)

### **2.2.3 Digestión en el intestino delgado**

El intestino delgado tiene las siguientes funciones: secreción de enzimas digestivas; secreción de hormonas digestivas; recepción de las secreciones biliares y pancreática; es el lugar donde se realiza la mayor parte del proceso de digestión enzimática y de absorción de los nutrimentos (Reis de Sousa y Romano, SF).

### **2.2.4 Digestión en el intestino grueso.**

Esta parte del tracto digestivo realiza toda una serie de funciones destacables en todas las especies. Entre ellas se encuentra el almacenamiento del quilo, la regulación de la cantidad y composición de las heces, la descomposición microbiana de sustancias orgánicas y la síntesis microbiana, así como el transporte epitelial de electrolitos, productos finales del metabolismo microbiano y de agua (Hernández, 2015).

### **2.3 Nutrientes básicos en la alimentación de los cerdos**

La alimentación de los cerdos debe estar basada en dietas que contengan niveles nutricionales adecuados a la genética, etapa fisiológico-productiva, estado sanitario de los animales y de la unidad de producción porcina, condiciones ambientales en donde estén alojados y al manejo al que estén sometidos los mismos (García y De Loera 2012).

Para satisfacer las necesidades nutricionales de los cerdos es imprescindible proveerles una serie de nutrientes que son básicos para su pleno desarrollo. Ellos son:

#### **2.3.1 Proteínas**

Se necesitan las proteínas (cuadro 3) para: necesidades de mantenimiento, necesidades de producción, crecimiento, gestación, engorde, producción de leche (Espinoza y Cataño, 2005).

Dos son los tipos de fuentes de proteína utilizadas en la elaboración de alimentos balanceados para cerdos. Las fuentes de proteína de origen vegetal, que incluye principalmente a la harina de soya, es la única fuente disponible de proteína sin problemas para utilizarse en la alimentación de los cerdos, para que la harina de soya se utilice eficientemente, es necesario que este producto este bien procesado y contener un nivel de solubilidad de proteína entre 75 y 85%. La otra categoría de fuentes de proteína son las de origen animal, donde se incluyen las harinas de pescado, la harina de carne y hueso, los subproductos de la leche, el plasma porcino, las células sanguíneas y subproductos avícolas. El valor nutricional de estos tipos de fuentes de proteína dependerá del tipo de procesamiento a que son sometidas y de los constituyentes que las formen (Campabadal, 2009).

#### **2.3.2 Energía**

Para el funcionamiento del organismo, formación de nuevos tejidos, la producción de leche, lo mismo que la actividad física requiere energía (cuadro 3). Un exceso como una deficiencia de energía en la ración tiene un efecto negativo sobre la fertilidad de reproductores. Además una deficiencia de energía disminuye la conversión alimenticia y retarda el crecimiento. En cambio un exceso de energía produce demasiada grasa en la canal de los animales de engorde (Espinoza y Cataño, 2005).

Las fuentes de energía más utilizadas para la alimentación porcina son el maíz, las grasas y/o aceites y los subproductos agroindustriales (Campabadal, 2009).

El maíz es la principal fuente de energía utilizada en la alimentación porcina. Contiene niveles de energía digestible y metabolizable de 3,5 y 3,3 Mcal/kg, respectivamente.

No presenta restricciones nutricionales en su composición que limiten el nivel de inclusión en las dietas para cerdos; sin embargo, existen dos limitaciones que pueden afectar la utilización eficiente del maíz en la alimentación de cerdos; el contenido de micotoxinas y su grado de molienda. El nivel de grasa o aceites que se quiere utilizar en la alimentación de cerdos, depende de la energía que se quiera satisfacer, de su precio, de su facilidad de obtención y del manejo al nivel de planta. Normalmente se utilizan niveles de inclusión que fluctúan entre 3 y 5%, lo que representa de 250 a 500 Kcal. Niveles superiores al 8% pueden producir problemas de mezclado y de presentación del alimento (Campabadal, 2009).

### **2.3.3 Minerales**

Las fuentes minerales se pueden dividir según la cantidad nutritiva necesaria en el organismo, para las funciones fisiológicas. Estas se relacionan con la cantidad que un ingrediente aporta a la dieta: 1) Macrominerales. Constituidos principalmente por cloro (Cl), sodio (Na) calcio (Ca), fósforo (P), y a veces magnesio (Mg) y azufre (S). Casi todos los alimentos, con excepción de las grasas, contienen cantidades limitadas de estos minerales. 2) Microminerales. Son requeridos en cantidades muy pequeñas y usualmente son incluidos como premezcla en la dieta. (García y De Loera, 2012).

En el caso de las fuentes de calcio y fósforo, se utilizan los fosfatos mono y dicálcicos cuyo contenido de estos dos minerales depende de la fuente. Uno de los más utilizados es el fosfato monocálcico que tiene 21% de fósforo y 16% de calcio. Como fuente única de calcio, normalmente se usa el carbonato de calcio cuyo nivel de calcio varía según la fuente, de 28 a 38%. El nivel de cloro y sodio se satisface utilizando sal (Campabadal, 2009)

Según el Manual de finalizadores Topig® el requerimiento nutricional de fósforo y calcio para la fase de desarrollo es de 0.45% y 0.5% respectivamente; para la fase de engorde requiere de un 0.4% de fósforo y un 0.45% de calcio.

### **2.3.4 Vitaminas**

Contribuyen al buen funcionamiento de las células. Las funciones desempeñadas por las vitaminas son de fundamental importancia ya que intervienen en todos los procesos básicos de la vida como crecimiento, reproducción, lactancia, etc. si el cerdo no recibe las suficientes vitaminas en su dieta se presentarán síntomas de carencia que pueden ser más o menos graves dependiendo del grado de la misma (Espinosa; Cataño, 2005).

Las fuentes de vitaminas se agregan a los alimentos en forma de premezcla al igual que los minerales traza en ellas se satisface un cien por ciento de los requerimientos

de estos nutrientes. Su nivel de utilización depende del recomendado por la casa comercial (Campabadal, 2009).

Las vitaminas las podemos clasificar en dos categorías son las solubles en grasa: vitamina A (niveles de 2000 UI/día), D (un mínimo de 200 UI/kg), E (niveles de 20 mg/kg) y K (niveles de 2 mg/kg). Las solubles en agua: Complejo B que consta de: tiamina (1 mg/kg de dieta), piridoxina, riboflavina (1-2 mg/kg de dieta), niacina (10 mg/kg de pienso), ácido pantoténico (5 mg/kg dieta), B12 ( $\leq 10$  ug/kg de dieta), biotina (50-100 ug/kg de pienso), ácido fólico (200-360 ug/Kg dieta), C y colina (300 mg/kg dieta) (Palomo, SF).

### **2.3.5 Agua**

El agua de buena calidad tiene que estar disponible para los animales en todo momento, y debe ser analizada mínimo, dos veces al año para controlar la existencia de minerales, microorganismos perjudiciales (bacterias, virus) y otras sustancias. Los cerdos en fase de desarrollo deben de consumir 11.4 lt/cerdo/día y en la fase de engorde o finalización 15.20 lt/cerdo/día (García y De Loera, 2012).

### **2.4 Manejo de cerdos en etapas de desarrollo y engorde.**

Los cerdos en el período de desarrollo y engorde deben manejarse en lotes homogéneos, preferiblemente de 15 a 25 cerdos máximo por corral, y no deben de tener más de un 10% de diferencia entre los pesos de los animales. Los corrales deben tener el espacio vital por animal recomendado y disponer de buenos comederos y bebederos (Padilla, 2007).

Cuando se utilizan animales de líneas híbridas como la Dalland o PIC, los pesos y requerimientos nutritivos que se establecen para estos períodos, varían según la recomendación de las diferentes compañías que venden estas genéticas (Padilla, 2007).

### **2.5 Alojamiento para cerdos en las etapas de desarrollo y engorde.**

Después del destete se recomienda que los cerdos permanezcan en completo confinamiento en un mismo corral hasta cuando alcancen el peso adecuado para matadero. Mediante confinamiento, es decir alojados en corral (cuadro 1), se logra un mejor control ambiental, mayor control en los programas de alimentación, manejo y sanidad, factores importantes para obtener un buen rendimiento y sacar animales con buen peso al mercado (Espinosa y Cataño, 2005).

**Cuadro 1. Área requerida y número de animales por corral.**

Etapas	Clase de instalación	Diseño del piso y superficie mínima		Número de animales por corral
		Sólido, m <sup>2</sup>	Ranurado, m <sup>2</sup>	
1° Etapa	Inicio (12-30Kg)	0.54	0.37	15-18
2° Etapa	Desarrollo (30-50Kg)	0.70	0.56	18-25
3° Etapa	Engorde (50-100 Kg)	1.20	0.83	18-25

Fuente: Padilla 2007.

### 2.5.1 Comederos

Los comederos deben ofrecer el espacio suficiente para que los animales consuman con facilidad y comodidad el alimento suministrado y este no sea indisponible o desperdiciado.

Existen dos tipos de comederos comúnmente utilizados en la industria porcina: los manuales (individuales y colectivos) y los automáticos (García y De Loera, 2012).

Los comederos manuales o de canoa son utilizados principalmente para alimentar las cerdas gestantes y verracos, así como los cerdos en desarrollo y engorde. El largo del comedero depende del número de animales en el corral, la profundidad así como el ancho, dependerán del tamaño del cerdo y deben de tener una capacidad de 3.2kg/cerdo (Padilla, 2007)

### 2.5.2 Bebederos

El tamaño del cerdo, su estado fisiológico, la temperatura ambiente y el tipo de alimento, son los principales factores que determinan la necesidad de agua en el cerdo (Padilla, 2007).

Los bebederos automáticos son los más prácticos y se les encuentra principalmente en tipo tetina o chupeta (niple): consiste en un tubo provisto de una válvula que provee de agua al cerdo cuando este la mueve, el flujo de agua para este tipo de sistema es de 1.5-2.0 Lt/min; el tubo debe de estar incrustado o adherido a la pared. Es el sistema más utilizado en la actualidad por las numerosas ventajas que proporciona como el mantener el agua fresca y limpia así como evitar el desperdicio (Padilla, 2007).

### 2.6 Alimentación de cerdos en las etapas de desarrollo y engorde.

El sistema más común de alimentación para cerdos en desarrollo y engorde es a libre voluntad. Esto involucra un menor uso de mano de obra, pero si los comederos no son adecuados, puede existir mucho desperdicio. Un aspecto negativo de un sistema a libre voluntad es que los cerdos depositan más tejido graso, especialmente cuando

existe un sobre consumo. Cuando los animales son más grasos se suministra alimentación a libre voluntad hasta que los cerdos pesan 60 kg y luego se restringe entre un 75 a 80% del consumo total. El alimento en un sistema a libre voluntad puede suministrarse en forma automática o en forma manual (Campabadal, 2009).

En la formulación de las dietas para estas etapas se deben considerar los objetivos de la explotación, como son, canales de calidad con más del 55% de magrez, mejorar la eficiencia para que disminuya la conversión alimenticia ( $< 2.8$ ) y que aumenten 750 g de ganancia diaria de peso (GDP). La cantidad de alimento suministrado (cuadro 2) debe satisfacer las necesidades del cerdo, considerando que la alimentación a voluntad funciona en animales con una rápida velocidad de crecimiento y un importante depósito muscular, lo que ayudará a obtener cerdos con peso al mercado relativamente jóvenes, limitando el depósito de grasa en la canal sin afectar el índice de conversión. (García *et al*, 2008).

#### **Cuadro 2. Consumo de alimento para cerdos en desarrollo y engorde**

<b>Etapas</b>	<b>Peso del cerdo (Kg)</b>	<b>Cantidad (Kg/día)</b>
Desarrollo	30-50	2
Engorde	50-90 ó 100	3-3.5

Fuente: Campabadal, 2009

Hoy en día se sabe que los requerimientos cuantitativos no son los mismos para todos los cerdos y varían según la genética, salud, peso, productividad, temperatura y varios factores de manejo, por lo que se utilizan modelos matemáticos para estimar estos requerimientos de acuerdo a los sistemas de producción. Sin embargo, para fines prácticos se presentaran los requerimientos de los cerdos en la forma tradicional de tablas de requerimientos, Cuadro 3 (Campabadal, 2009).

