



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**



---

**“VICTORIA HERNÁNDEZ BRITO”**

**"ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN ETAPA DE CRECIMIENTO Y  
DESARROLLO CON DIETAS DE DIFERENTES PORCENTAJES DE  
INCLUSIÓN DE ENSILADO DE PESCADO SAPO”**

**P R E S E N T A N**

**MARTIN CASARRUBIAS PAREDES**

**RUBI FLORES CARDOSO**

**TESIS PROFESIONAL**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**DIRECTOR: MC. EDSON BRODELI FIGUEROA PACHECO**

**CODIRECTOR: DR. ABDEL FATTAH ZEIDAN MOHAMED SALEM**

**ASESOR: DR. JOSÉ MANUEL CASTRO SALAS**

**ASESOR: DR. BLAS CRUZ LAGUNAS**

**ASESORA: DRA. MONA MOHAMED MOHAMED YASSEN ELGHANDOUR**

**Iguala de la Independencia, Guerrero, México, diciembre de 2020.**

## ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Objetivo general.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.1 Objetivos específicos .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Hipótesis.....</b>	<b>3</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Antecedentes del cerdo.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Anatomía del sistema digestivo.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.1 Boca.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.2. Faringe.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.3. Esófago .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.4. Estómago .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.5. Intestino delgado .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.6. Intestino grueso.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.7. Ano .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Nutrición y alimentación .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Ensilado de Pescado sapo .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4.2 Melaza.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4.3 Yogurt Natural.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5 Energía .....</b>	<b>10</b>
<b>2.5.1 Fuente de energía.....</b>	<b>10</b>
<b>2.6 Minerales .....</b>	<b>12</b>
<b>2.7 Vitaminas.....</b>	<b>12</b>
<b>2.8 Proteínas .....</b>	<b>13</b>
<b>2.8.1 Fuente de proteína.....</b>	<b>13</b>
<b>2.8.2 Principales Fuentes de proteína de origen animal.....</b>	<b>14</b>
<b>2.9 Agua.....</b>	<b>14</b>

2.10 Cerdos Pietrain .....	15
2.10.1 Características generales .....	15
2.11 Cerdos Landrace .....	16
2.11.1 Características generales .....	16
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
3.1 Ubicación del área de estudio.....	18
3.2 Clima .....	18
3.3 Materiales .....	19
3.3.1 Materiales para el ensilado de pescado sapo.....	19
3.4 Preparación del ensilado de pescado sapo .....	19
3.5 Descripción del sistema de producción de la granja .....	20
3.6 Preparación del área de trabajo .....	21
3.6.1 Procedimiento.....	21
3.7 Descripción del estudio.....	22
3.8 Preparación de dietas integrales .....	23
3.8.1 Dietas realizadas.....	23
3.9 Sistema de identificación .....	27
3.10 Pesos Iniciales .....	28
3.11 Variables de estudio .....	29
3.11.1 Ganancia de peso diario .....	29
3.11.2 Peso total ganado.....	30
3.11.3 Alimento consumido diario.....	31
3.11.5 Eficiencia alimenticia.....	32
3.12 Diseño experimental.....	33
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Ganancia de peso diario.....	34
4.2 Peso total ganado .....	36
4.3 Alimento consumido diario .....	38
4.4 Conversión Alimenticia .....	41
4.5 Eficiencia alimenticia.....	42
<b>V. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>45</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>46</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Pág.</b>
1. Tratamientos de estudio	23
2. Dieta para Tratamiento Testigo (T0) en etapa de crecimiento por semana para 10 cerdos	24
3. Dieta para Tratamiento Testigo (T0) en etapa de desarrollo por semana para 10 cerdos	24
4. Dieta para Tratamiento 1 (T1) en etapa de crecimiento por semana para 10 cerdos	25
5. Dieta para Tratamiento 1 (T1) en etapa de desarrollo por semana para 10 cerdos	25
6. Dieta para Tratamiento 2 (T2) en etapa de crecimiento por semana para 10 cerdos	26
7. Dieta para Tratamiento 2 (T2) en etapa de desarrollo por semana para 10 cerdos	26
8. Dieta para Tratamiento 3 (T3) en etapa de crecimiento por semana para 10 cerdos	27
9. Dieta para Tratamiento 3 (T3) en etapa de desarrollo por semana para 10 cerdos	27
10. Pesos iniciales Tratamiento Testigo (T0)	28

<b>11.</b>	Pesos iniciales Tratamiento 1 (T1)	29
<b>12.</b>	Pesos iniciales Tratamiento 2 (T2)	29
<b>13.</b>	Pesos iniciales Tratamiento 3 (T3)	29
<b>14.</b>	Análisis de varianza para la variable dependiente Ganancia de Peso Diario en dietas adicionadas con ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo	34
<b>15.</b>	Prueba de comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$ ), para la Ganancia de Peso Diaria con respecto a los tratamientos	35
<b>16.</b>	Prueba múltiple de medias para semanas en la variable dependiente Ganancia de Peso Diario, en dietas adicionadas con ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo de cerdos	36
<b>17.</b>	Análisis de varianza para la variable dependiente Peso Total Ganado en ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo	37
<b>18.</b>	Prueba de comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha=0.05$ ) para el Peso Total Ganado con respecto a los tratamientos	37
<b>19.</b>	Prueba múltiple de medias para semanas en la variable dependiente Peso Total Ganado, en dietas adicionadas con ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo de cerdos	38
<b>20.</b>	Análisis de varianza para la variable dependiente Alimento Consumido Diario en ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo	39

21. Prueba de comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ) para el alimento consumido diario con respecto a los tratamientos 40
22. Prueba múltiple de medias para semanas en la variable dependiente Alimento Consumido Diario, en dietas adicionadas con ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo de cerdos 40
23. Análisis de varianza para la variable dependiente Conversión Alimenticia en ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo. 41
24. Prueba de comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ) para Conversión Alimenticia con respecto a los tratamientos. 42
25. Análisis de varianza para la variable dependiente Eficiencia Alimenticia en ensilado de pescado sapo en cerdos en etapa de crecimiento y desarrollo. 43
26. Prueba de comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ) para la Eficiencia Alimenticia con respecto a los tratamientos. 43
27. Prueba múltiple de medias para semanas en la variable dependiente Eficiencia Alimenticia, en dietas adicionadas con ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo de cerdos. 44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Pág.</b>
1. Anatomía del sistema digestivo	5
2. Pez sapo	8
3. Cerdo Pietrain	15
4. Ubicación del experimento	18
5. Preparación de ensilado de pescado sapo.	20
6. Proceso de encalado	22
7. Aretes para identificación de cerdos	28
8. Peso con báscula digital	30
9. Peso con báscula romana	30
10. Peso de cerdos	30
11. Toma de peso del alimento residual	31
12. Elaboración del alimento convencional	32
13. Alimentación	32

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó para medir el efecto del ensilado de pescado sapo (*Antennariidae*) con diferentes variables de estudio para cerdos. Se llevó a cabo en Iguala de la Independencia, Guerrero, en una granja particular llamada “Rancho la Unión”, con el fin de aportar información técnica para el uso de una fuente alternativa de proteína en la alimentación en producción de porcinos en diferentes etapas. El experimento tuvo inicio el 10 de junio del 2018, las etapas a evaluar fueron crecimiento y desarrollo. El diseño experimental usado fue bloques completamente al azar teniendo 4 tratamientos de 10 repeticiones cada uno, siendo un total de 40 cerdos para el estudio; las concentraciones de ensilado de pescado sapo fueron 6%, 12%, 18% y un testigo. Con los datos de las variables evaluadas se realizaron los análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación de medias (Tukey  $\alpha=0.05$ ), los resultados arrojaron que en la variable ganancia de peso diaria, peso total ganado y eficiencia alimenticia tuvo mejores resultados el tratamiento testigo y en la variable conversión alimenticia el tratamiento 1 obtuvo mejores resultados a comparación de los dos tratamientos y testigo. En el consumo de alimento diario el tratamiento 2 demostró mejores resultados.



