

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Evaluación de la inclusión de desechos alimenticios a la dieta de cerdos criollos (*Sus scrofa domesticus*) en etapa de inicio y su efecto en los parámetros productivos y económicos.

Por:

Br. Mariana Luz Guzmán Cruz

Ciudad Universitaria, Septiembre del 2019

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



Evaluación de la inclusión de desechos alimenticios a la dieta de cerdos criollos (*Sus scrofa domesticus*) en etapa de inicio y su efecto en los parámetros productivos y económicos.

Por:

Br. Mariana Luz Guzmán Cruz

Requisito para optar al título de:

Ingeniera Agroindustrial

Ciudad Universitaria, Septiembre del 2019

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

LIC. M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

LIC. CRISTÓBAL 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. M. Sc. BLANCA EUGENIA TORRES DE ORTIZ

ING. AGR. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA

ING AGR EVER ALEXIS MARTINEZ AGUILAR

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION

ING. AGR. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA

RESUMEN.

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la adición de un 30% de desechos alimenticios (arroz, tortillas, vegetales y carne) en la dieta de cerdos criollos (*Sus scrofa domesticus*) y como este incide en los parámetros productivos y económicos. La investigación se llevó a cabo en el Municipio de San Luis de La Reina, Departamento de San Miguel. El ensayo de campo tuvo una duración de ocho semanas más ocho días de adaptación, dando inicio en el mes de Octubre y finalizando en el mes de Diciembre del 2018. Las raciones alimenticias fueron elaboradas en base a sus requerimientos nutricionales establecidas por el NRC (2008). Se utilizaron 16 cerdos criollos, 7 machos y 9 hembras de aproximadamente dos meses de edad y un peso de 7 kg \pm 3, cada uno fue una unidad experimental. Fueron divididos en 2 grupos de 8 cerdos, (T0=5 hembras y 3 machos, T1=4 hembras y 4 machos), un grupo fue el tratamiento testigo con una mezcla balanceada y el otro grupo representó el tratamiento con la adición de desechos alimenticios. Las variables de desarrollo se evaluaron con un Diseño Completo al Azar las cuales fueron: consumo de alimento, peso vivo, conversión alimenticia, ganancia de peso. Los datos fueron analizados en el software Infostat® con un nivel de significancia menor o igual al 5% ($p \leq 0,05$). Las variables de faenado se analizaron de manera descriptiva obteniendo las medias y la desviación estándar de estas variables. Al analizar estadísticamente los parámetros productivos no se obtuvieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Para la variable consumo total de alimento, las medias favorecen al T1 (30% desechos de restaurante) consumiendo 20.85 kg más en promedio que le T0 (testigo). En la variable peso vivo el T1 tuvo una media de 18.83 k y el T0 una media de 16.68 kg, siendo superior el T1 con 2.15 kg más que el T0. La ganancia de peso total también fue superior en el T1 con un promedio de 12.95 kg, mientras que el T0 obtuvo un promedio de 11.53 kg. Para la variable conversión alimenticia las medias favorecen al T0, el cual obtuvo una conversión alimenticia acumulada de 4.14, mientras que el T1 obtuvo un valor de 7.16, por lo que hace a la dieta menos eficiente. Económicamente se obtuvo la utilidad neta y la utilidad bruta, tanto en pie como en canal, dando como resultado una utilidad neta en pie para el T0 \$9.93 y para el T1 \$13.58. La utilidad neta en canal para el T0 fue de \$2.90 y para el T1 \$6.91, favoreciendo al tratamiento donde se utilizó subproducto alimenticio.

Palabras clave: cerdos criollos, desechos alimenticios, alimentación alternativa, etapa de inicio.