**Cuadro 3. Concentración de nutrimentos en dietas para cerdos en desarrollo y engorde.**

<b>Nutriente</b>	<b>Desarrollo</b>	<b>Engorde</b>
Proteína (%)	16	14
Lisina (%)	0,9	0,75
Calcio (%)	0,75	0,7
Fósforo aprovechable (%)	0,35	0,3
Energía digestible (Mcal/Kg)	3,25	3,3
Energía metabolizable (Mcal/Kg)	3,2	3,25

Fuente: Campabadal, 2009

**Cuadro 4. Rendimientos productivos en etapas de desarrollo y engorde.**

<b>Parámetro</b>	<b>Etapas</b>	
	<b>Desarrollo</b>	<b>Engorde</b>
Ganancia peso Kg/día	0,7-0,75	0,8-0,85
Consumo alimento Kg/día	2.0-2.20	3.0-3.20
Conversión alimenticia Kg alimento/ Kg peso ganado	2.75-3.0	3.75-4.0

Fuente: Padilla, 2007

### **2.7 Proteína de origen animal.**

De la producción y procesamiento de los alimentos por el hombre se originan numerosos subproductos y residuos que pueden y deben ser destinados a la alimentación animal. Un número importante de los mismos tienen características nutritivas diferentes según el origen y el tipo de proceso industrial. En general presentan la particularidad de ser muy concentrados en uno o más nutrientes (proteínas, lípidos) por lo que se deben analizar cuidadosamente para poder combinarlos en forma correcta, con otros alimentos en dietas equilibradas (Parsi *et al*, 2001).

Estos son derivados de tres industrias: lechera, cárnica y pesquera. En términos generales son alimentos que contienen proteínas de alta calidad con un excelente balance de aminoácidos y muy ricos en minerales y vitaminas.

Para la utilización de este grupo deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Los subproductos de origen animal normalmente contienen importantes cantidades de grasa y son muy propensos a sufrir procesos de oxidación y rancidez.
- b) Deben ser procesados y almacenados adecuadamente para impedir el crecimiento de microorganismos. (Parsi *et al*, 2001)

El primer indicador de valor proteico de los alimentos de los animales es la proteína bruta. Tradicionalmente, hoy en día, las raciones de los animales se formulan para que aporten una determinada cantidad de proteína bruta. Aunque la digestibilidad puede verse afectada por varios motivos (taninos, antiproteasas, reacción de millard) por esto se tiene a expresar el valor proteico de los alimentos según la digestibilidad real de sus aminoácidos y en particular la biodisponibilidad de lisina, metionina, triptófano y treonina que son los aminoácidos esenciales que más frecuentemente limitan la síntesis proteica y los productos de origen animal son particularmente ricos en estos aminoácidos esenciales. Finalmente la cantidad de proteína que aportan los alimentos, se refiere a la cantidad de aminoácidos disponibles para la síntesis proteica (Bernal, 2010).

En ocasiones se utilizan subproductos tanto de origen vegetal y de molindas de origen animal como fuentes energéticas y de proteína, entre ellos los de avicultura, los cuales incluyen cama usada, gallinaza, aves muertas, plumas, sangre, vísceras, cáscaras de huevos y huevos descartados (Bernal, 2010).

Los residuos de comida provenientes de los servicios de alimentación colectiva y doméstica como restaurantes, cafeterías y concesionarios, deben de ser hervidos antes de darle a los animales a una temperatura de 100°C por 5´ desde que empieza su ebullición, de lo contrario los cerdos enfermarán y demorarán en engordar y el humano puede enfermarse al consumir una carne de mala calidad. Si la alimentación es a base de residuos de comida es recomendable agregar suplementos proteicos, con minerales, vitaminas y promotores de crecimiento. Esto se hace con animales ya destetados. (Egusquiza y Urteaga, SF).

### **2.8 Subproductos de matadero de las explotaciones avícolas.**

Los sub productos de origen animal son aquellos residuos que no se utilizan en elaboración de productos cárnicos y que pueden tener igualmente un aprovechamiento, algunas ventajas de su utilización son:

Económicas: La recuperación permite tener una remuneración que no hubiera sido posible al desperdiciarlas. La conveniencia de la industrialización depende de la información sobre las condiciones del mercado de los productos que se quieren

procesar. Además la creación de industria de transformación a nivel rural lleva consigo un aumento de las fuentes de trabajo en este medio (Bernal, 2010).

Higiénicas: Todos los residuos no utilizados atraen ratones, moscas, y otros insectos. Estos vuelven el lugar insalubre, crean peligro de epidemia y favorece la contaminación de los otros productos en la elaboración. El empleo de estos sub productos como alimento animal y fertilizante, mejora la higiene del lugar y aumenta los rendimientos agropecuarios (Bernal, 2010).

Ambientales: La mayoría de estos residuos orgánicos como sangre, vísceras no comestibles, huesos, plumas, hasta hace poco eran tratados de forma irracional y eran vertidos a alcantarillas o llevados a basureros, desperdiciando así una valiosa fuente de proteínas y contaminando el ambiente. Estos residuos procesados con una buena técnica conforman una materia prima importante en la formulación y fabricación de alimentos balanceados para animales (Pérez y Villegas, 2009).

### **2.8.1 Vísceras de pollo**

Las vísceras son consideradas como subproducto de origen animal y su valor nutritivo varía según las condiciones de elaboración. Presentan un 43.7 % de contenido proteico por lo que su alto valor biológico ayudan al crecimiento y obtención de peso adecuado en el desarrollo del animal (Alcívar, 2014).

El uso de vísceras de pollo en combinación con fuentes energéticas en la alimentación porcina, ha resultado una alternativa alimenticia en la producción de carne de cerdo. Este subproducto contiene valor alimenticio debido a la composición nutritiva de cantidad y calidad de las proteínas (Alcívar, 2014).

Usar tripa de pollo cocida en animales desde los 30kg de peso vivo, solo como suplemento (Egusquiza y Urteaga, SF).

En algunos mataderos los desechos de matanza son utilizados para la alimentación animal en forma directa o a través de rudimentarios procesos de transformación. En algunas regiones, la sangre y algunos desperdicios de matanza se mezclan y se cocen, suministrándose posteriormente a los animales, en especial, a los cerdos (Figueroa y Sánchez, 1997).

### **2.8.2 Harina de vísceras de pollo**

La harina de vísceras de pollo es un subproducto de origen animal, que se puede usar como fuente proteica (cuadro 5) para alimentar animales domésticos como los cerdos y que necesariamente debe ser combinada con subproductos de origen vegetal para

que la disponibilidad de aminoácidos se mantenga en equilibrio y se complemente con harina de maíz como fuente energética (Alcívar, 2014)

Es fundamental determinar la calidad del producto, para ello un parámetro determinante es la digestibilidad del contenido de proteína total ya que demostrará si el proceso se ha realizado de manera adecuada. El análisis de digestibilidad de pepsina es de los más corrientes para tal fin. Este es un procedimiento de control de calidad que proporciona información adicional acerca del valor nutricional de las harinas como fuente de proteínas. Niveles bajos de digestibilidad de pepsina (inferiores a 65%) indican que la harina no ha sido procesada correctamente, por lo que no es recomendable incluirla en la dieta de ningún animal ya que no podrá ser bien digerida. Niveles superiores a 80% indican un procesado excesivo con menor disponibilidad de cistina y de otros aminoácidos. Niveles comprendidos entre 66 y 80% se consideran adecuados (Parzanese, SF).

**Cuadro 5. Composición Nutricional de la harina de vísceras de pollo.**

<b>Análisis</b>	<b>Harina de vísceras de pollo</b>
Proteína Cruda (mínimo) %	55,0
Extracto etéreo (mínimo) %	10,0
Digestibilidad en pepsina (mínimo) %	60,0
Calcio (Máximo) %	5,0
Fósforo (mínimo) %	1,5

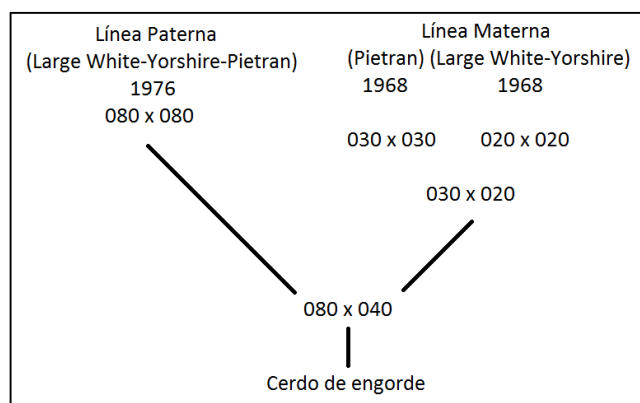
Fuente: Yauri, 2013.

En cuanto a la calidad microbiológica en muchos casos se considera que los ingredientes de origen avícola usados en plantas de alimentos balanceados pueden ser una fuente de contaminación bacteriana, principalmente de *Salmonella* sp. y enterobacterias y esto se debe a que en algunos casos los tratamientos térmicos a los que son expuestas las materias primas durante la elaboración de subproductos no son lo suficientemente efectivos. Al respecto se debe mencionar que actualmente la mayoría de las plantas procesan a temperaturas por debajo de 100° C, que no son suficientes para disminuir la carga microbiana hasta niveles aceptables. Otro grave inconveniente que contribuye al aumento de la carga bacteriana en las harinas es la contaminación cruzada que se produce debido a que muchas plantas no poseen zonas de almacenamiento de producto terminado aisladas de las materias primas sin procesar (Parzanese, SF).

Una vez finalizada la faena de las aves, los distintos desechos orgánicos se deterioran rápidamente aumentando significativamente su carga bacteriana. En las vísceras de pollo este proceso se acelera aún más porque están en contacto con los excrementos, que por su naturaleza, tienen una elevada carga de microorganismos. Es por ello que se debe evitar introducir las vísceras al proceso de elaboración de subproductos en estas condiciones, ya que el resultado será una harina de vísceras de pollo de muy baja calidad, baja estabilidad y alto contenido de bacterias (Parzanese, SF).

## 2.9 Línea genética Topigs (Dalland)

Es una línea genética que proviene de una serie de cruces como se observa en la figura 1.



**Figura 1. Pirámide de producción de Dalland TOPIGS**

**Fuente: Jiménez, 2005.**

El cerdo de engorde resultante posee buen crecimiento, carne magra, buena conformación, calidad de carne y conversión alimenticia (Jiménez, 2005)

El programa Topigs de Holanda proyectó los siguientes resultados con respecto a la genética (cuadro 6):

**Cuadro 6. Parámetros productivos del programa Topigs® Holanda año 2005.**

Cerdos 080 * C40	Año 2005
Ganancia Peso (g/día)	860
Consumo de alimento (kg/día)	2.18
Conversión alimenticia	2.53

Fuente: Jiménez, 2005

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Descripción del estudio.**

La investigación consistió en la evaluación de diferentes porcentajes de sustitución de proteína de la harina de soya por la de vísceras de pollo en la alimentación de los cerdos de la línea Topig® durante las etapas de desarrollo y engorde.

El ensayo de campo se desarrolló en el Municipio de San Francisco Gotera del Departamento de Morazán, el cual se encuentra a 240 msnm y está ubicado a 169 km al oriente de San Salvador y a 30 km noroeste de San Miguel (Figura A-1), cuyas coordenadas geográficas son: 13°43'16" LN (extremo septentrional), 13°38'04" LN (extremo meridional), 88°02'47" LWG (extremo occidental). Es de un clima tropical seco con una temperatura media anual de 26.1°C, precipitación anual de 1998 mm y una humedad relativa del 71% (Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), 2015).

#### **3.2 Duración de la Investigación**

La fase de campo del estudio se inició en el mes de Julio y finalizó en Septiembre de 2016, esta fase constó de 3 meses en la cual hubo 2 semanas de fase de adaptación, 5 semanas para fase de desarrollo y 5 semanas para fase de engorde. La fase correspondiente al análisis de datos y elaboración del documento final tuvo una duración de 3 meses, cumpliendo un total de 6 meses para el desarrollo completo de la investigación.