## I. INTRODUCCIÓN

La producción porcina actual, está cada vez más influenciada por criterios de calidad. Por medio de la adopción de los Sistemas de Calidad y Buenas Prácticas de Producción, se pueden disminuir los riesgos para la salud animal y humana. Factores relacionados con la sanidad de los animales, seguridad alimentaria, criterios medioambientales y normas de bienestar animal, son cada vez más valorados por los consumidores, y por tanto, incluidos en los criterios de producción para generar mayor confianza en el producto final. (SENASICA, 2004.)

La porcicultura en México es una de las principales actividades económicas del subsector pecuario, el consumo de carne de cerdo ocupa el tercer lugar a nivel nacional y representa la actividad productiva con mayor captación de la producción de granos forrajeros. El cerdo moderno tuvo su origen del cruce del cerdo de Europa y el cerdo del Sureste de Asia. El primero era un animal muy rústico que tenía un desarrollo muy lento y maduraba tarde. El otro era un animal pequeño con patas cortas, que crecía rápidamente y maduraba temprano. Estos animales fueron domesticados hace unos 6000 años. Los primeros cerdos llegaron a América con los conquistadores. Estos animales se multiplicaron rápidamente en México y Brasil. En el resto de Latinoamérica no son muy numerosos. A través de los tiempos, el cerdo ha ido transformándose de un animal muy rústico en un animal sumamente eficiente para transformar. Al respecto de lo anterior cabe hacer que el cerdo rinde hasta 75% de carne en canal y que este rendimiento es mayor que los bovinos. Los cerdos luego de haberse mejorados genéticamente y alimentados con raciones balanceadas producen una canal magra con mucha carne. Además, cuando el manejo de los cerdos es adecuado, la incidencia de enfermedades y parásitos es relativamente baja. Debido a la brevedad del ciclo productivo de los cerdos un porcicultor puede criar sus cerdos desde el nacimiento hasta que alcancen los 100 kg de peso a una edad de 6-7 meses, con una conversión alimenticia de aproximadamente 3.5 kg de alimento por cada kg de peso vivo ganado, lo que resulta atractivo desde el punto de vista económico. (Carlos. G, 2003.)

## **Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Evaluación de parámetros nutricionales en la alimentación de cerdos en etapa de crecimiento y desarrollo con dietas de diferentes porcentajes de inclusión de ensilado de pescado.

#### **1.1.1 Objetivos específicos**

- a. Medir la ganancia diaria de peso en cerdos en etapa de crecimiento y desarrollo con porcentajes de inclusión al 6, 12 y 18 %.
- b. Medir la conversión alimenticia en cerdos en etapa de crecimiento y desarrollo con porcentajes de inclusión al 6, 12 y 18 %.
- c. Medir el consumo de alimento diario en cerdos en etapa de crecimiento y desarrollo con porcentajes de inclusión al 6, 12 y 18 %.
- d. Medir el peso total ganado en cerdos en etapa de crecimiento y desarrollo con porcentajes de inclusión 6, 12 y 18 %.
- e. Medir la eficiencia alimenticia en cerdos en etapa de crecimiento y crecimiento con porcentajes de inclusión al 6, 12 y 18 %.

## **1.2 Hipótesis**

Las dietas balanceadas con proteína de origen animal como es el ensilado de pescado sapo para la alimentación de cerdos en etapa de crecimiento y desarrollo incrementan los índices de conversión alimenticia, ganancia diaria de peso, eficiencia alimenticia y consumo voluntario diario hasta un 30% más a comparación con los grupos testigo.

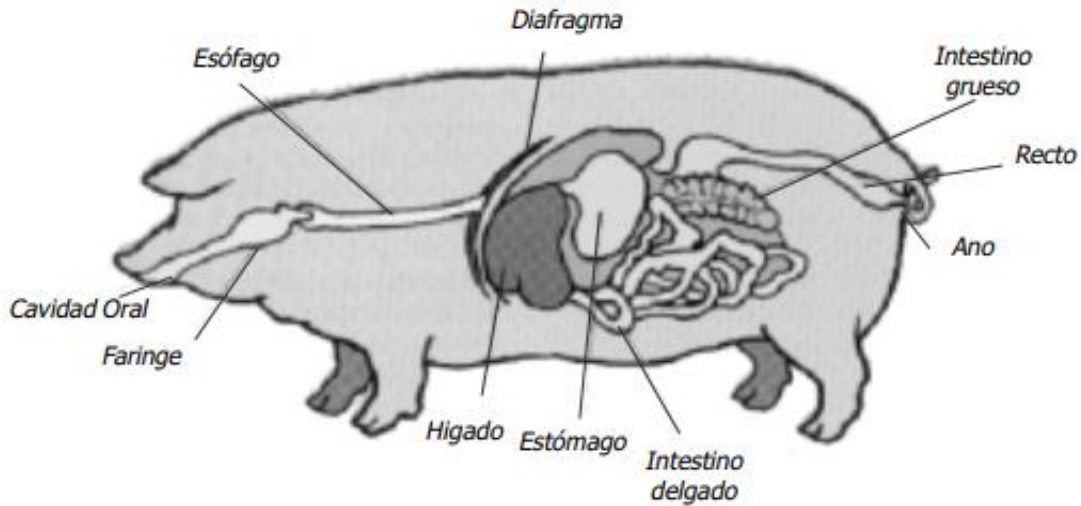
## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Antecedentes del cerdo

Las razas de los cerdos se derivaron de dos especies; ***Sus Scrofa***, que es el cerdo europeo y ***Sus Vittatus***, que es el cerdo salvaje del este y sudeste de Asia. Las especies de jabalís, que aún vive en los bosques alimentándose con pequeños animales, tubérculos, frutos, pastos nativos, tiene colmillos para su defensa y buena velocidad para huir de animales mayores, unos cuartos musculosos, cuerpo corto y un tren anterior musculoso que le dan rapidez de movimiento y agilidad, su cabeza es pesada e insertada firmemente para golpear a sus enemigos. El cerdo original vivió en forma sedentaria alrededor de los pueblos y posteriormente el hombre lo confinó y empezó a alimentarlo (Carrero, 1998).

### 2.2 Anatomía del sistema digestivo

El sistema digestivo del cerdo es apropiado para raciones completas en base a concentrados que generalmente se alimentan. Todo el tracto digestivo es relativamente sencillo en cuanto a los órganos que están involucrados, los cuales están conectados a través de un tubo músculo-membranoso que va de la boca al ano. Sin embargo, este multifacético sistema involucra muchas funciones complejas e interactivas. Este sistema tiene la capacidad de transformar la materia vegetal y animal en nutrientes altamente digestibles. Su anatomía y fisiología son similares a las de los humanos (Getty R, 2001).



**Figura 1.** Anatomía del sistema digestivo

### 2.2.1 Boca

También llamada cavidad bucal, es la primera porción del tubo digestivo; contiene la lengua y los dientes y está limitada por los labios, las mejillas, las mandíbulas y, atrás, por el velo del paladar. Estos trituran el alimento y lo mezclan con la saliva iniciando su digestión (Getty R, 2001).

### 2.2.2. Faringe

Sobre la faringe, y desde el punto de vista comparativo, cabe destacar la presencia en el cerdo de un divertículo faríngeo o fondo de saco ciego formado por la mucosa de la nasofaringe, situado dorsalmente a la entrada del esófago. En el lechón mide 1 cm de largo y 3-4 cm en el adulto, penetrando caudalmente entre los músculos faríngeos. Este divertículo puede lesionarse en caso de administrar medicamentos vía oral con cánulas aplicadas a jeringa, cuando se sobrepasa la orofaringe. La faringe se continúa con el esófago sin diferenciarse limen faringoesofágico. Por su parte, el paladar blando bastante horizontal tiene en numerosos casos una prolongación caudal, media y pequeña, denominada úvula. (AshmoreC.R., 1972).

### **2.2.3. Esófago**

El esófago se introduce en la cavidad torácica por la abertura craneal del tórax desde el flanco izquierdo del cuello atravesando el mediastino craneal entre la tráquea (ventral) y el músculo largo del cuello (dorsal). Alcanza el mediastino medio sobre la base del corazón entre la bifurcación de la tráquea (derecha) y la aorta ascendente (izquierda). En este punto se incorporan a su túnica adventicia los ramos vágales dorsales y ventrales (derechos e izquierdos) que le acompañan durante su trayecto por el mediastino caudal terminando como troncos vágales dorsal y ventral hasta el hiato esofágico en el diafragma. Su capa muscular es de fibra estriada. Su mucosa es rica en glándulas y tejido linfoide. El esófago también será inspeccionado visualmente por el veterinario. (AshmoreC.R., 1972).

### **2.2.4. Estómago**

Este órgano tiene una capacidad que varía entre 6 y 8 litros en los animales adultos. Su pared tiene cuatro capas, la capa interna es una mucosa. Esta posee glándulas que secretan ácidos y enzimas digestivas. La válvula de entrada al estómago se llama píloro. Tiene la función de la digestión de las proteínas, merced a la secreción del jugo gástrico producido por las glándulas, las que se localizan a nivel de su túnica interna, pero su correcta mezcla así como el tiempo de permanencia de la ingesta en este órgano está determinada por su estructura histológica y calidad del alimento (Getty R., 2001).

### **2.2.5. Intestino delgado**

Tiene una longitud de 20 m y una capacidad de 9 litros. Ocupa la mitad dorsal de la cavidad abdominal, desde la cara visceral del estómago, hasta la entrada de la cavidad pelviana (Getty R., 2001).

### **2.2.6. Intestino grueso**

Tiene una longitud total de 5 m. Se divide en ciego, colon y recto. El contenido total es de 10 litros. Mide de 4.5 m a 5 m. de largo, tiene cintas longitudinales y saculaciones, y se divide en ciego, colon y recto. En los intestinos se realiza la absorción de los alimentos (Honig, P., 1974).

### **2.2.7. Ano**

Es el final del recto y sirve para la expulsión de los desechos de la digestión. La función de este aparato es la aprehensión, digestión y absorción de los alimentos y la excreción de los desechos (Honig, P., 1974).

## **2.3 Nutrición y alimentación**

La nutrición hace referencia al aprovechamiento de los distintos nutrientes a través de un conjunto de fenómenos biológicos involuntarios que suceden luego de la ingestión con el objeto de satisfacer las necesidades fisiológicas propias del animal, tales como crecer, desarrollarse, reproducirse y mantenerse saludable.

La alimentación comprende un conjunto de actos referidos a la elección, preparación y distribución con el objeto de facilitar la ingestión de los alimentos, actividades englobadas en lo que llamamos manejo nutricional de la granja (Belmar R., 1998).

## **2.4 Ensilado de Pescado sapo**

El ensilado de pescado consta de partes de pescado molido o a partir de pescado entero no apropiado para consumo humano, con un conservante añadido que estabiliza la mezcla. Alternativamente, se mezcla un carbohidrato fermentable y un ácido láctico. Las enzimas, provenientes principalmente de vísceras de pescado, que a través de autólisis escinden las proteínas en péptidos y aminoácidos, dejan

una solución líquida rica en nutrientes de bajo peso molecular y, dependiendo del contenido graso, una fase oleosa. Debido a su acidez relativamente baja, el ensilado de pescado puede ser utilizado directamente como alimento sin ninguna mezcla y tratamiento previo. Esto se ha logrado con éxito incluyendo al ensilado de pescado como parte de la alimentación diaria en cerdos, lo que resulta en una mayor tasa de crecimiento, una mejor salud y reducción de la mortalidad (Toppe, J., 2018).

#### **2.4.1 Clasificación científica pez sapo**

Familia: Antennariidae

Orden: Lophiiformes

Nombre común: Pez sapo o ranisapo

Nombre científico: Antennariidae (Linnaeus, 1758)



**Figura 2.** Pez sapo



Los plecos o peces sapo constituyen especies muy adaptables a la variabilidad ambiental, lo que los convierte en especies invasoras muy peligrosas. A la fecha han invadido diversas regiones de los Estados Unidos (por ejemplo, Texas, Florida y Hawái), Taiwán, Filipinas, Japón y Singapur. En México, sus vías de introducción han sido múltiples y van desde la liberación por parte de coleccionistas y aficionados a los acuarios, hasta su escape de las unidades de producción acuícola y de las instalaciones que utilizan los importadores comerciales. En nuestro país, el primer reporte de la presencia en vida libre de este pez se realizó en 1995 en el río Mezcala, en la cuenca del río Balsas (Mendoza *et al.*, 2007).

#### **2.4.2 Melaza**

La miel o también llamada melaza, es un líquido denso y viscoso de color oscuro, es producto final de la fabricación o refinación de la sacarosa procedente de la caña de azúcar. Este subproducto se usa para alimentos concentrados para animales y como suplemento alimenticio para el hombre (Leeson y Summers, 2000).

La melaza es una mezcla compleja que contiene sacarosa, azúcar invertido, sales y otros compuestos solubles en álcali que normalmente están presentes en el jugo de caña localizado, así como los formados durante el proceso de manufactura del azúcar. Además de la sacarosa, glucosa, fructosa y rafinosa los cuales son fermentables, las melazas también contienen sustancias reductoras no fermentables. Estos compuestos no fermentables reductores del cobre, son principalmente caramelos libres de nitrógeno producidos por el calentamiento requerido por el proceso de las melanoidinas que si contienen nitrógeno derivadas a partir de productos de condensación de azúcar y aminocompuestos (Honig, 1974).

#### **2.4.3 Yogurt Natural**

Se han desarrollado ensilados biológicos de pescado utilizando las bacterias ácido-lácticas del yogurt, *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus*

*thermophilus* (Aguilera,1993). Se ha logrado determinar la temperatura del proceso más conveniente para que garantice un rápido proceso hidrolítico con una eficiente acidificación. Se han estudiado como son afectados los diferentes componentes de la flora microbiana existente en el pescado y los ingredientes durante el desarrollo del proceso de ensilado, al igual de cómo se reflejan en los parámetros físicos y químicos. El yogurt es fuente de proteínas y grasas lácteas, aunque debido al proceso de fermentación bacteriano, la lactosa también se fermenta, lo que significa que las personas intolerantes a la lactosa sí pueden consumir yogur. Además, es rico en calcio y en algunas vitaminas del grupo B. También es beneficioso para el sistema inmunitario, porque ayuda a combatir las infecciones y disminuye los efectos negativos de los antibióticos. Además, estabiliza la flora intestinal y el conjunto de microorganismos del sistema digestivo (Ricardo a. 2012).

## **2.5 Energía**

Para el funcionamiento del organismo, formación de nuevos tejidos, la producción de leche, lo mismo que la actividad física requieren energía. 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 ceba. La ración que cotidianamente se da a los cerdos y que les provee de las sustancias nutritivas necesarias para el mantenimiento fisiológico y para las producciones fisiológicas, posee una cierta cantidad de energía química potencial a la cual se le da el nombre de “energía bruta” o total de la ración. Esta energía bruta no es totalmente aprovechada por el cerdo sino que parte de ella se pierde a través de las heces, orina y calor corporal, dando a los distintos conceptos de energía, para llegar a convertirse finalmente en la energía verdaderamente útil o productiva (Espinoza, 2005).

### **2.5.1 Fuente de energía**

La energía es el componente más costoso de la dieta, representando aproximadamente el 50% del costo total de la dieta. Por lo tanto, la comprensión de sus funciones en los procesos metabólicos en las diferentes fases de la producción, así como sus implicaciones económicas y respuesta productiva es importante. Las fuentes de energía más utilizadas para la alimentación porcina son el maíz, las grasas y/o aceites y los subproductos agroindustriales. 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. El maíz posee niveles bajos de proteína (7,5 a 8,5%) es deficiente en lisina (0,22 a 0,25%), calcio (0,03 a 0,05%) y fósforo aprovechable (0,08 a 0,10 %). 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 (Campabadal, 2009).

Energía digestible (ED) es energía bruta (EB) menos el calor de la combustión del material fecal. Energía metabolizable (EM) es ED menos el calor de la combustión de la producción orina y gas. La producción de gas en cerdos es inferior a 1%, y es generalmente no considerada. Energía neta (EN) es EM menos el incremento de calor (IC), el cual representa el calor producido por la digestión y metabolismo de nutrientes. Energía neta es dividida en EN para mantención (ENM), y EN para producción (ENp). Energía neta para mantención es requerida como sustento para la vida y homeostasis (por ejemplo temperatura corporal). Energía neta para producción es energía utilizada en la síntesis de proteína, grasa, desarrollo fetal y síntesis de leche. De esta manera EN es el sistema más apropiado para predecir el crecimiento y ganancia de peso (Nitikanjana et al., 2015).