#### **3.3 Unidades experimentales.**

Se utilizaron 24 cerdos de la línea Topig® de 10 semanas de edad con un peso aproximado de 22 kg los cuales fueron llevados, durante la etapa de adaptación, al peso en el cual iniciaría la etapa de desarrollo. La media de los pesos iniciales de los cerdos fue de 34.62 kg con una desviación estándar de 3.00 kg, por lo tanto los pesos iniciales se manejaron en un rango de 31.62kg – 37.62kg. Se utilizaron un 50% de hembras y 50% de machos inmunocastrados en cada uno de los tratamientos.

#### **3.4 Instalaciones y Equipo**

Estos se ubicaron en una galera con un área de 138.22 m<sup>2</sup>, con un techo de 2.42 m de altura en la parte más alta y 2.16 m de altura en la parte más baja, dividida en 4 corrales con una dimensión de 8m<sup>2</sup>, estuvieron equipados con comederos de cemento en forma de canoa con una longitud de 3.30m y una profundidad de 15 cm divididos con varillas de hierro, además fueron provistos con bebederos tipo niple facilitando la disponibilidad de agua a los cerdos. También se realizaba una limpieza diaria de los corrales en horas tempranas de la mañana.

### 3.5 Equipo para tratamiento de vísceras.

Las vísceras utilizadas fueron únicamente conformadas por el tracto digestivo, riñones y pulmones. Para su respectiva cocción se utilizaron utensilios (capacidad de almacenamiento) como: barriles (189.27 lt), olla de aluminio (132.49 lt), removedor de madera, tamices, recipientes plásticos (189.27 lt) y báscula análoga.

### 3.6 Metodología de campo

#### 3.6.1 Distribución de los tratamientos.

Al iniciar la fase de adaptación los cerdos fueron pesados y llevados a los corrales de alojamiento durante la fase experimental y se repartieron al azar dejando 3 machos y 3 hembras.

Los tratamientos estuvieron formulados por diferentes niveles de sustitución de proteína del concentrado por proteína de vísceras de pollo como se describe en el siguiente cuadro:

#### Cuadro 7. Conformación de los tratamientos.

Tratamientos	
T0	Alimentación tradicional a base de concentrado
T1	Concentrado + vísceras de pollo sustituyendo 15% de la PC.
T2	Concentrado + vísceras de pollo sustituyendo 30% de la PC
T3	Concentrado + vísceras de pollo sustituyendo 45% de la PC

#### 3.6.2 Manejo Sanitario de los cerdos.

Los corrales de experimentación se limpiaron y desinfectaron previamente con hipoclorito de sodio al 5% para poder alojar los cerdos. Al segundo día de llevados los cerdos a las instalaciones se les aplicó una desparasitación oral a través del alimento utilizando Albendazol 4% como antiparasitario interno y otra dosis a los 15 días; ellos ya presentaban su plan de vacunación completo. Los cerdos machos fueron inmunocastrados, aplicando una dosis de 2 ml de la vacuna de la inmunocastración por cerdo vía subcutánea utilizando una pistola dosificadora; recibiendo la primera dosis cuando ellos presentaban catorce semanas de edad y un refuerzo cuando ellos tuvieron dieciocho semanas de edad.

#### 3.6.3 Manejo de los cerdos en la fase de adaptación.

Las dietas alimenticias utilizadas en esta fase para los cerdos, fueron las correspondientes a las de la etapa de desarrollo. El primer día se proporcionó la ración completa pero hubo alimento sobrante; así que el segundo día se disminuyó la

cantidad de la ración total a la mitad continuando de esa manera hasta el día 4 de la fase de adaptación. Al día 5 se cambió la ración y se ofreció el 75% de la ración total continuando así hasta el día 14 de esta fase, ya que al iniciar la etapa de desarrollo se procedió a ofrecer la ración alimenticia correspondiente. Durante la fase de adaptación los cerdos fueron monitoreados para observar y mitigar problemas de salud.

### 3.6.4 Preparación del alimento.

El concentrado que se proporcionó a los cerdos fue elaborado a partir de los requerimientos nutricionales de cerdos Topigs® (cuadro 8).

#### **Cuadro 8. Requerimientos nutricionales de cerdos en las etapas de desarrollo y engorde.**

<b>Etapas</b>	<b>PC (%)</b>	<b>ED (Kcal/kg)</b>	<b>Lisina (%)</b>	<b>Metionina (%)</b>	<b>Ca (%)</b>	<b>P Total (%)</b>
Desarrollo	16,0	3400	0,75	0,2	0,5	0,45
Engorde	15,0	3400	0,6	0,16	0,45	0,40

Fuente: Manual alimentación finalizadores Topigs®, 2012

La formulación se realizó por programación lineal utilizando la composición nutricional de las materias primas en el programa Excel® 2010; se elaboraron 4 concentrados con sustitución de 0%, 15%, 30% y 45% de proteína del concentrado por proteína de vísceras. Las fórmulas para la etapa de desarrollo se presentan en el cuadro 14 y las de engorde en el cuadro 15. Debido a que las vísceras fueron ofrecidas húmedas, debió hacerse un ajuste a este ingrediente para llevarlo a un equivalente de 90% de materia seca para poder comparar con el concentrado testigo. Este ajuste se realizó debido a que las vísceras se adicionaban tal como ofrecidas a la formulación del concentrado y era necesario eliminar el contenido de agua para adicionar la víscera como un ingrediente en base seca, que pasara a ser un componente más de la fórmula del concentrado.

### 3.6.5 Preparación de las vísceras de pollo

Las vísceras de pollo se obtuvieron diariamente por la mañana, siendo trasladadas en barriles al lugar de la investigación. Tomando en cuenta que las vísceras son un producto perecedero y con un tiempo de descomposición rápido, fueron sometidas a un proceso de cocción durante 25 minutos a punto de ebullición utilizando como fuente primaria de energía, leña; la cual fue obtenida del arbusto carbonero. Las vísceras se vertían al recipiente de aluminio utilizado para la cocción, cuando el agua se encontraba en punto de ebullición, antes de ser vertidas se seleccionaban otros subproductos como patas y cabezas dejando únicamente las vísceras, las cuales eran

vertidas tal cual se obtenían, es decir no sufrieron ningún procedimiento como molido, un lavado previo o eliminación del excremento. En dicho proceso de cocción se eliminaba el exceso de grasa utilizando un removedor de aluminio para extraer la espuma y la grasa que se formaba durante todo el tiempo de cocción. Las vísceras se colocaban en los tamices para su posterior secado y se dejaban enfriar para luego pesar la ración correspondiente de vísceras a proporcionar y luego ser mezcladas con el concentrado.

La ración de los cerdos fue dividida en dos partes y se proporcionó por la mañana y otra por la tarde, a las 8:00 am y 4:00 pm respectivamente (cuadros 9 y 10). La ración alimenticia proporcionada por la tarde fue la que produjo la cantidad de alimento rechazado por parte de los cerdos, comiéndose siempre las vísceras de pollo pero dejando parte del concentrado ya que durante la noche los cerdos descansaban y era muy poco el consumo de alimento durante las horas nocturnas:

**Cuadro 9. Raciones alimenticias proporcionadas en cada tiempo de alimentación ofrecido en la etapa de desarrollo.**

Etapa desarrollo			
Tratamientos	Concentrado (kg/tiempo de ración ofrecida)	Vísceras de pollo (kg/tiempo de ración ofrecida)	Ración total/tiempo de alimento /cerdo
T0	1.091	0	1.091
T1	1.051	0.104	1.155
T2	1.011	0.209	1.22
T3	0.884	0.313	1.197

**Cuadro 10. Raciones alimenticias proporcionadas en cada tiempo de alimentación ofrecido en la etapa de engorde.**

Etapa de engorde			
Tratamientos	Concentrado (kg/tiempo de ración ofrecida)	Vísceras de pollo (kg/tiempo de ración ofrecida)	Ración total/tiempo de alimento/cerdo
T0	1.718	0	1.718
T1	1.659	0.154	1.813
T2	1.593	0.329	1.922
T3	1.531	0.493	2.024

Antes de proporcionar la ración alimenticia por la mañana, se recogía el alimento sobrante del día anterior el cual se pesaba en una báscula análoga y dichas cantidades se llevaban registradas en una libreta de campo.

### 3.6.6 Toma de datos

La toma de datos consistió en el control del consumo que se realizó diariamente por medio del registro de la oferta y el rechazo de alimento en el corral<sup>1</sup> (kg) (cuadro A-19 y A-20) y el peso vivo (kg) que se realizó al final de cada semana en base individual con una báscula con capacidad de 227kg.

### 3.7 Metodología de laboratorio.

#### 3.7.1 Análisis Bromatológico

Para determinar la composición nutricional de las vísceras de pollo (cuadro 11) (Cuadro A-1) se realizó en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas un análisis bromatológico y con los valores obtenidos en base a materia seca se procedió a la realización de las formulaciones de las dietas alimenticias. También se realizó un análisis bromatológico a la formulaciones elaboradas en Microsoft Excel® para comprobar el contenido proteico de cada una (Cuadro 12 y cuadro A-2).

**Cuadro 11. Análisis bromatológico de vísceras de pollo cocidas en base seca.**

Determinación	Humedad%	Proteína %	Ceniza %	P %	Ca %
Vísceras de pollo cocidas	62.34	65.63	8.49	1.45	1.10

Fuente: Departamento de Química, FCCA, UES, 2016

**Cuadro 12. Análisis bromatológico de las formulaciones alimenticias para la etapa de desarrollo y engorde.**

Tratamientos	Proteína (%)	
	Desarrollo	Engorde
T0: 0%	14.49	14.31
T1: 15%	15.49	14.62
T2: 30%	15.6	15.01
T3: 45%	15.51	14.73

Fuente: Departamento de Química, FCCA, UES, 2016

#### 3.7.2 Formulación de las dietas.

Con base en los análisis de laboratorio se desarrollaron las dietas experimentales cuadro 13 y 14, para ello se utilizó el valor nutricional de las vísceras en base seca tal como se analizaron.

<sup>1</sup> El rechazo de alimento fue registrado diariamente anexándose los promedios semanales para cada uno de los tratamientos en la etapa de desarrollo y engorde, obtenidos a través del programa Infostat®.

**Cuadro 13. Composición de la fórmula de la dieta para etapa de desarrollo, sustitución del 0%, 15%, 30%, 45% de la proteína cruda.**

<b>Materia prima %</b>	<b>T0 (0%)</b>	<b>T1 (15%)</b>	<b>T2 (30%)</b>	<b>T3 (45%)</b>
Vísceras de pollo*	0.00	3.64	7.27	10.91
Soya	22.10	16.80	11.90	6.70
Maíz	64.75	65.91	65.43	67.74
Melaza	5.00	6.00	8.00	7.00
Grasa	3.50	3.00	2.75	3.00
Afrecho	3.00	3.00	3.00	3.00
Sal	0.25	0.25	0.25	0.25
Fosfato	0.30	0.30	0.30	0.30
Carbonato	0.60	0.60	0.60	0.60
Prem Vit	0.50	0.50	0.50	0.50
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

\*En base seca

**Cuadro 14. Composición de la fórmula de la dieta para etapa de engorde, sustitución del 0%, 15%, 30%, 45% de la proteína cruda.**

<b>Materia prima %</b>	<b>T0 (0%)</b>	<b>T1 (15%)</b>	<b>T2 (30%)</b>	<b>T3 (45%)</b>
Vísceras de pollo*	0.00	3.41	6.81	10.23
Soya	19.60	14.60	9.90	5.20
Maíz	67.70	68.79	68.59	70.87
Melaza	5.00	6.00	8.00	7.00
Grasa	3.50	3.00	2.50	2.50
Afrecho	2.55	2.55	2.55	2.55
Sal	0.40	0.40	0.40	0.40
Fosfato	0.15	0.15	0.15	0.15
Carbonato	0.60	0.60	0.60	0.60
Prem Vit	0.50	0.50	0.50	0.50
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

\*En base seca

Las cantidades de concentrado y de vísceras de pollo en base seca y su equivalente en fresco ofrecidas por día se presentan en los cuadros 15 y 16 para las etapas de desarrollo y engorde respectivamente. Los consumos para las fases de desarrollo y engorde se obtuvieron de la guía de manejo de Topigs® y los promedios mediante la programación lineal de Microsoft Excel®.