Ingredientes con alto contenido de fibra y/o proteína generan un mayor incremento de calor durante la digestión, de esta manera una mayor diferencia entre ED o EM y EN comparada con ingredientes con niveles moderados de fibra y proteína. Sin embargo, es importante considerar el incremento de calor puede ser utilizado por los cerdos como fuente de calor cuando están bajo su zona termo neutral. De esta manera, dietas altas en fibra y proteína no son perjudiciales durante el invierno o en otras situaciones en las cuales controles medioambientales pueden mantener

cerdos en crecimiento en su zona termo neutral (Noblet & Van Milgen (2004) y Rijnen et al. 2003).

## **2.6 Minerales**

El papel de los minerales en la alimentación del cerdo es de importancia fundamental. Las carencias de minerales provocan trastornos graves, provocando la muerte o graves alteraciones del crecimiento y de la reproducción. Es conocida, por ejemplo, la necesidad de aportar sal (NaCl) a los cerdos y la importancia del calcio y del fósforo para la formación del esqueleto y de la leche. Los minerales se han dividido en dos grandes grupos:

- Los minerales que están presentes en el organismo y que son esenciales. Ellos son: Calcio, Azufre, Fósforo, Sodio, Potasio, Cloro, Magnesio y Hierro.
- Los minerales que están presentes en el organismo en cantidades muy pequeñas. Ellos son: cobre, cobalto, manganeso, zinc, yodo, selenio, flúor y cromo (Carrero, 1998)

## **2.7 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.

Finalmente podemos concluir, que tanto las vitaminas como los minerales generalmente no presentan problemas con dietas variadas. Si en la alimentación predomina algún componente o si la composición del suelo en alguna región carece de minerales los problemas se pueden presentar, para evitar estos problemas se debe suministrar los minerales y vitaminas en alguna forma. Un porcicultor que

balancea la dieta de sus cerdos con sus propios productos siempre tiene que cuidar la composición mineral y las vitaminas, teniendo que acondicionar muchas veces algún suplemento (Carrero, 1998).

## **2.8 Proteínas**

Estructuras químicas complejas compuestas por su unidad básica, el aminoácido. Existen para el cerdo diez aminoácidos esenciales que deben ser suministrados en la dieta ya que éste es incapaz de sintetizarlos por sí mismo. Los aminoácidos intervienen en innumerables procesos metabólicos, desde la herencia a través del ADN hasta la deposición de músculo, pasando por la formación de hormonas, inmunoglobulinas, fluidos como la sangre, enzimas, etc. Las proteínas son un nutriente absolutamente necesario para el normal crecimiento y desarrollo de funciones vitales en el cerdo (Mateos G., 1996).

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. 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 rara vez 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).

### **2.8.1 Fuente de proteína**

Comprende una gama de subproductos de la industria frigorífica de distintas especies como bovinos, porcinos, aviar y pescado, procesados como harinas. Poseen un alto contenido en proteínas de muy buen valor biológico, con un excelente balance aminoacídico (presencia de aminoácidos esenciales). Son productos de un costo elevado y generalmente se utilizan en bajas proporciones para las categorías más pequeñas de más altos requerimientos en aminoácidos esenciales. Se puede mencionar dentro de este grupo a las harinas de carne, de carne y hueso, de sangre, de plasma, suero de queso y leche en polvo (Mateos G., 1996).

### **2.8.2 Principales Fuentes de proteína de origen animal**

La harina de pescado es la fuente de proteína animal que contiene el mejor balance de nutrimentos. Sin embargo, por su procesamiento, el material utilizado, las adulteraciones y contaminaciones y su precio, en muchos casos limitan su uso en la alimentación de cerdos.

La harina de carne y hueso aunque se considera una fuente de proteína, pues contiene niveles de entre 40 y 42%, se utiliza más bien como fuente de calcio (12%) y fósforo (6%). Sus proteínas pueden ser de muy variada calidad, pues en su elaboración se utilizan constituyentes como pelo, cuernos, pezuñas y tejidos conectivos con una baja calidad de aminoácidos (Campabadal, 2009).

El suero de leche o queso puede utilizarse en forma seca en la alimentación de lechones como fuente de lactosa en niveles hasta de un 30% en la dieta. Este producto contiene aproximadamente 70% de lactosa, de 10 a 12% de proteína de 1 a 1,2% de lisina, 0,90% de calcio y 1,10% de fósforo (Campabadal, 2009).

## **2.9 Agua**

El agua es uno de los nutrientes indispensables para cualquier especie animal. Constituye el 75-80% del peso corporal del animal e interviene en todas las funciones metabólicas y orgánicas de la vida del cerdo (crecimiento, reproducción, lactancia, respiración, homeostasis mineral, homeotermia, excreciones) El agua es un elemento aenergético no proteico, aportante de algunos minerales, indispensable para la vida del cerdo. Deficiencias en el suministro de agua en cantidad y calidad inciden marcadamente sobre la salud animal y la EC (Spiner, 2009).

## **2.10 Cerdos Pietrain**

Los cerdos pietrain son una raza porcina belga que tiene una amplia aceptación debido a sus características productivas debido a que posee una de las mayores tasas de engorde y crecimiento. La carne de este cerdo tiene un alto contenido de músculo (carne magra) y una baja presencia de grasa. Debido a estas características, la raza es muy valorada en los sistemas de producción porcina, tanto de animales puros como en diferentes mezclas con otras razas. Además, tienen un buen desarrollo del lomo y sirve para la elaboración de jamones (Araque, H., 2009).



**Figura 3.** Cerdo Pietrain

### **2.10.1 Características generales**

Los cerdos pietrain se caracterizan por poseer un gran desarrollo de la musculatura en comparación con otras razas. Presentan una longitud corta, buen tono muscular en la espalda y un dorso amplio. La cabeza es ligera y estrecha, con la frente ancha y un hocico amplio y recto. Las orejas son pequeñas y están posicionadas hacia delante. Esta raza presenta una coloración de la piel característica blanca con machas negras dispuestas al azar en todo el cuerpo. Cada mancha está delimitada por regiones con coloración más clara y con pelaje blanco. Posee un margen reducido de grasa dorsal. Las hembras llegan a pesar cerca de 280 kg y los machos alrededor de 300 kg. Muchos campos de cría belgas y alemanes han producido cerdos con un desarrollo muscular extremo (Araque, H., 2009).

## **2.11 Cerdos Landrace**

El Landrace Belga llamado también Blanco Belga procede del cruce de razas nativas con Landrace Francés, Holandés y Pietrain. Presenta una excelente conformación morfológica en su tercio posterior, además un escaso engrazamiento de la canal. Sin embargo el alto proceso de selección lo ha llevado a que presente desarmonía anatómico – funcional (la base anatómica no se corresponde con su potencial productivo). Esta condición determina su poca capacidad de adaptación al medio y limitada rusticidad, carácter irascible que dificulta su manejo, y bajos índices reproductivos (Carrero, 1989)

### **2.11.1 Características generales**



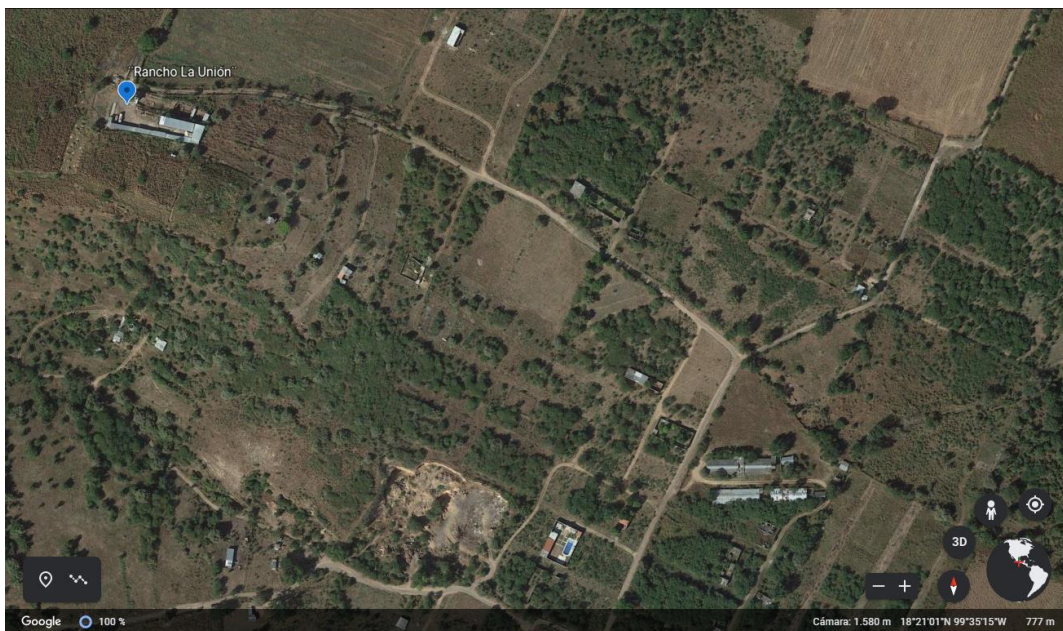
Son de color blanco, exceptuando al Landrace Belga, los demás tipos presentan perfil rectilíneo, orejas en forma de visera, cuerpo alargado, espalda recta, vientre recogido y profundo, tercios anterior y posterior bien desarrollados, aplomos cortos y bien distribuidos, mamas bien conformadas.

Alta fertilidad y fecundidad, tamaño de camada alto, buenos rendimientos en ceba, docilidad, poca rusticidad, mediana calidad de la carne (Carrero, 1989).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

### 3.1 Ubicación del área de estudio.

El presente estudio se realizó en la granja Porcicola “Rancho La Unión” que se encuentra ubicado en la colonia Loma de los coyotes en la Ciudad de Iguala de la Independencia, Guerrero en el kilómetro 5.8 de la carretera Iguala-Teloloapan. Las coordenadas geográficas son 18°21'06.6" Latitud Norte (LN) 99°35'15.1" Longitud Oeste (LW) meridiano de Greenwich a una altura de 744 msnm. En la siguiente imagen se muestra su ubicación satelital (Figura. 4)



**Figura 4.** Ubicación del experimento

### 3.2 Clima

Tiene clima denominado tropical de sabana, con una media de 26.1°, el clima es muy cálido a lo largo de todo el año, superando todos los meses las máximas de más de 30° C. Los meses más calurosos son abril y mayo donde las máximas llegan siempre a los 37-39 grados, llegando a presentarse algunos días con temperatura igual o superior a los 40°. En invierno, los días siguen siendo cálidos con noches

suaves, las máximas se ubican entre los 30°-33° C, mientras que las mínimas pasan entre los 14-16° C. La temporada de lluvias es de junio a octubre. En Iguala cae un promedio de 1,022 mm de lluvia anual.

### **3.3 Materiales**

Los materiales a utilizar para realizar este experimento, fueron:

- Cal
- Overol
- Lazos
- Bascula digital
- Bascula romana
- Botas de hule
- Marcador de ganado
- Cámara fotográfica
- Aretes de identificación
- Pinza para aretar ganado
- Mezcladora de alimento para ganado
- Cuaderno de notas (lápiz, calculadora, calendario)
- Medicamentos (yodo, Catosal, Dyscural porcino, violeta de genciana, FerroForte)

#### **3.3.1 Materiales para el ensilado de pescado sapo**

- Pescado sapo
- Bascula
- Yogurt natural
- Melaza
- Cubetas de 20L
- Molino forrajero
- Plástico
- Hilo
- Sacos

#### **3.4 Preparación del ensilado de pescado sapo**

La preparación del ensilado se elaboró de la siguiente manera; se trituro el pescado vivo en el molino forrajero (así conserva todas sus propiedades), ya teniendo el

pescado triturado en una cubeta (20 litros) se colocó la melaza (14 litros) y el yogurt natural (1 litro). Posterior a la incorporación de todos los elementos se prosiguió a mezclar hasta dejar homogéneo la preparación.

Terminado el proceso de elaboración se selló con plástico y tapa esto para evitar la entrada de algún organismo externo y afecte el proceso. Se dejó reposar por un lapso de 30 días a la sombra.



**Figura 5.** Preparación de ensilado de pescado sapo.

### **3.5 Descripción del sistema de producción de la granja**

El sistema de producción donde se realizó el experimento es un sistema intensivo, cuenta con 800 cerdos de diferentes etapas ya que llegan ahí después de destetados a los 28 días de nacidos de granjas externas, para empezar el proceso de engorda con una alimentación adecuada para cada etapa de desarrollo del lechón hasta la finalización, el personal que ingresa a la granja toma las medidas de sanidad correspondientes, como es la desinfección, equipo personal (overol y botas de hule); esto para trabajar con los cerdos y evitar enfermedades que se

puedan transmitir de otras granjas o el exterior, y no pueda influir ningún factor en la engorda.

### **3.6 Preparación del área de trabajo**

La preparación del área de trabajo se realiza a la entrada de cada camada a las corraletas, son numerosos los motivos por los cuales se realiza este procedimiento; por mencionar algunos, es para reducir el riesgo de enfermedades, la prevención y diseminación de enfermedades, maximizar el crecimiento y la producción.

#### **3.6.1 Procedimiento**

Se comenzó colocando la cal (2 kilos) y agua (20 litros) en una cubeta en donde se mezcló hasta que se logró una consistencia viscosa adecuada para que se pudiera adherir a las paredes. Antes de aplicar la mezcla obtenida se limpió y lavaron las corraletas, se retiró el exceso de agua y se dejó secar durante 2 horas, para después comenzar a encalar la superficie, esto tuvo un tiempo de secado de 24 horas antes de introducir a los cerdos.



## Figura 6. Proceso de encalado

### 3.7 Descripción del estudio

Se agruparon de 10 cerdos siendo un total de 40 que se utilizaron para este estudio, los cuales fueron puestos en diferentes corraletas, ya aretados para poder ser identificados y facilitar la toma de datos,

Todos los cerdos se pesaron previo al experimento, posteriormente fue por semana, él alimento fue pesado antes de proporcionarlo en los comederos para que al día siguiente se tomara el dato del alimento residual y así poder saber el consumo voluntario de alimento por día.

Se tomaron los datos en una báscula digital para la obtención de números más precisos.

**Cuadro 1.** Tratamientos de estudio

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>NUMERO DE REPETICIONES</b>
<b>0</b>	Testigo	10
<b>1</b>	6% inclusión	10
<b>2</b>	12% inclusión	10
<b>3</b>	18% inclusión	10

### 3.8 Preparación de dietas integrales

Las dietas utilizadas se basaron en la que tenía establecida la granja la cuál era una dieta ya establecida y probada por ellos mismos, a base de maíz, soya, núcleos, sales minerales y antioxidantes, de esa manera es como se conformaba el tratamiento testigo, a esta mezcla se le resto el porcentaje de inclusión de pescado diablo para posteriormente incorporar el ensilado (6%,12% y 18%), todo esto después de ser pesada en la báscula digital para posteriormente ser mezclado en la revolvedora de alimentos, para empacarlo y almacenarlo en la bodega, esta práctica se realizó cada semana durante el experimento.