**Cuadro 15. Ofrecimiento de concentrado y vísceras de pollo en equivalente seco y húmedo (kg/cerdo/día) estimado en la etapa de desarrollo.**

CONSUMOS	T0 (0%)	T1 (15%)	T2 (30%)	T3 (45%)
Concentrado (kg/día/cerdo)	2.182	2.103	2.023	1.944
Vísceras de pollo (tal como ofrecido)(kg/día/cerdo)	0.00	0.209	0.417	0.626
TOTAL	2.182	2.312	2.44	2.57

**Cuadro 16 Ofrecimiento de concentrado y vísceras de pollo en equivalente seco y húmedo (kg/cerdo/día) estimado en la etapa de engorde.**

CONSUMOS	T0 (0%)	T1 (15%)	T2 (30%)	T3 (45%)
Concentrado (kg/día/cerdo)	3.436	3.319	3.186	3.061
Vísceras de pollo (tal como ofrecido) (kg/día/cerdo)	0.00	0.308	0.657	0.986
TOTAL	3.436	3.627	3.843	4.047

### 3.8 Metodología estadística

El diseño estadístico utilizado en la investigación fue un Completamente al azar, teniendo una cantidad de 4 tratamientos con 6 repeticiones cada uno y para el análisis de resultados se utilizó estadística descriptiva e inferencial. En la estadística descriptiva se ejecutaron y analizaron medidas de tendencia central y de dispersión; representados por cuadros y gráficos. También se obtuvieron medias globales para cada tratamiento en sus correspondientes etapas para el análisis general del comportamiento de las variables. Para las pruebas inferenciales se aplicó un nivel de confiabilidad del 95% ( $P \leq 0.05$ ). Las pruebas estadísticas fueron ejecutadas a través del programa estadístico Infostat® y Microsoft Excel®. Todos los análisis se dividieron según la etapa de los cerdos: desarrollo y engorde.

**Modelo estadístico de un Diseño Completamente al azar.**

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \epsilon_{ij}$$

En donde:

**Y<sub>ij</sub>**: Variable respuesta de la ij-ésima unidad experimental

**μ**: Efecto de la media general

**t<sub>i</sub>**: Efecto del i-ésimo tratamiento

**ε<sub>ij</sub>**: Efecto del error experimental asociado a la i-ésima unidad experimental

Para demostrar si hubo diferencias significativas entre las fuentes de variación intergrupales (tratamientos) (cuadro 7) se aplicó un Análisis de Varianza (ANVA) según Fischer y quedó constituido de la siguiente manera (cuadro 17):

**Cuadro 17. ANVA según Fischer para un diseño completamente al azar.**

<b>F. de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>P valor</b>
Tratamientos	3			
Error	20			-
<b>Total</b>	<b>23</b>			

Si los tratamientos presentaron diferencias significativas se aplicó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan y todo se realizó para las variables estudiadas, es decir, consumo de alimento, pesos, ganancia de peso y conversión alimenticia tanto para la etapa de desarrollo como engorde.

### **3.8.1 Variables estudiadas**

#### **3.8.1.1 Consumo de alimento.**

El consumo de alimento (kg) diario por corral se estimó sustrayendo a la cantidad ofrecida la cantidad rechazada de alimento con la siguiente fórmula.

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Cantidad ofrecida} - \text{Cantidad rechazada}$$

El consumo se convertirá en individual dividiendo el consumo colectivo entre los seis cerdos.

#### **3.8.1.2 Peso vivo.**

El peso vivo (kg) se tomó cada 7 días en horas frescas de la mañana antes de proporcionar la ración alimenticia y se utilizó una báscula con capacidad de 227kg y una jaula en la cual se introdujo el cerdo para poder hacer el respectivo pesaje.

### 3.8.1.3 Ganancia de peso

La ganancia de peso (kg) semanal se calculó para cada cerdo por diferencia del peso final menos el peso inicial de la semana como se describe a continuación:

Ganancia de peso = Peso Final – Peso Inicial

### 3.8.1.4 Conversión alimenticia.

La conversión alimenticia se utilizó para determinar la eficiencia con que el alimento fue utilizado por el animal. Se calculó semanalmente dividiendo el total de alimento consumido en una semana entre la ganancia de peso de cada cerdo como sigue:

$$\text{Conversión} = \frac{\text{Total alimento consumido}}{\text{Aumento total de peso}}$$

## 3.9 Metodología económica

El análisis económico se conformó de dos partes:

**Análisis de Presupuesto parcial:** es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos.

**Análisis marginal:** se incluyen los costos variables con énfasis en las fuentes de variación en estudio (tratamientos). Posteriormente se realiza un Análisis de dominancia a fin de determinar si un tratamiento domina cuando tiene beneficios netos mayores o iguales a los de un tratamiento (testigo).

La tasa de retorno marginal es el beneficio neto marginal dividido por el costo marginal; según los tratamientos en comparación con el estímulo testigo. Este indicador destaca la pertinencia económica sobre la cual se puede decidir usar o no un tratamiento (CIMMYT, 1988).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Consumo de alimento.

El análisis estadístico inferencial para esta variable se realizó para la quinta y décima semana; dado que son los últimos períodos de la fase de desarrollo y engorde respectivamente, en las cuales se supone que los cerdos tienen una plena adaptación a las raciones de alimento.

Se ejecutó el respectivo Análisis de Varianza para la quinta semana (Cuadro A-3) el cual demostró que hubo diferencias significativas ( $P < 0.0001$ ) y para la décima semana (cuadro A-4); el cual demostró que hubo diferencias significativas ( $P < 0.0001$ ) en el consumo de alimento de los cerdos de acuerdo a los tratamientos, por lo que se aplicó la prueba de Rangos múltiples de Duncan para cada una de las semanas (cuadro 18 y 19):

**Cuadro 18. Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para el consumo diario de alimento (kg) en la quinta semana de la fase de desarrollo.**

Tratamientos	Conformación	Medias (kg)
T0	Concentrado	1.86 d
T1	15% vísceras	2.03 c
T2	30% vísceras	2.35 b
T3	45% vísceras	2.54 a

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

A través de esta prueba se observó que el T3 produjo el mayor consumo de alimento; seguido del T2 y este último seguido por T1, finalmente T0 produjo los menores consumos de alimento comparadas con las demás dietas anteriores.

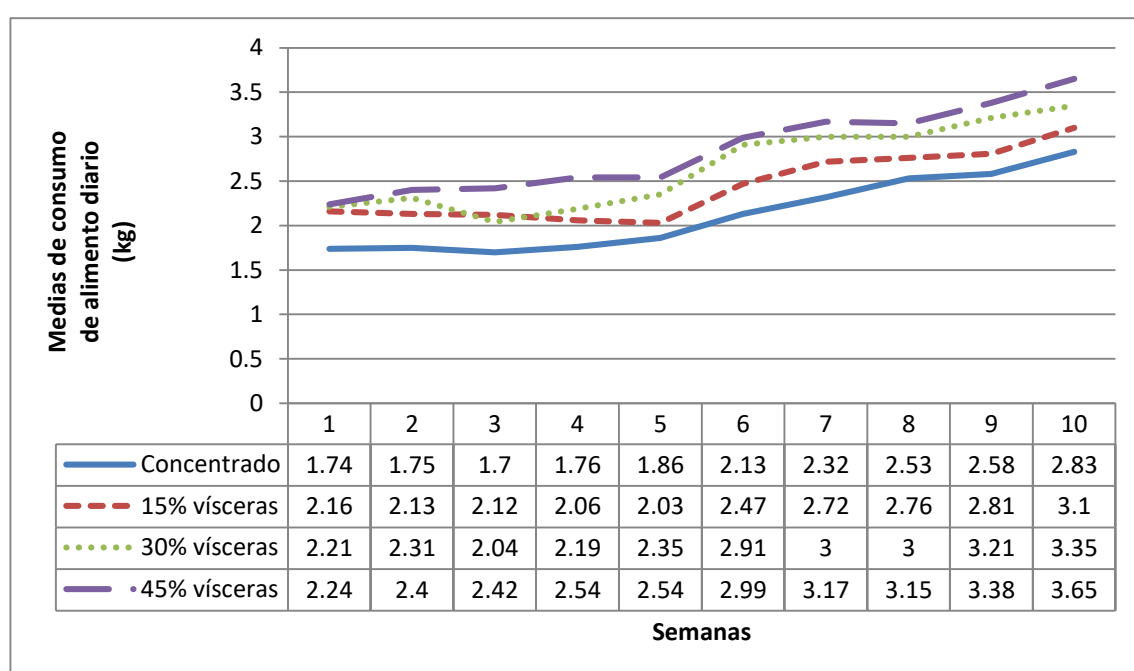
**Cuadro 19. Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para el consumo diario de alimento (kg) en la décima semana de la fase de engorde.**

Tratamientos	Medias
T0	2.83 d
T1	3.10 c
T2	3.35 b
T3	3.65 a

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

La prueba de Duncan demostró que en la fase de engorde el T3 produjo el mayor consumo de alimento; seguido de T2, este seguido por T1 y finalmente el T0

En la medida que se sustituyó mayor porcentaje de la proteína cruda del concentrado por proteína de las vísceras, el consumo de alimento aumentó (Figura 2); ya que al haber una mayor cantidad de vísceras hace posiblemente más apetecible la ración alimenticia siendo esta la de mayor preferencia. Según García y De Loera (2012) señalan que la utilización de sistemas de alimentación mixtos (húmedos/secos) o solamente húmedos muestran un mayor consumo de alimento mejorando ganancias diarias de peso y pesos vivos por lo tanto hay un mayor rendimiento productivo de los cerdos y las vísceras de pollo fueron tal como ofrecidas por lo tanto al proporcionar la ración alimenticia estas iban de forma húmeda.



**Figura 2. Medias de consumo de alimento diario (kg) en la etapa de desarrollo y engorde.**

Para el análisis descriptivo de esta variable se obtuvieron medias globales para cada tratamiento en su correspondiente etapa. Para la fase de desarrollo (Cuadro A-5) que correspondió de la semana 1 a la 5, el T0 produjo los promedios de consumo de alimento más bajos con una media global de 1.76 kg/día. Por su parte, el T1 y T2 produjeron medias de consumo de 2.10 kg/día y 2.22 kg/día, respectivamente. El T3 produjo las medias de consumo de alimento más altas; con una media global de 2.43 kg/día. Este último al ser comparado con el parámetro estimado según Padilla (2007) que es de 2.0-2.20 kg/día durante la fase de desarrollo se obtuvo un mayor consumo de alimento como se menciona anteriormente. Según Campabadal 2009 el consumo

de alimento para la etapa de desarrollo debe de ser de 2.0 kg/día, para Jiménez (2005) el consumo es de 2.18 kg/día, Uceda (2016) el consumo de alimento es de 2.31 kg/día, parámetros que también fueron superados por el obtenido al sustituir el 45% de proteína del concentrado por la proteína de la vísceras de pollo (T3).

En el estudio “Utilización de dos niveles de harina de vísceras de pollos (HVP) en reemplazo de proteína tradicionales en dietas de crecimiento y acabado de cerdos” (Alcívar 2014) los consumos de alimentos obtenidos para los diferentes tratamientos 0%, 10% y 15% de harina de vísceras fueron de 1.51 kg/día, 1.63 kg/día y 1.53 kg/día respectivamente; valores menores a los obtenidos en el presente estudio. En la investigación “Las vísceras de pollo como alimento único en la engorda de cerdos” (Aguilar 1983) obtuvieron un consumo promedio diario de alimento de 3.34 kg/día en aquellos tratamientos que la ración alimenticia fue conformada únicamente por las vísceras de pollo siendo un valor mayor al obtenido en el estudio; y a los tratamientos que se les proporcionaba un concentrado comercial produjeron un consumo promedio de alimento de 2.0 kg/día valor superado por todos los tratamientos estudiados.

En esta fase de desarrollo durante la tercera semana se observó una disminución en el consumo de alimento por parte del T2, lo cual es justificado porque al finalizar la semana dos de desarrollo, los cerdos machos tenían una edad de catorce semanas en la cual se aplicó la primera dosis de la vacuna de la inmunocastración, en este tratamiento uno de los cerdos tuvo reacción anafiláctica a la vacuna lo que produjo un estado de decaimiento del animal durante 2 días en los cuales disminuyó su consumo de alimento y afectó los promedios de esa semana (figura 2).