#### 3.8.1 Dietas realizadas

**Cuadro 2.** Dieta para Tratamiento Testigo (T0) en etapa de crecimiento por semana para 10 cerdos

Ingrediente	Kilogramos (Kg)	Porcentaje (%)
Maíz molido	159	63.6
Soya	62.15	22
Grasa vegetal	10	4
Carbodox	0.25	0.1

Antioxidante	0.75	0.3
Núcleo	25	10
EPS	0	0
	257.15	100

**Cuadro 3.** Dieta para Tratamiento Testigo (T0) en etapa de desarrollo por semana para 10 cerdos

Ingrediente	Kilogramos (Kg)	Porcentaje (%)
Maíz molido	586.400	73.075
Soya	185.500	21.700
Grasa vegetal	12.00	1.50
Carbodox	0.800	0.225
Antioxidante	2.400	0.300
Núcleo	25.600	3.200
EPS	0	0
	812.7	100

**Cuadro 4.** Dieta para Tratamiento 1 (T1) en etapa de crecimiento por semana para 10 cerdos

Ingrediente	Kilogramos (Kg)	Porcentaje (%)
Maíz molido	159	63.6
Soya	45.2	16
Grasa vegetal	10	4
Carbodox	0.25	0.1



Antioxidante	0.75	0.3
Núcleo	25	10
EPS	15	6
	255.2	100

**Cuadro 5.** Dieta para Tratamiento 1 (T1) en etapa de desarrollo por semana para 10 cerdos

Ingrediente	Kilogramos (Kg)	Porcentaje (%)
Maíz molido	586.400	73.075
Soya	134.200	15.700
Grasa vegetal	12.00	1.50
Carbodox	0.800	0.225
Antioxidante	2.400	0.300
Núcleo	25.600	3.200
EPS	48.000	6.000
	806.4	100

**Cuadro 6.** Dieta para Tratamiento 2 (T2) en etapa de crecimiento por semana para 10 cerdos

Ingrediente	Kilogramos (Kg)	Porcentaje (%)
Maíz molido	129	51.6
Soya	58.85	22
Grasa vegetal	10	4
Carbodox	0.25	0.1
Antioxidante	0.75	0.3

Núcleo	25	10
EPS	30	12
	253.85	100

**Cuadro 7.** Dieta para Tratamiento 2 (T2) en etapa de desarrollo por semana para 10 cerdos

Ingrediente	Kilogramos (Kg)	Porcentaje (%)
Maíz molido	490.400	61.3
Soya	180.0	21.475
Grasa vegetal	12.0	1.50
Carbodox	0.800	0.225
Antioxidante	2.400	0.3
Núcleo	25.600	3.2
EPS	96.0	12
	800.54	100

**Cuadro 8.** Dieta para Tratamiento 3 (T3) en etapa de crecimiento por semana para 10 cerdos

Ingrediente	Kilogramos (Kg)	Porcentaje (%)
Maíz molido	114	45.6
Soya	58.85	22
Grasa vegetal	10	4
Carbodox	0.250	0.1
Antioxidante	0.750	0.3

Núcleo	25	10
EPS	45	18
	253.85	100

**Cuadro 9.** Dienta para Tratamiento 3 (T3) en etapa de desarrollo por semana para 10 cerdos

Ingrediente	Kilogramos (Kg)	Porcentaje (%)
Maíz molido	442.400	55.3
Soya	171.53	21.25
Grasa vegetal	12	1.5
Carbox	0.800	0.225
Antioxidante	2.400	0.3
Núcleo	25.600	3.2
EPS	144	18
	798.73	100

### 3.9 Sistema de identificación

Se identificaron todos los cerdos en experimentación, fue con la caravana o comúnmente llamado arete de ganado, este es de plástico y se colocó en la oreja del animal mediante la perforación de la membrana auricular.



**Figura 7.** Aretes para identificación de cerdos

### 3.10 Pesos Iniciales

**Cuadro 10.** Pesos iniciales Tratamiento Testigo (T0)

LECHÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PESO	19.5	18.0	15.0	17.0	20.5	19.5	18.5	18.0	16.0	21.0

**Cuadro 11.** Pesos iniciales Tratamiento 1 (T1)

LECHÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PESO	19.0	20.0	20.0	18.0	18.0	18.0	18.0	20.0	19.0	20.0

**Cuadro 12.** Pesos iniciales Tratamiento 2 (T2)

LECHÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PESO	19.0	19.0	20.0	20.0	20.0	21.0	18.0	20.0	18.0	20.0

**Cuadro 13.** Pesos iniciales Tratamiento 3 (T3)

LECHÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PESO	20.0	18.0	19.0	20.0	20.0	20.0	21.0	22.0	23.0	22.0

### 3.11 Variables de estudio

#### 3.11.1 Ganancia de peso diario

Esta variable se obtuvo en gramos con el peso semanal del cerdo dividido entre los días (Figura 8 y 9).



**Figura 8.** Peso con báscula digital



**Figura 9.** Peso con báscula romana

### 3.11.2 Peso total ganado

Esta variable se obtuvo al final del trabajo con una báscula romana (Figura 10.)



**Figura 10.** Peso de cerdos

### 3.11.3 Alimento consumido diario

Esta se obtuvo restando al alimento total el alimento residual de los comederos diariamente (Figura 11).



**Figura 11.** Toma de peso del alimento residual

### 3.11.4 Conversión alimenticia

Esta variable se obtuvo dividiendo el alimento total consumido entre el peso total ganado del cerdo (Figura 12).

$$CA = \text{alimento total consumido} \times \text{peso total ganado}$$



**Figura 12.** Elaboración del alimento convencional

### 3.11.5 Eficiencia alimenticia

Esta variable se obtuvo con el peso total del cerdo dividido entre el alimento total consumido y el resultado multiplicando por 100 (Figura 13).

$$EA = (\text{peso total ganado} / \text{alimento total consumido}) * 100$$



**Figura 13.** Alimentación



### **3.12 Diseño experimental**

El trabajo se estableció con un diseño experimental con bloques completamente al azar con 3 tratamientos y un testigo con 10 repeticiones cada uno. Para el análisis de datos se utilizó el paquete SAS (1994). Con los datos de las variables evaluadas se realizaron los análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación de medias (Tukey  $\alpha = 0.05$ ).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Ganancia de peso diario

En el Cuadro 14, se analizan los resultados de la variable ganancia de peso diario, en él se observa que las medias producidas por los tratamientos y por las semanas presentan diferencias altamente significativas ( $\alpha < 0.001$ ) debido a que presenta un valor de  $P < 0.0001$  y  $P = 0.0002$  en cambio las medias que produjeron las repeticiones muestran diferencias no significativas, por contar con un valor de  $P = 0.0173$ . Por otra parte, el coeficiente de variación es 45.33 y la raíz cuadrada 0.2270, lo cual indica que el 22.7% de los resultados son producidos por los factores controlados por este trabajo de investigación el restante 77.3% es el efecto de los factores no controlados por el presente trabajo (estrés por temperatura u otros factores).

**Cuadro 14.** Análisis de varianza para la variable dependiente Ganancia de Peso Diario en dietas adicionadas con ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadros	Cuadros Medios	Valor F	P>F
Modelo	20	4.87507541	0.24375377	4.98	<.0001 **
Trat	3	2.33014556	0.77671519	15.87	<.0001 **
Rep	9	1.00297096	0.11144122	2.28	0.0173 NS
Semana	8	1.54195889	0.19274486	3.94	0.0002 **
Error	339	16.59336348	0.04894797		
Corr. Total	359	21.46843889			

$R^2 = 0.227081$     C.V. = 45.33129    RCME = 0.221242    Media Gral. de la Ganancia de Peso = 0.488056  
NS = Diferencia no significativa    \*\* = Diferencia altamente significativa

Para identificar cual fue el mejor tratamiento para la ganancia de peso diario, se realizó la prueba múltiple de sus medias (Cuadro 15) y se encontró que el tratamiento control o testigo (T0) presentó la mayor media con el valor 0.58300 Kg le sigue el tratamiento número 2 con 0.5198 Kg y el tratamiento con la media más baja fue el tratamiento 1 (T1) con 0.36211 Kg.

**Cuadro 15.** Prueba de comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ), para la Ganancia de Peso Diaria con respecto a los tratamientos

Tratamiento	Media	Tukey
0	0.58300	A
2	0.51989	AB
3	0.48722	B
1	0.36211	C

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

La prueba múltiple de medias producidas por ganancia de peso diario durante las semanas (Fuente de variación) muestra que en las semanas 3, 2, 7, 5, 6 y 9 (Cuadro 16) presentaron las medias más altas ya que pertenecen al mismo grupo de Tukey, la semana que presenta la media más baja es la 8 con 0.38625 Kg.

**Cuadro 16.** Prueba múltiple de medias para semanas en la variable dependiente Ganancia de Peso Diario, en dietas adicionadas con ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo de cerdos

Semana	Media	Tukey
3	0.60950	A
2	0.57750	AB
7	0.50425	ABC
5	0.48525	ABC
6	0.48300	ABC
9	0.46750	ABC
4	0.44325	BC
1	0.43600	BC
8	0.38625	C

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

#### 4.2 Peso total ganado

En el Cuadro 17, se analizan los resultados de la variable peso total ganado, en él se observa que las medias producidas por los tratamientos presentan diferencias altamente significativas ( $\alpha < 0.001$ ) debido a que presenta un valor de  $P < 0.0001$  en cambio las medias que produjeron las repeticiones muestran diferencias no significativas, por contar con un valor de  $P = 0.0224$  y las producidas por las semanas presentan diferencias significativas ( $\alpha < 0.001$ ) por tener el valor de  $P = 0.0018$ . Por otra parte, el coeficiente de variación es 30.00323 y la raíz cuadrada 0.194360, lo cual indica que el 19.4% de los resultados son producidos por los factores controlados por este trabajo de investigación el restante 80.5% es el efecto de los factores no controlados por el presente trabajo (estrés por temperatura u otros factores).

**Cuadro 17.** Análisis de varianza para la variable dependiente Peso Total Ganado en ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	P>F
Modelo	20	9387.63243	469.38162	4.09	<.0001 **
Trat	3	4229.772222	1409.924074	12.29	<.0001 **
Rep	9	2260.558821	251.173202	2.19	0.0224 NS
Sem	8	2897.301389	362.162674	3.16	0.0018 *
Error	339	38905.15646	114.76447		
Corr. Total	359	48292.78889			

R<sup>2</sup> = 0.194360    C.V. = 30.00323    RCME = 10.71282    Media Gral. Del Peso Total Ganado = 35.70556  
 NS = Diferencia no significativa    \*\* = Diferencia altamente significativa    \* Diferencia significativa

Para identificar cual fue el mejor tratamiento para el peso total ganado, se realizó la prueba múltiple de sus medias (Cuadro 18) y se encontró que el tratamiento control o testigo (T0) y el tratamiento 2 presentaron la mayor media con el valor 40.028 y 36.956 Kg respectivamente, le sigue el tratamiento número 3 con 32.289 Kg y el tratamiento con la media más baja fue el tratamiento 1 con 30.550 Kg.

**Cuadro 18.** Prueba de comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ) para el Peso Total Ganado con respecto a los tratamientos

Tratamientos	Media	Tukey
0	40.028	A
2	36.956	AB
3	35.289	B
1	30.550	C

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

La prueba múltiple de medias producidas por peso total ganado durante las semanas (Fuente de variación) muestra que en las semanas 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3 y 2 (Cuadro 19) presentaron las medias más altas ya que pertenecen al mismo grupo de Tukey, la semana que presenta la media más baja es la semana 1 con 30.688 Kg.

**Cuadro 19.** Prueba múltiple de medias para semanas en la variable dependiente Peso Total Ganado, en dietas adicionadas con ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo de cerdos

Semana	Media	Tukey
9	38.863	A
8	38.750	A
7	38.675	A
6	37.125	AB
5	36.300	AB
4	34.950	AB
3	33.900	AB
2	32.100	AB
1	30.688	B

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

### 4.3 Alimento consumido diario

En el Cuadro 20, se analizan los resultados de la variable alimento consumido diario, en él se observa que las medias producidas por los tratamientos y por las semanas presentan diferencias altamente significativas ( $\alpha < 0.001$ ) debido a que presenta un valor de  $P = < 0.0001$  y  $P = < 0.0001$  en cambio las medias que produjeron las repeticiones muestran diferencias no significativas, por contar con un valor de  $P = 0.8285$ . Por otra parte, el coeficiente de variación es 5.693265 y la raíz cuadrada 0.975166, lo cual indica que el 97.5% de los resultados son producidos por los

factores controlados por este trabajo de investigación el restante 2.4% es el efecto de los factores no controlados por el presente trabajo (estrés por temperatura u otros factores). Respecto al uso de suero de queso (barlocco y penner et, at 1992). Concluyen que suministrando una cantidad diaria fija de alimento concentrado durante todo el periodo de recría-engorda, el animal aumenta gradualmente el consumo de suero, manteniendo la tasa de crecimiento.

**Cuadro 20.** Análisis de varianza para la variable dependiente Alimento Consumido Diario en ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadros</b>	<b>Cuadros Medios</b>	<b>Valor F</b>	<b>P&gt;F</b>
Modelo	20	45.57751979	2.27887599	665.58	<.0001 **
Trat	3	0.87000000	0.29000000	84.70	<.0001**
Rep	9	0.01729757	0.00192195	0.56	0.8285 NS
Sem	8	44.69022222	5.58627778	1631.55	<.0001 **
Error	339	1.16070243	0.00342390		
Corr. Total	359	46.73822222			

R<sup>2</sup> = 0.975166 C.V. = 5.693265 RCME = 0.058514 Media Gral. Del Alimento Consumido Diario = 1.027778  
 NS = Diferencia no significativa \*\* = Diferencia altamente significativa

Para identificar cual fue el mejor tratamiento para el alimento consumido, se realizó la prueba múltiple de sus medias (Cuadro 21) y se encontró que el tratamiento 2 (T2) presentó la mayor media con el valor 1.081111 Kg le sigue el tratamiento número 3 con 1.052222 Kg y el tratamiento con la media más baja fue el tratamiento 1 con 0.948889 Kg.

**Cuadro 21.** Prueba de comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ) para el alimento consumido diario con respecto a los tratamientos

Tratamientos	Media	Tukey
2	1.081111	A
3	1.052222	B
0	1.028889	C
1	0.948889	D

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

La prueba múltiple de medias producidas por el alimento consumido durante las semanas (Fuente de variación) muestra que en la semana 8 (Cuadro 22) presento la media más alta ya que pertenece al mismo grupo de Tukey, le siguen las semanas 9, 7, 6, 5, 4, 2 y 3 la semana que presenta la media más baja es la semana 1 con 0.55000 Kg.

**Cuadro 22.** Prueba múltiple de medias para semanas en la variable dependiente Alimento Consumido Diario, en dietas adicionadas con ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo de cerdos

Semana	Media	Tukey
8	1.61750	A
9	1.39250	B
7	1.27000	C
6	1.16000	D
5	1.12500	D
4	0.83250	E
2	0.67250	F
3	0.63000	G
1	0.55000	H

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.



#### 4.4 Conversión Alimenticia

En el Cuadro 23, se analizan los resultados de la variable conversión alimenticia, en él se observa que las medias producidas por los tratamientos presentan diferencias altamente significativas ( $\alpha < 0.001$ ) debido a que presenta un valor de  $P < 0.0001$  en cambio las medias que produjeron las repeticiones y semanas muestran diferencias no significativas, por contar con un valor de  $P = 0.0230$  y  $P = 0.0345$ . Por otra parte, el coeficiente de variación es 33.18169 y la raíz cuadrada 0.188500, lo cual indica que el 18.8% de los resultados son producidos por los factores controlados por este trabajo de investigación el restante 81.1% es el efecto de los factores no controlados por el presente trabajo (estrés por temperatura u otros factores). De acuerdo a (fevrier y Chauvel, 1992) la dieta incluyendo suero de leche permitió mejorar la eficiencia alimenticia de la ración.

**Cuadro 23.** Análisis de varianza para la variable dependiente Conversión Alimenticia en ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadros	Cuadros Medios	Valor F	P>F
Modelo	20	73.7116660	3.6855833	3.94	<.0001 **
Trat	3	39.55154306	13.18384769	14.08	<.0001 **
Rep	9	18.37103404	2.04122600	2.18	0.0230 NS
Sem	8	15.78908889	1.97363611	2.11	0.0345 NS
Error	339	317.3319004	0.9360823		
Corr. Total	359	391.0435664			

$R^2 = 0.188500$  C.V. = 33.18169 RCME = 0.967513 Media Gral. De la Conversión Alimenticia = 2.915806  
 NS = Diferencia no significativa \*\* = Diferencia altamente significativa

Para identificar cual fue el mejor tratamiento para la conversión alimenticia, se realizó la prueba múltiple de sus medias (Cuadro 24) y se encontró que el

tratamiento 1 (T1) presentó la mayor media con el valor 3.4472 Kg le sigue el tratamiento número 3 con 2.8753 Kg y el tratamiento con la media más baja fue el tratamiento control o testigo con 2.5382 Kg.