Para la etapa de engorde que correspondió de la semana 6 a la 10 se obtuvo un comportamiento similar que en la fase de desarrollo. El T0 produjo los promedios de consumo de alimento más bajos con una media global (Cuadro A-6) de 2.48 kg/día. Por su parte, el T1 y T2 produjeron medias de consumo más altas respecto al T0. Las medias globales de consumo para ambas raciones fueron de 2.77 kg/día y 3.10 kg/día. El T3 produjo las medias de consumo de alimento más altas con una media global de 3.27 kg/día siendo este superior a los demás tratamientos.

Al comparar el consumo de alimento de esta etapa de engorde con el parámetro de referencia que reporta Padilla (2007) que es de 3.0-3.27 kg/día se observa que T2 y T3 obtuvieron resultados similares, siendo mejor T3; según Campabadal (2009) el consumo de alimento estimado debería de ser de 3.0 kg/día, Uceda 2016 estima un consumo de 3.16 kg/día y Jiménez (2005) un consumo de alimento general de 2.18 kg/día; parámetros también superados por el obtenido en este estudio por el T3. En el

estudio por Alcívar (2014) en la fase de engorde obtuvo un consumo promedio de alimento de 1.91 kg/día (0% HVP), 2.0 kg/día (10% HVP) y 1.88 kg/día (15% HVP) valores menores a los obtenidos en la presente investigación. En el estudio de Aguilar (1983) obtuvo un consumo promedio diario de alimento de 3.34 kg/día en aquellos tratamientos que la ración alimenticia fue conformada únicamente por las vísceras de pollo y a los tratamientos que se les proporcionaba un concentrado comercial produjeron un consumo promedio de alimento de 2.0 kg/día, este último valor es superado por el obtenido en la presente investigación y acercándose al valor obtenido para aquellos tratamientos en los cuales eran únicamente alimentados con las vísceras de pollo.

Lo cual indica que para esta variable tanto para la etapa de desarrollo como engorde al sustituir el 45% de la proteína de harina de soya por la proteína de las vísceras de pollo en las dietas alimenticias se obtuvo un parámetro productivo aceptable manteniéndose similares a los valores de referencia.

#### **4.2 Peso vivo.**

Se ejecutó el respectivo Análisis de Varianza para la quinta (Cuadro A-7) y décima semana (Cuadro A-8) ya que los cerdos en esas semanas alcanzaron el peso con el que finalizaron cada etapa; el cual demostró que para la etapa de desarrollo no hubo diferencias significativas ( $P=0.0736$ ) y para la etapa de engorde si hubo diferencias significativas ( $P=0.0308$ ) entre los pesos de los cerdos de acuerdo a los tratamientos, por lo que se aplicó la prueba de Rangos múltiples de Duncan para la décima semana (cuadro 20):

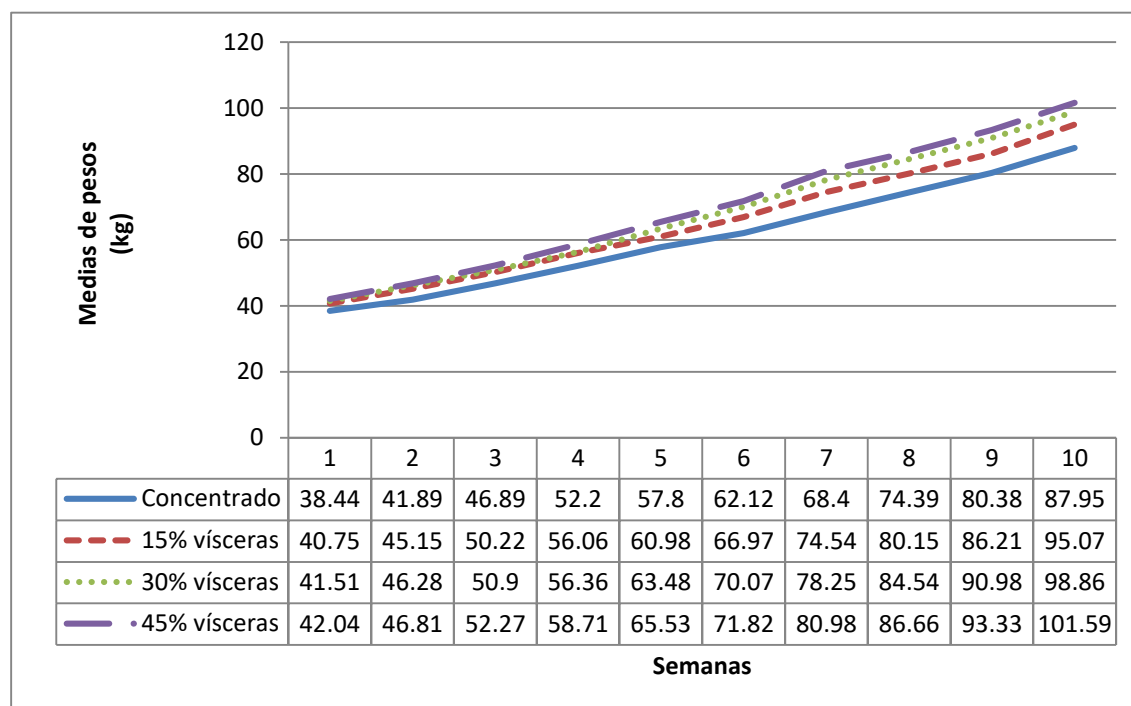
#### **Cuadro 20. Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para peso vivo de los cerdos (kg) en la fase de engorde.**

Tratamiento	Medias
T0	87.95 a
T1	95.07 a b
T2	98.86 b
T3	101.59 b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Con la prueba de Duncan se demostró que para la etapa de engorde el T1, T2 y T3 produjeron los mejores pesos vivos en comparación con el T0 y entre ellos no son significativamente diferentes. Y al observar las medias del T3 presentó los mejores pesos vivos.

Como se muestra en la figura 3 los pesos de los cerdos fueron aumentando en la medida que transcurría el tiempo; de modo que es más relevante analizar los pesos de la quinta semana y décima semana por lo mencionado anteriormente.



**Figura 3. Medias semanales de los pesos de los cerdos (kg) en la fase de desarrollo y engorde.**

Para la semana 5 que correspondió a la última semana de la fase de desarrollo, la media más baja fue producida por el T0 que obtuvo una media de 57.8 kg mientras que la media más altas fue producida por el T3 que fue de 65.53 kg. El T1 y T2 tuvieron medias de 60.98 kg y 63.48 kg, respectivamente. Es decir, que con los porcentajes de sustitución utilizados en este estudio los pesos de los cerdos aumentaron en la medida que se incrementó el porcentaje de vísceras.

El desempeño mostrado por parte de los cerdos en esta variable coincide con lo reflejado en el consumo de alimento, ya que estas dos variables están íntimamente relacionadas al ser directamente proporcionales porque al tener un mayor consumo de alimento se obtiene un mayor peso vivo. Al comparar los pesos finales obtenidos por Alcívar (2014) los cuales fueron 57.17 kg (0% HVP), 56.49 (10% HVP), 56.75 kg (15% HVP) en la etapa de desarrollo se puede observar que los pesos finales para la etapa de desarrollo en este estudio son mejores a los obtenidos en dicha investigación (figura 3). En el análisis bromatológico realizado a las formulaciones alimenticias se puede observar que los porcentajes de proteína obtenidos para el T2 y T3 son los que se acercan más al requerimiento nutricional del cerdo Topig® para la etapa de

desarrollo por lo tanto eso justifica que sean los tratamientos con mayores pesos vivos, ya que según Campabadal (2009) en la etapa de desarrollo el cerdo forma su mayor cantidad de tejido magro por lo tanto al cumplir con el requerimiento el cerdo aprovecha de manera eficiente la proteína.

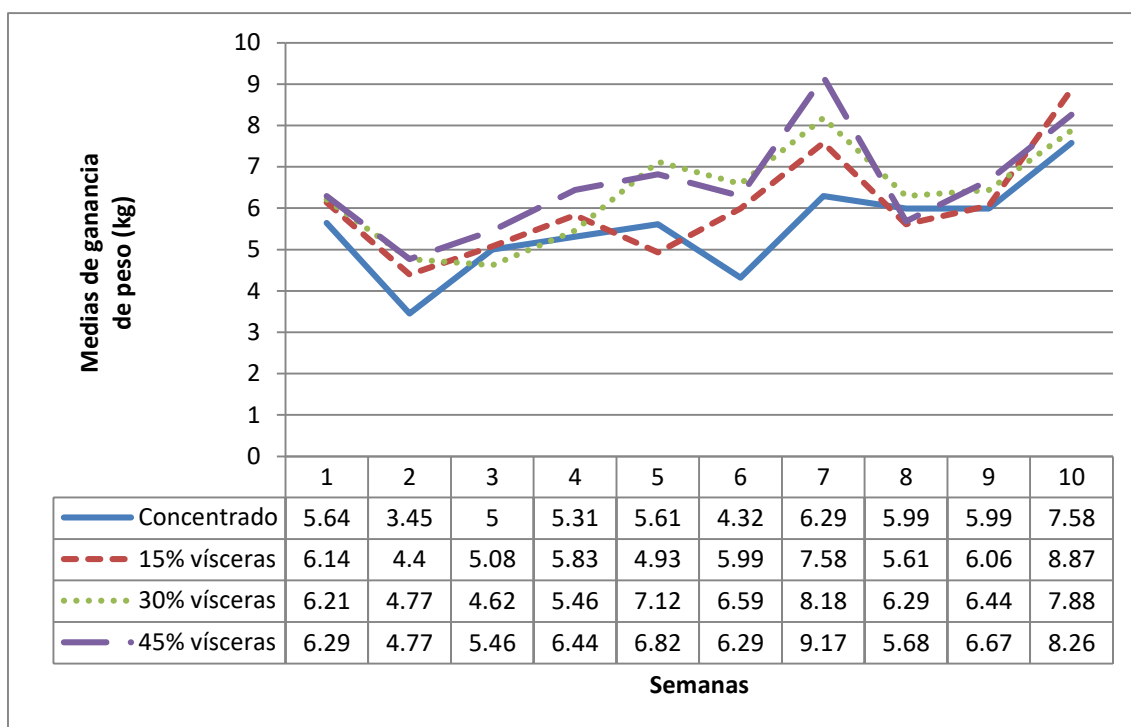
Para la etapa de engorde el T0 produjo los pesos más bajos respecto a las raciones que contenían una proporción de vísceras. En la última semana de esta fase, las medias de pesos más altas fueron producidas por T3 que fue de 101.59 kg, seguido por T2 con una media de 98.86 kg. Presentaron las medias más bajas el T0 y T1 las cuales fueron 87.95 kg y 95.07 kg, respectivamente.

Con respecto al peso vivo durante esta etapa de engorde tiene un comportamiento similar que en la etapa de desarrollo obteniendo la misma tendencia de ser directamente proporcionales con el consumo de alimento en la misma fase. Al finalizar esta etapa se puede observar que los tratamientos 1, 2 y 3 llegaron al peso de mercado registrado por Campabadal (2009) el cual es de 90-100kg estando listos para el sacrificio los cerdos con una edad de 21 semanas, lo cual se cumple lo establecido por el mismo autor de llevar a un cerdo al peso de mercado en el menor tiempo posible. Al comparar con Alcívar (2014) los pesos finales que fueron 91.65 kg (0% HVP), 88.95 kg (10% HVP) y 90.60 kg (15% HVP) se observa que los pesos finales obtenidos en el presente estudio tienen una mejor respuesta productiva.

#### **4.3 Ganancia de peso**

El Análisis de Varianza para la fase desarrollo (Cuadro A-9) demostró que no hubo diferencias significativas ( $P=0.0878$ ) y para la fase de engorde (Cuadro A-10) demostró que no se produjeron diferencias significativas ( $P=0.1741$ ) para esta variable.

Como muestra la figura 4 tanto en la etapa de desarrollo como engorde hubo una variación en la ganancia de peso al transcurrir las semanas del experimento manteniéndose en la mayoría de las semanas el T3 superior al resto de los tratamientos.