**Cuadro 24.** Prueba de comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ) para Conversión Alimenticia con respecto a los tratamientos.

Tratamientos	Media	Tukey
1	3.4472	A
3	2.8753	B
2	2.8024	B
0	2.5382	B

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

#### 4.5 Eficiencia alimenticia

En el Cuadro 26, se analizan los resultados de la variable eficiencia alimenticia, en él se observa que las medias producidas por los tratamientos presentan diferencias altamente significativas ( $\alpha < 0.001$ ) debido a que presenta un valor de  $P < 0.0001$ , las semanas (fuente de Variación) presentó diferencia significativa ( $\alpha < 0.01$ ) entre sus medias ya que cuenta con el valor de  $P = 0.0018$  en cambio, las medias que produjeron las repeticiones muestran diferencias no significativas, por contar con un valor de  $P = 0.0224$ . Por otra parte, el coeficiente de variación es 30.00245 y la raíz cuadrada 0.194388, lo cual indica que el 19.4% de los resultados son producidos por los factores controlados por este trabajo de investigación el restante 80.5% es el efecto de los factores no controlados por el presente trabajo (estrés por temperatura u otros factores).

**Cuadro 25.** Análisis de varianza para la variable dependiente Eficiencia Alimenticia en ensilado de pescado sapo en cerdos en etapa de crecimiento y desarrollo.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadros</b>	<b>Cuadros Medios</b>	<b>Valor F</b>	<b>P&gt;F</b>
Modelo	20	10926.41734	546.32087	4.09	<.0001 **
Trat	3	4923.019367	1641.006456	12.28	<.0001 **
Rep	9	2631.140567	292.348952	2.19	0.0224 NS
Sem	8	3372.257404	421.532175	3.16	0.0018 *
Error	339	45282.98663	133.57813		
Corr. Total	359	56209.40397			

R<sup>2</sup> = 0.194388 C.V. = 30.00245 RCME = 11.55760 Media Gral. De la Eficiencia Alimenticia = 38.52219  
 NS = Diferencia no significativa \*\* = Diferencia altamente significativa \* = Diferencia significativa

Para identificar cual fue el mejor tratamiento para la eficiencia alimenticia, se realizó la prueba múltiple de sus medias (Cuadro 27) y se encontró que los tratamientos control o testigo (T0) y el número 2 presentaron las mayores medias con los valores 39.871 Kg y 43.185 Kg y el tratamiento con la media más baja fue el 1 con 32.960 Kg.

**Cuadro 26.** Prueba de comparación múltiple de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ) para la Eficiencia Alimenticia con respecto a los tratamientos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Media</b>	<b>Tukey</b>
0	43.185	A
2	39.871	AB
3	38.073	B
1	32.960	C

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

La prueba múltiple de medias producidas por ganancia de peso diario durante las semanas (Fuente de variación) muestra que en las semanas 9, 7, 8, 6, 5, 4, 3 y 2 (Cuadro 28) presentaron las medias más altas ya que pertenecen al mismo grupo de Tukey, la semana que presenta la media más baja es la 1 con 33.109 Kg.

**Cuadro 27.** Prueba múltiple de medias para semanas en la variable dependiente Eficiencia Alimenticia, en dietas adicionadas con ensilado de pescado sapo en etapa de crecimiento y desarrollo de cerdos.

Tratamientos	Media	Tukey
9	41.929	A
7	41.806	A
8	41.726	A
6	40.053	AB
5	39.164	AB
4	37.707	AB
3	36.574	AB
2	34.633	AB
1	33.109	B

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

## V. CONCLUSIÓN

- La ganancia de peso diaria tuvo mejores resultados en el tratamiento testigo (T0) siguiendo el tratamiento 2 (T2) que en los tratamientos que los tratamientos 1 y 3.
- La conversión alimenticia fue mejor en el tratamiento 1 (T1) que el tratamiento testigo y los tratamientos 2 y 3.
- En el consumo de alimento diario tuvo mejor resultado el tratamiento 2 (T2) que en los tratamientos 0, 1 y 3.
- El peso total ganado tuvo mejor resultado con el tratamiento testigo (T0) que los tratamientos con porcentaje de inclusión de ensilado de pescado sapo.
- La eficiencia alimenticia tuvo mejores resultados en el tratamiento testigo (T0) siguiéndolo el tratamiento 2 (T2) que los tratamientos con inclusión de pescado sapo 1 y 3.

## VI. LITERATURA CITADA

Araque, H., & Porcinos, L. S. (2009). Sistemas de producción de cerdos. *Universidad central de Venezuela. Campus Maracay, Facultad de Agronomía. Instituto y Departamento de producción animal. Venezuela.*

Ashmore C. R., Tompkins G., Doerr L. 1972. Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals. *J. Animal Sci.*, 34: 37-41.

Barlocco, N. 1991. Efecto de diferentes suplementos en dietas a base de suero de queso en cerdos en engorde. In: *Jornadas Técnicas de Investigación. Memorias. Montevideo. Facultad de Veterinaria. p40.*

Barone R (1976-80) *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome I: Osteologie, Tome II: Arthrologie et miologie, Tome III: Splachnologie, Tome IV: Angiologie et esthésiologie, Tome V: Neurologie.* Ed. Vigot Frères, Paris.

Belmar R. y Nava Montero R. Factores antinutricionales en la alimentación de animales monogástricos. *Fac. de Med. Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. México. 1998.*

Carlos Campabadal PhD., *Guía técnica para alimentación de cerdos.*, 2009.

Carlos G. 2003 *Manuel del participante, producción de cerdos*

CARRERO. González, H. Manual de Producción Porcina. SENA – CLEM, Tulua. 1998.

ESPINOSA, Ana Claudia. Información personal. Fotos. SENA – CLEM, Tulua. 2005.

FAO 2003. 5 alimentos, principalmente granos a proteína animal de alta calidad biológica.

Fevrier, C. et Chauvel, J. 1977. Lactoserums et sous-produits laitiers dans l'alimentation du porc. ITP. Paris. 190p.

Getty R (2001) Sisson & Grossman. Anatomía de los animales domésticos. Vols. I, II. Ed. Salvat, Barcelona.

HOGARES JUVENILES CAMPESINOS. Manual Agropecuario. Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente. Biblioteca del Campo. Bogotá. Colombia. 2002.

HONIG, P. 1974. Principios de Tecnología Azucarera. Segunda Edición. Compañía Editorial Continental. Mexico. 23 – 54 p.

Manual de buenas prácticas de producción en granjas porcícolas – confederación de porcicultores mexicanos A.C. SENASICA, (2004).

Mateos G., Rebollar p y Mendel P. Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal. Grasas puras y mezclas. FEDNA España. 1996.

Leeson, S. Summers, J. 2000 Nutricion Aviar Comercial. Editorial Le'Print Club Express Ltda. Bogota, Colombia. 43 - 45p.

Parra Huertas, Ricardo Adolfo. 2012. Yogur en la salud humana Revista Lasallista de Investigación, vol. 9, núm. 2, julio-diciembre, 2012, pp. 162-177 Corporación Universitaria Lasallista Antioquia, Colombia. Revista Lasallista de Investigación ISSN: 1794-4449 Corporación Universitaria Lasallista Colombia.

Penner, H., Villagran, M. y Yacosa, M. 1992. Evaluación de dietas a base de suero de queso en cerdos en engorde. Tesis Ing. Agr. Mo

Spiner, M.; *et. al.* Transporte de cerdos al mercado: recomendaciones para disminuir las pérdidas de cerdos por el mal manejo de la carga y el transporte. EEA INTA Marcos Juárez. 2002.

Toppe, J., Olsen, R.L., Peñarubia, O.R. & James, D.G. 2018. Producción y utilización del ensilado de pescado. Manual sobre cómo convertir los desperdicios del pescado en ganancias y en un ingrediente valioso de la ración o como fertilizante. Rome, FAO. 28 pp.