**Figura 4. Medias de las ganancias de peso semanal (kg) en la fase de desarrollo y engorde**

Durante toda la fase de desarrollo el T3 produjo las medias más altas, obteniendo una media global (Cuadro A-11) de 5.96 kg/semana. Para el T0, T1 y T2 presentaron las medias más bajas con respecto a la mencionada anteriormente, teniendo medias globales de 5 kg/semana, 5.28 kg/semana y 5.64kg/semana, respectivamente.

Según Padilla (2007) la ganancia de peso estimada debería de ser para la etapa de desarrollo 4.9-5.25 kg/semana y los valores obtenidos en este estudio para los tratamientos 1, 2 y 3 son superiores al rango establecido y el valor del T0 se mantiene dentro del rango. Jiménez (2005) estableció una ganancia de peso de 6.01 kg/semana acercándose a ese valor el T3. Uceda (2016) estimó una ganancia de peso para la etapa de desarrollo de 5.95 kg/ semana media similar a la obtenida por el T3. En el estudio de Alcívar (2014) los resultados obtenidos para esta variable fueron 4.34 kg/semana (0% HVP), 4.20 kg/semana (10% HVP) y 4.27 kg/semana (15% HVP); Aguilar 1983 obtuvo una ganancia de peso promedio para aquellos tratamientos a los que se les proporcionaba únicamente vísceras de pollo de 3.42 kg/ semana valores que quedan inferiores a los obtenido en este estudio.

Para esta variable puede observarse que al finalizar la segunda semana de la etapa de desarrollo los tratamientos estudiados obtuvieron menores ganancias de peso en relación a las obtenidas en la primera semana, efecto provocado ya que los cerdos

machos al no ser castrados quirúrgicamente a temprana edad y al estar en presencia de hembras se observó un comportamiento de monta en cerdos jóvenes aproximadamente a los 3 meses de edad provocando un aumento del líbido sexual en consecuencia los machos tuvieron la tendencia de disminución en el consumo de alimento por lo que repercute en la ganancia de peso y este efecto está íntimamente relacionado con la conversión alimenticia ya que en la misma semana se ve un aumento para dicha variable por lo que el cerdo a no cubrir sus requerimientos nutricionales hay un aprovechamiento ineficiente del alimento.

También se observó en la figura 4 que de la cuarta a la quinta semana hay un aumento en ganancia de peso del T0, T2 y T3 pero una disminución en el T1 lo cual se debió a que los cerdos de ese tratamiento fisiológicamente al ir aumentando de peso y al ser de su preferencia las vísceras de pollo tenían la necesidad de mayor cantidad de vísceras en la ración alimenticia lo cual provocó que al realizar la transición de la fase de desarrollo a engorde (semana 5 a la 6) este tratamiento tuvo la mayor ganancia de peso al finalizar la sexta semana. Caso contrario con el T0, T2 y T3 que al aumentar la ración alimenticia disminuyeron su ganancia de peso debido a que tenían que acomodarse a la ración de la etapa de engorde.

En la fase de engorde el T0 produjo las medias más bajas obteniendo una media global (cuadro A-12) de 6.03kg/semana, el T1 tuvo una media de 6.82 kg/semana, para el T2 fue de 7.08 kg/semana. Durante la segunda semana se obtuvo la mayor alza en las ganancias de peso como se muestra en figura 4, siempre superando al resto el T3 teniendo una media global de 7.20 kg/semana. A partir de la tercera semana, las ganancias de peso se comportaron similares, aunque con leves diferencias favoreciendo las dietas que incorporaban vísceras de pollo.

Al realizar la comparación con los valores que se esperan obtener según Padilla (2007) en la ganancia de peso durante la fase de engorde es de 5.6-5.95 kg/semana obteniendo tanto para el tratamiento que presenta la media más baja (T0) como para el de la media más alta que es el T3 valores mayores a los de referencia. En el estudio por Alcívar (2014) los valores obtenidos de la ganancia de peso en la fase de engorde fueron 5.18 kg/semana (0% HVP), 4.90 kg/semana (10% HVP) y 5.11 kg/semana (15% HVP) valores que quedan por debajo de los obtenidos en la presente investigación. Uceda (2016) estimó un ganancia de peso en la etapa de engorde de 7 kg/ semana valor que es superado por el obtenido para los tratamientos 2 y 3.

Se observó un alza en la ganancia de peso en la segunda semana de esta etapa de engorde (figura 4) ya que al finalizar los cerdos tenían 18 semanas de edad, semana en el cual se aplicó el refuerzo de la vacuna de la inmunocastración lo que produjo que los cerdos machos tuvieran un mayor cambio en su comportamiento sexual volviéndose los machos más pasivos lo que probablemente produjo un mayor consumo de alimento y en consecuencia mayores ganancias de pesos.

Para esta variable tanto en la etapa de desarrollo como engorde el tratamiento con mejor desempeño fue el T3.

#### 4.4 Conversión alimenticia

El Análisis de Varianza para la fase desarrollo (cuadro A-13) demostró que no hubo diferencias significativas ( $P=0.6581$ ) y para la fase de engorde (cuadro A-14) no se produjeron diferencias significativas ( $P=0.2662$ ) en los tratamientos estudiados.

En el análisis descriptivo se observan variaciones entre las medias semanales de los tratamientos durante la fase de desarrollo y engorde como se muestra en la figura 5.



**Figura 5. Medias de la conversión alimenticia semanal de los cerdos en la fase de desarrollo y engorde.**

Al inicio de la fase de desarrollo los tratamientos tuvieron similares conversiones, produciéndose un alza en la segunda semana como se muestra en la figura 5 presentando la mejor conversión alimenticia el T3; mientras que en el resto de las semanas el tratamiento que presentó la media más baja fue el T0 siendo esta la mejor durante la fase de desarrollo con una media global (Cuadro A-15) de 2.46 unidades. El

T1, T2 y T3 presentaron medias globales de 2.69, 2.78 y 2.56 unidades, respectivamente.

Al comparar el parámetro productivo de la conversión alimenticia según Padilla (2007) los valores esperados para la etapa de desarrollo son 2.75-3.0 unidades por lo tanto se observa que el T0 con una media global de 2.46 kg/kg obtuvo un mejor valor al de referencia, pero el resto de los tratamientos aunque presentan mayores conversiones alimenticias que las del T0 esos valores se acercan o se mantienen dentro del rango estipulado. Según Jiménez (2005) estimó una conversión alimenticia de 2.53 unidades valor que queda por debajo del obtenido por el T0 y es similar al T3. Uceda (2016) estimó para la etapa de desarrollo una conversión alimenticia de 1.86 unidades valor que supera a los obtenidos en la presente investigación. En el estudio de Alcívar (2014) para la etapa de desarrollo sus parámetros fueron 2.40 (0% HVP), 2.71 (10% HVP) y 2.50 (15% HVP) valores superados por el T0 de la presente investigación. Aguilar (1983) obtuvo una conversión alimenticia de 2.20 unidades para los alimentados únicamente con concentrado y una conversión de 3.10 unidades para los alimentados con concentrado este último valor superado por todos los tratamientos de esta investigación pero el obtenido por los que alimentaron únicamente con vísceras queda por debajo de los obtenidos por el T0, T1, T2 y T3 en esta etapa de desarrollo.

Los tratamientos estudiados produjeron mayores conversiones alimenticias en la segunda semana (figura 5) lo que está íntimamente relacionado con obtener las menores ganancias de peso para la fase de desarrollo durante la misma semana, lo que indica que durante esa semana los cerdos no aprovecharon de una manera eficiente el alimento ya que el animal al no comer de una forma uniforme y consumir los nutrientes que necesita altera los demás parámetros productivos como se explicó en dicho apartado.

En la fase de engorde la ración alimenticia que obtuvo las medias más bajas fue el T1 teniendo una media global (cuadro A-16) de 2.67 unidades siendo esta la de mejor desempeño. La ración alimenticia con la media más alta fue el T2 quedando muy por debajo de las otras raciones, obteniendo una media global de 3.27 unidades. Los tratamientos 0 y 3 obtuvieron similares medias globales de 3.02 y 3.01 unidades, respectivamente.

Según Padilla (2007) los valores esperados para la conversión alimenticia en la etapa de engorde es de 3.75-4.0 unidades, obteniendo medias globales menores a la referencia para todos los tratamientos estudiados lo que implica que el alimento fue aprovechado eficientemente. Uceda (2016) estimó una conversión alimenticia de 2.77

unidades para la etapa de engorde, valor que supera el obtenido por el tratamiento T1 conformado por el 15% de vísceras. En el estudio de Alcívar (2014) los parámetros obtenidos fueron 2.58 (0% HVP), 2.86 (10% HVP), 2.57 (15% HVP) el único valor que supera el obtenido por el T1 en la presente investigación es al del 10% HVP. Aguilar (1983) obtuvo una conversión alimenticia de 2.20 unidades para los alimentados únicamente con concentrado y una conversión de 3.10 unidades para los alimentados con vísceras de pollo, este último valor lo supera por la media obtenida por el T1 en la presente investigación pero no supera al valor obtenido a los alimentados únicamente con vísceras en dicha investigación.

#### 4.5 Análisis Económico

A continuación se presentan los costos fijos del experimento:

**Cuadro 21. Costos fijos del experimento.**

Detalle		Unidad de medida	Costo total (\$)	Unidades experimentales	Costo parcial (\$/cerdo)	
Lechón		Unidad	\$1,440.00	24	\$60.00	
Utensilios	Barriles	Unidad	\$8.40		\$0.35	
	Escobas	Unidad	\$4.08		\$0.17	
	Recipientes plásticos	Unidad	\$36.00		\$1.50	
	Recipiente para cocción	Unidad	\$120.00		\$5.00	
	Tamices	Unidad	\$6.00		\$0.25	
Profilaxis	Vacuna de inmunocastración	mL	\$79.20		\$3.30	
	Desparasitación	g	\$12.00		\$0.50	
Arrendamiento de granja		Unidad	\$450.00		\$18.75	
Agua		m <sup>3</sup>	\$39.12		\$1.63	
Mano de obra		Unidad	\$750.00		\$31.25	
<b>Total</b>			<b>\$2,944.80</b>		-	<b>\$122.70</b>

*\*El costo del agua, desde la perspectiva financiera, se considera como variable. Pero dada la metodología y su propósito, se ha considerado como costo fijo.*

Determinados los costos fijos, a continuación se presentan los costos variables del experimento (presupuesto parcial):

**Cuadro 22. Costos variables por tratamiento.**

Tratamiento	Costo de alimentación (\$)	Costo parcial (\$)
0	\$92.62	\$215.32
1	\$102.31	\$225.01
2	\$106.01	\$228.71
3	\$110.79	\$233.49

El costo de la alimentación por tratamiento fue determinado a partir del consumo promedio de los cerdos, y, de acuerdo a los precios de cada dieta (concentrado + vísceras) tal como se muestra en los cuadros A-17 y A-18. El costo parcial hace referencia a la suma de los costos fijos por cerdo más el costo de alimentación (variable) de acuerdo a cada tratamiento.

Para el cálculo de los beneficios brutos de campo, se tomó como referencia los pesos promedios de los cerdos al finalizar la última semana de la etapa de engorde que indican los rendimientos promedios obtenidos en la investigación los cuales no se ajustaron por la naturaleza del experimento ya que el método del CIMMYT considera las pérdidas en cosecha del maíz. Se asumió un precio de venta de \$2.64/kg peso vivo. De tal manera, que a continuación se presentan los beneficios brutos de campo por tratamiento:

**Cuadro 23. Cálculo de los Beneficios brutos de campo por tratamiento.**

Tratamientos	Pesos finales promedio (kg)	Beneficio Bruto de Campo(\$)
0	87.95	232.19
1	95.07	250.98
2	98.86	260.99
3	101.59	268.20

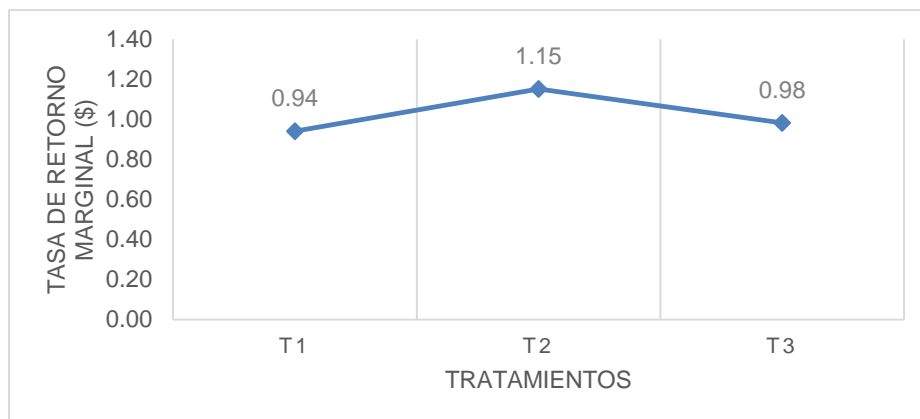
Habiendo calculado los beneficios brutos de campo, a continuación se presenta el análisis de dominancia. En primera instancia, los beneficios netos parciales esperados por tratamiento, los cuales se obtuvieron de restar a los beneficios brutos de campo (cuadro 23) el costo parcial total (cuadro 22):

**Cuadro 24. Beneficios Netos Parciales (\$/cerdo) por tratamiento.**

Tratamientos	Ingreso Potencial (\$)	Costo Parcial total (\$)	Beneficios Netos Parciales (\$)
0	232.188	215.3247	16.8633
1	250.9848	225.012	25.9728
2	260.9904	228.7143	32.2761
3	268.1976	233.4918	34.7058

Las mayores utilidades se produjeron en el tratamiento 3 (45% vísceras) de cual fue de \$34.7058/cerdo; y en la medida que los porcentajes de sustitución decrecieron, el margen de utilidades también.

A fin de determinar los beneficios económicos de la adición de vísceras de pollo a las dietas de los cerdos, se presentan las tasas de retorno marginal:



**Figura 6. Tasa de retorno marginal para los tratamientos.**

Para el caso del T3, la tasa de retorno marginal fue del 98%, es decir que por cada \$1 invertido, al adicionar el 45% de vísceras a la dieta de los cerdos, el porcicultor puede esperar recobrar el \$1 y obtener \$0.98 adicionales. La mejor tasa de retorno marginal fue producida por el T2, con un 115%. Este fenómeno puede explicarse debido a que la dieta del T3 resulta más costosa que la del T2; y dado que ambos estímulos producen pesos finales similares, la rentabilidad es mayor en el T2.

## 5. CONCLUSIONES

1. Las vísceras de pollo cocidas son una buena opción para la alimentación de cerdos debido a que además de ser un ingrediente de bajo costo es muy rica en nutrientes alimenticios principalmente su alto contenido proteico (65.63%) lo que influye directamente en la ganancia de peso del animal.
2. Al sustituir la proteína del concentrado por la proteína de las vísceras de pollo en un porcentaje del 15%, 30% y 45% se obtuvieron parámetros productivos aceptables lo que significa que las raciones alimenticias proporcionadas cubrieron con los requerimientos nutricionales de los cerdos en cada una de las etapas.
3. Al ejecutar los Análisis de Varianza se encontraron diferencias significativas para la variable consumo de alimento tanto para la fase de desarrollo como engorde; al realizar la prueba de Rango Múltiples de Duncan se determinó que el T3 produjo los mejores resultados obteniendo una media para el consumo de alimento en la etapa de desarrollo de 2.43 kg/día y para la etapa de engorde 3.27 kg/día.
4. Al ejecutar el Análisis de Varianza se encontraron diferencias significativas para la variable peso vivo en la fase de engorde y al realizar la prueba de Rango Múltiples de Duncan se determinó que el T3 produjo los mejores resultados obteniendo una media de 101.59 kg, llegando los cerdos al peso de mercado en un tiempo de 21 semanas de edad.
5. Para la variable ganancia de peso el Análisis de varianza no produjo diferencias significativas pero en el análisis descriptivo se observa que el T3 para la etapa de desarrollo produjo una media de 5.96 kg/ semana y para la etapa de engorde de 7.20 kg/semana obteniendo un desempeño productivo aceptable.

6. En el Análisis de Varianza para la variable conversión alimenticia no produjeron diferencias significativas mostrando en el análisis descriptivo en la etapa de desarrollo que el T0 fue mejor con una media de 2.46 unidades pero el T3 queda por debajo con una media de 2.56 unidades y para la fase de engorde el T1 obtuvo la mejor conversión alimenticia con una media de 2.67 unidades quedando por debajo el T3 con una media de 3.01 unidades y al obtener las menores medias se estimó que fueron los tratamientos que aprovecharon de una manera eficiente la ración alimenticia.
  
7. En el análisis económico los mejores beneficios netos parciales los obtuvo el T3 con una cantidad de \$34.70 por cerdo, lo sigue el T2 con \$32.27 por cerdo, por debajo de este queda el T1 con \$25.97 y finalmente el de menor beneficio neto parcial fue el T0 con \$16.86 por cerdo. Con respecto a la tasa de retorno marginal el T1 obtuvo una tasa de \$0.94, T3 de \$0.98 y finalmente T2 de \$1.15; lo que demuestra que la alimentación a base únicamente de concentrado puede sustituirse por la dieta alimenticia del T2 ya que por cada dólar invertido se obtiene el 115% de retorno marginal.

## 8. RECOMENDACIONES

1. Los resultados de esta investigación sirvan de base para la implementación de alternativas alimenticias en la etapa de desarrollo y engorde de los cerdos disminuyendo costos de producción y obteniendo mayores beneficios económicos.
2. El tratamiento 2 es una buena alternativa alimenticia en las etapas de desarrollo y engorde ya que este tratamiento obtuvo la mejor tasa de retorno marginal por lo tanto mostro que hay una mayor remuneración y rentabilidad económica para el productor.
3. Sustituir hasta un 30% de la proteína de la harina de soya por la de vísceras de pollo ya que en la medida que aumenta el porcentaje de sustitución, la dieta alimenticia tiene un mayor costo.
4. Dar tratamiento a las vísceras de pollo lo más rápido posible para su suministro diario por lo tanto las vísceras después de ser colectadas deben ser sometidas al proceso de cocción para evitar atraer vectores como moscas y evitar la descomposición de las mismas.
5. Suministrar las raciones alimenticias dos veces al día en horarios más tempranos que los establecidos en la metodología de esta investigación, porque según lo observado al administrar la segunda ración alimenticia muy tarde era la que provocaba que hubiera alimento rechazado.
6. Debido a los problemas presentados por la vacuna de inmunocastración ya que en uno de los tratamientos (T2) produjo una reacción anafiláctica; se recomienda para este tipo de investigación usar cerdos castrados quirúrgicamente.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, J. 1983. Las vísceras de pollo como alimento único en la engorda de cerdos. Tesis Médico Veterinario Zootecnista. Veracruz, MX. Universidad Veracruzana. 35p.
- Alcívar, JF. 2014. Utilización de dos niveles de harina de vísceras de pollos en reemplazo de proteínas tradicionales en dietas de crecimiento y acabado de cerdos. Tesis Ing. Guayaquil, EC. Escuela Superior politécnica del litoral. 116p.
- Bernal, DL. 2010. Utilización de la víscera de pollo como suplemento alimenticio en ganado de ceba comercial. Tesis Ing. Bogotá. CO. Universidad de la Salle. 100p
- Campabadal. 2009. Guía Técnica para Alimentación de Cerdos (en línea). CR. Consultado 17 de ago. de 2015. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00144.pdf>
- Díaz, D. S.F. Generalidades de la producción del cerdo (en línea). MX. Consultado 18 de oct. de 2015. Disponible en: <http://lebas.com.mx/files/Manual--Generalidades-de-la-produccion-porcina-.pdf>
- División de Estadísticas Agropecuarias (DEA). 2015. Anuario de estadísticas agropecuarias 2014-2015 (en línea). SV. Consultado 6 de may. 2016. Disponible en: <file:///C:/Users/CORE/Downloads/anuario-de-estadisticas-agropecuarias-2014-2015.pdf>
- Espinosa, C; Cataño, G. 2005. Manual de producción porcícola (en línea). Tuluá. CO. Consultado 9 de ago. de 2015. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/manual-produccion-porcicola/manual-produccion-porcicola.pdf>
- Egusquiza, J; Urteaga, L. S.F. Crianza tradicional de cerdos (en línea). S.L. Consultado 9 de ago. de 2015. Disponible en: <http://www.digesa.sld.pe/publicaciones/descargas/crianza%20de%20cerdos1.pdf>
- Facultad de ciencias Agrarias. 2005. Apuntes para asignatura de anatomía y fisiología animal (en línea). S.F. AR. Consultado 16 de oct. 2015. Disponible en: [http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/12438/mod\\_resource/content/0/Microsoft Word - Sistema digestivo. A y Fa.pdf](http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/12438/mod_resource/content/0/Microsoft Word - Sistema digestivo. A y Fa.pdf)
- FAOSTAT (Dirección de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura). 2015. Producción de Ganadería primaria y Precios al productor anuales (en línea). S.L. Consultado 16 de abr. de 2016. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QL/S>
- Figuroa, V; Sánchez, M. 1997. Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal (en línea). Roma, IT. Consultado 25 de ene. de 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-w4132s.pdf>

García, AC; Martínez, NR; Amaro, R; Aguirre A, FA; Angulo, SS. 2008. Manual de evaluación de la unidad de producción porcina (en línea). Morelos. MX. Consultado 31 de ago. de 2015. Disponible en: [http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3009/UNIDADP\\_ORCICOLAMANUAL.pdf?sequence=1](http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3009/UNIDADP_ORCICOLAMANUAL.pdf?sequence=1)

García, AC; De Loera, YG. 2012. Alimentación práctica del cerdo (en línea). Revista Complutense de Ciencias Veterinarias. 6 (1): 21-50. Consultado 9 de ago. de 2015. Disponible en: <https://revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/viewFile/38718/37437>

Google Maps. 2016. Mapa satelital de San Francisco Gotera, Morazán (en línea). SV. Consultado 5 de mar. de 2016. Disponible en: <https://www.google.com/sv/maps/place/San+Francisco+Gotera/@13.6941614,-88.1094996,785m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x8f6528c103d67b47:0x2a4e9c9884aab7f8>

Hernández. 2015. Material de apoyo para la asignatura de Fisiología veterinaria (en línea). Cuautitlán. MX. Consultado 8 de nov. de 2015. Disponible en: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/1336.pdf>

Jiménez A. 2005. Evaluación productiva, del destete a la cosecha, de la progenie de tres grupos raciales de verracos terminales: Duroc, Sehgers y Dalland. Tesis Ing. Agrónomo. CR. 78p

Manual Alimentación Finalizadores Topigs. 2012. S.E. S.L. 14p.

Marotta, E; Lagreca, L; Tamburini, V. 2009. Requerimientos alimenticios adaptados al porcino moderno y calidad de carne (en línea). AR. Consultado 1 de mar. de 2016. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-produccion\\_porcina\\_general/180-Marotta.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/180-Marotta.pdf)

Padilla, M. 2007. Manual de Porcicultura (en línea). San José. CR. Consultado 16 de oct. de 2015. Disponible en: <http://www.maq.go.cr/bibliotecavirtual/a00111.pdf>

Palomo, A. SF. Necesidades nutricionales para cerdos de engorde (en línea). Madrid. ES. Consultado 22 de feb. de 2017. Disponible en: [http://axonveterinaria.net/web\\_axoncomunicacion/criaysalud/1/cys\\_1\\_Necesidades\\_nutricionales.pdf](http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/1/cys_1_Necesidades_nutricionales.pdf)

Parzanese, M. Procesamiento de subproductos avícolas (en línea). S.L. AR. Consultado 10 de ene. de 2016. Disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha\\_18\\_Subproductos\\_avicolas.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_18_Subproductos_avicolas.pdf)

Pérez Villa, M; Villegas Calle, R. 2009. Procedimientos para el manejo de residuos orgánicos avícolas. Tesis Ing. Universidad de Antioquia. 71p

Poirer J. 202. Histología (en línea). Barcelona, España. ES. Consultado 26 de feb. De 2017. Disponible en: <https://books.google.com/sv/books?id=B-UnoNikZWIC&pg=PA4&dq=viscera%20concepto&hl=es->

[419&sa=X&ved=0ahUKEwjyDmJbSAhVDOCYKHTySAZ0Q6AEIGDAA#v=onepage&q&f=false](http://www.fundacionfedna.org/sites/default/files/99CAP10.pdf)

Pomar, C; Dit, P. S.F. Determinación de las necesidades nutricionales de los cerdos de engorde: Límites de los métodos actuales (en línea). CA. Consultado 9 de ago. de 2015. Disponible en: <http://fundacionfedna.org/sites/default/files/99CAP10.pdf>

Ramiro Pérez, ML. 2012. Sanidad e Inocuidad Pecuaria en Centroamérica y República Dominicana (en línea). SV. Consultado 17 de ago. de 2015. Disponible en: [http://www.ruta.org/docs\\_Estudio\\_Sanidad\\_Inocuidad/Informe%20Nacional%20-%20EI%20Salvador.pdf](http://www.ruta.org/docs_Estudio_Sanidad_Inocuidad/Informe%20Nacional%20-%20EI%20Salvador.pdf)

Reis de Souza, T; Romano Muñoz, J.S.F. Fisiología digestiva (en línea). MX. Consultado 9 de nov. de 2015. Disponible en: [http://www.uaq.mx/FCN/Posgrados/DCB/MV-DCB/3.%20personal%20academico/8.%20NUCLEO\\_ACADEMICO/nucleo%20academico%20basico/3.%20NUT\\_FISIOLOGIA/T\\_REIS\\_DE\\_SOUZA/Capitulo%20de%20libro/Fisiologia%20digestiva.pdf](http://www.uaq.mx/FCN/Posgrados/DCB/MV-DCB/3.%20personal%20academico/8.%20NUCLEO_ACADEMICO/nucleo%20academico%20basico/3.%20NUT_FISIOLOGIA/T_REIS_DE_SOUZA/Capitulo%20de%20libro/Fisiologia%20digestiva.pdf)

Reyes, M. 2013. El Salvador con bajo consumo de carne de cerdo a nivel de Centro América (en línea). SV. Consultado 17 de ago. de 2015. Disponible en: <http://www.elsalvador.com/articulo/negocios/salvador-con-bajo-consumo-carne-cerdo-nivel-46543>

Romero, C; Salamanca Arias, RA; Saravia Maravilla, JA. 2006. Evaluación del uso de vísceras de pollo y melaza en la alimentación de cerdos (Yorkshire x Landrace) en la etapa de finalización. Tesis Ing. San Miguel, SV. Universidad de El Salvador. 196p.

Servicio Nacional de Estudios Territoriales. 2015. Boletín Climatológico Anual (en línea). SV. Consultado 16 de abr. de 2016. Disponible en: <http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/clima/climatico+anual/>

Uceda K. 2016. Plataforma Nutricional INOVO (correo electrónico). SV. (e-mail: [krisia.uced@inovo.com.sv](mailto:krisia.uced@inovo.com.sv))

Yauri Calle, MA. 2013. Evaluación de tres niveles de harinas de vísceras de ave como fuente de proteína en la alimentación de pollo parrilleros. Tesis Ing. Cuenca, EC. Universidad Técnica Salesiana. 143p

## 8. ANEXOS

Cuadro A- 1. Análisis bromatológico de vísceras de pollo cocidas en base seca.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA**

---

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

**Fecha:** Ciudad Universitaria, 17 de febrero de 2016.

**Usuario:** Brs. Lorena Armida Ventura Flores  
Claudia Verónica Ventura Flores

**Fecha de ingreso:** 08 / Febrero / 2016

**Tipo de Muestra:** Vísceras cocidas de pollo

**Procedencia:** Granja de Gotera – Morazán

**Número de Muestra:** Mx 5

**Análisis solicitado:** Ca, P, Humedad y proteína

Determinación	Humedad %	Proteína %	Ceniza %	P %	Ca %
Visceras cocidas de pollo	62.34	65.63	8.49	1.45	1.10

Analista: Br. Mario Antonio Hernández Melgar

Atentamente,

**“HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA”**




**Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo**  
Jefe del Departamento de Química Agrícola

---

Final 25 Av. Norte, Ciudad Universitaria. Tel.: 2225-1506 y 2226-2043

**Cuadro A- 2 Análisis bromatológico de las formulaciones alimenticias para la etapa de desarrollo y engorde.**



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA**

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

**Fecha de Emisión:** Ciudad Universitaria, 10 de noviembre de 2016  
**Fecha de ingreso:** 27 / Octubre / 2016  
**Tipo de Muestra:** Concentrado  
**Análisis solicitado:** Proteína  
**Usuario:** Brs. Lorena Armida Ventura Flores y Claudia Verónica Ventura Flores

No.	Identificación muestra	Proteína %
254	Concentrado 0% vísceras	14.49
255	Concentrado 15% vísceras	15.49
256	Concentrado 30% vísceras	15.60
257	Concentrado 45% vísceras	15.51
258	Engorde 0% vísceras	14.31
259	Engorde 15% vísceras	14.62
260	Engorde 30% vísceras	15.01
261	Engorde 45% vísceras	14.73

**Analista: Lic. Mario Antonio Hernández Melgar**

Atentamente,

**"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"**

**Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo**  
Jefe del Departamento de Química Agrícola



**Cuadro A- 3. Análisis de varianza según Fischer para el consumo de alimento (kg) de los cerdos en la quinta semana.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11.76	3	3.92	142.37	<0.0001
Tratamientos	11.76	3	3.92	142.37	<0.0001
Error	4.52	164	0.03		
Total	16.28	167			

**Cuadro A- 4. Análisis de varianza según Fischer para el consumo de alimento (kg) de los cerdos en la décima semana.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15.42	3	5.14	34.08	<0.0001
Tratamientos	15.42	3	5.14	34.08	<0.0001
Error	24.74	164	0.15		
Total	40.17	167			

**Cuadro A- 5. Medias globales del consumo de alimento (kg) en la etapa de desarrollo.**

Tratamientos	Medias globales del consumo de alimento (kg/día)
T0: Concentrado	1.76
T1: 15% vísceras	2.10
T2: 30% vísceras	2.22
T3: 45% vísceras	2.43

**Cuadro A- 6. Medias globales del consumo de alimento (kg) en la etapa de engorde.**

Tratamientos	Medias globales del consumo de alimento (kg/día)
T0: Concentrado	2.48
T1: 15% vísceras	2.77
T2: 30% vísceras	3.10
T3: 45% vísceras	3.27

**Cuadro A- 7 Análisis de varianza según Fischer para la variable peso vivo (kg) de los cerdos en la quinta semana.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	199.7	3	66.6	2.69	0.0736
Tratamiento	199.7	3	66.6	2.69	0.0736
Error	494.5	20	24.7		
Total	694.3	23			

**Cuadro A- 8. Análisis de varianza según Fischer para la variable peso vivo (kg) de los cerdos en la décima semana.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	629.8	3	210	3.63	0.0308
Tratamiento	629.8	3	210	3.63	0.0308
Error	1158	20	57.9		
Total	1788	23			

**Cuadro A- 9 Análisis de varianza según Fischer para la variable ganancia de peso (kg) de los cerdos en la fase de desarrollo.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15.64	3	5.21	2.24	0.0878
Tratamiento	15.64	3	5.21	2.24	0.0878
Error	270.6	116	2.33		
Total	286.3	119			

**Cuadro A- 10 Análisis de varianza según Fischer para la variable ganancia de peso (kg) de los cerdos en la fase de engorde.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	25.14	3	8.38	1.68	0.1741
Tratamiento	25.14	3	8.38	1.68	0.1741
Error	577	116	4.97		
Total	602.1	119			

**Cuadro A- 11. Medias globales de la ganancia de peso (kg) en la fase de desarrollo.**

Tratamientos	Medias globales de la ganancia de peso (kg/semana)
T0: Concentrado	5.00
T1: 15% vísceras	5.28
T2: 30% vísceras	5.64
T3: 45% vísceras	5.96

**Cuadro A- 12. Medias globales de la ganancia de peso (kg) en la fase de engorde.**

Tratamientos	Medias globales de la ganancia de peso (kg/semana)
T0: Concentrado	6.03
T1: 15% vísceras	6.82
T2: 30% vísceras	7.08
T3: 45% vísceras	7.20

**Cuadro A- 13. Análisis de varianza según Fischer para la variable conversión alimenticia (kg) de los cerdos en la fase de desarrollo.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.81	3	0.6	0.54	0.6581
Tratamiento	1.81	3	0.6	0.54	0.6581
Error	130.5	116	1.12		
Total	132.3	119			

**Cuadro A- 14. Análisis de varianza según Fischer para la variable conversión alimenticia (kg) de los cerdos en la fase de engorde.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5.44	3	1.81	1.34	0.2662
Tratamiento	5.44	3	1.81	1.34	0.2662
Error	157.4	116	1.36		
Total	162.9	119			

**Cuadro A- 15. Medias globales de la conversión alimenticia en la etapa de desarrollo.**

Tratamientos	Medias globales de la conversión alimenticia (kg/semana)
T0: Concentrado	2.46
T1: 15% vísceras	2.69
T2: 30% vísceras	2.78
T3: 45% vísceras	2.56

**Cuadro A- 16. Medias globales de la conversión alimenticia en la etapa de engorde.**

Tratamientos	Medias globales de la conversión alimenticia (kg/semana)
T0: Concentrado	3.02
T1: 15% vísceras	2.67
T2: 30% vísceras	3.27
T3: 45% vísceras	3.01

**Cuadro A- 17. Costo de la ración alimenticia en la etapa de desarrollo.**

Etapa de desarrollo					
Tratamiento	Consumo de alimento	Costo (\$/kg)			Costo total de ración alimenticia (\$)
		Concentrado (kg)	Vísceras (kg)	Total (\$)	
0	61.67	0.46	0.17	0.63	38.85
1	73.5	0.43	0.17	0.6	44.10
2	77.7	0.4	0.17	0.57	44.29
3	84.98	0.38	0.17	0.55	46.74

**Cuadro A- 18 Costo de la ración alimenticia en la etapa de engorde.**

Etapa de engorde					
Tratamiento	Consumo de alimento	Costo (\$/kg)			Costo total de ración alimenticia (\$)
		Concentrado (kg)	Vísceras (kg)	Total (\$)	
0	86.73	0.45	0.17	0.62	53.77
1	97.02	0.43	0.17	0.6	58.21
2	108.29	0.4	0.17	0.57	61.725
3	114.38	0.39	0.17	0.56	64.05

**Cuadro A- 19 Medias de alimento rechazado (kg) en la etapa de desarrollo.**

<b>Semanas</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Media (kg)</b>
Semana 1	T0	0.44
Semana 1	T1	0.15
Semana 1	T2	0.23
Semana 1	T3	0.33
Semana 2	T0	0.43
Semana 2	T1	0.18
Semana 2	T2	0.13
Semana 2	T3	0.17
Semana 3	T0	0.48
Semana 3	T1	0.19
Semana 3	T2	0.40
Semana 3	T3	0.15
Semana 4	T0	0.42
Semana 4	T1	0.25
Semana 4	T2	0.25
Semana 4	T3	0.03
Semana 5	T0	0.32
Semana 5	T1	0.28
Semana 5	T2	0.09
Semana 5	T3	0.03

**Cuadro A- 20 Medias de alimento rechazado (kg) en la etapa de engorde.**

<b>Semanas</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Medias (kg)</b>
Semana 6	T0	1.31
Semana 6	T1	1.16
Semana 6	T2	0.93
Semana 6	T3	1.06
Semana 7	T0	1.12
Semana 7	T1	0.91
Semana 7	T2	0.84
Semana 7	T3	0.88
Semana 8	T0	0.91
Semana 8	T1	0.87
Semana 8	T2	0.84
Semana 8	T3	0.90
Semana 9	T0	0.86
Semana 9	T1	0.82
Semana 9	T2	0.63
Semana 9	T3	0.67
Semana 10	T0	0.61
Semana 10	T1	0.53
Semana 10	T2	0.49
Semana 10	T3	0.40