ABSTRACT

The present investigation was carried out with the objective of evaluating the effect of the addition of 30% of food waste (rice, tortillas, vegetables and meat) in the diet of Creole pigs (*Sus scrofa domesticus*) and how this affects the productive parameters and economic parameters. The investigation was carried out in the Municipality of San Luis de La Reina, Department of San Miguel. The field trial lasted eight weeks plus eight days of adaptation, beginning in the month of October and ending in the month of December 2018. The food rations were prepared based on their nutritional requirements established by the NRC (2008). 16 Creole pigs, 7 males and 9 females of approximately two months of age and weighing $7 \text{ kg} \pm 3$ were used, each was an experimental unit. They were divided into 2 groups of 8 pigs, (T0 = 5 females and 3 males, T1 = 4 females and 4 males), one group was the control treatment with a balanced mixture and the other group represented the treatment with the addition of food waste. The development variables were evaluated with a Complete Random Design which were: food consumption, live weight, food conversion, weight gain. The data were analyzed in the Infostat® software and no significant differences were found for these variables, with a level of significance less than or equal to 5% ($p \leq 0.05$). The slaughter variables were analyzed descriptively, obtaining the means and the standard deviation of these variables. When statistically analyzing the productive parameters, no significant differences were obtained ($P \leq 0.05$). For the variable total food consumption, the averages favor T1 (30% restaurant waste) by consuming 20.85 kg more on average than T0 (witness). In the variable live weight the T1 had an average of 18.83 kg and the T0 an average of 16.68 kg, the T1 being superior with 2.15 kg more than the T0. The total weight gain was also higher in T1 with an average of 12.95 kg, while T0 obtained an average of 11.53 kg. For the food conversion variable, the means favor T0, which obtained an accumulated food conversion of 4.14, while T1 obtained a value of 7.16, which makes the diet less efficient. Economically, net income and gross profit were obtained, both standing and in the carcass, resulting in a net profit live for T0 \$ 9.93 and for T1 \$ 13.58. Net income in the carcass for T0 was \$ 2.90 and for T1 \$ 6.91, favoring the treatment where food by-products were used.

Keywords: Creole pigs, food waste, alternative feeding, starting stage.

DEDICATORIA

A mis padres:

Mi papá: Porque siempre fomentó en todos sus hijos el deseo de estudiar y por siempre repetimos su frase favorita “la mejor herencia que les puedo dejar es su educación”.

Mi mamá: Por ser una mujer luchadora, que aprendió a leer y escribir por sus propios medios y que durante todos mis años de educación básica se levantaba con el alba para que nunca nos fuéramos con el estómago vacío a estudiar.

AGRADECIMIENTOS.

Mis hermanas: La hermana mayor Sandra, que ha sido un apoyo fundamental e incondicional para sus hermanas chiquitas que tuvimos la oportunidad de ir a la Universidad. Mis hermanas menores, Isolina y Melania, porque hemos convivido toda la vida. Y a mis otros hermanos que indirectamente han colaborado económicamente.

Ever Martínez: Mi compañero en las buenas y en las malas, Pilar fundamental en este trabajo de tesis, asesor estadístico, asesor de campo, colega, amigo y muchas cosas más que ha desempeñado no solo para este proceso sino en gran parte de mi vida universitaria.

Mis asesores: por aceptar el trabajo que conlleva asesorar una tesis, el tiempo invertido en revisar cada avance y por guiar este trabajo en base a sus conocimientos técnicos, les estoy muy agradecida.

Mis compañeros: A lo largo de mi paso por la Universidad conté con compañeros que comprendieron mi situación de estudiar y trabajar y que ese hecho conlleva un doble esfuerzo y sacrificio, muchas veces no pude colaborar en las tareas al mismo nivel que ellos pero supieron comprender y recuerdo cada uno de sus nombres, a los que no, también. Y de manera especial quiero agradecer a mis compañeros Ariel y Cuchilla por haber colaborado directamente con mi trabajo de tesis al donar los desechos alimenticios con los que hice mi evaluación.

Ingeniero Aguirre: La organización FUNDESYRAM prometió financiar parte de este estudio, pero por razones que desconozco al final no existió tal ayuda, fue así como el Ing. Aguirre como un acto de solidaridad colaboró económicamente con éste estudio.

Departamento de zootecnia: por haber colaborado con mi proyecto al prestarme la báscula y otras herramientas necesarias.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION	ii
2. MARCO TEORICO.....	3
2.1 Historia y evolución del cerdo.....	3
2.2 Introducción y dispersión del cerdo en América.....	3
2.3 Producción y consumo.....	3
2.3.1 producción de cerdo.....	3
2.3.2 Consumo de carne de cerdo en la región Centroamericana.....	4
2.3.3 Porcicultura en El Salvador.....	4
2.4 Cerdos criollos en El Salvador.....	5
2.5 Sistema familiar o de traspatio.....	5
2.6 Rusticidad.....	5
2.7 Fisiología digestiva del cerdo.....	6
2.7.1 Anatomía del aparato digestivo.....	6
2.7.2 Digestión de los alimentos en monogástricos.....	6
2.8 Alimentación del cerdo.....	7
2.8.1 Requerimientos nutricionales del cerdo en etapas de inicio, desarrollo y final.....	8
2.8.2 Principales materias primas para alimentar Monogástricos.....	8
2.9 Indicadores de producción.....	9
2.9.1 Consumo de alimento.....	10
2.9.2 Ganancia de peso.....	10
2.9.3 El índice de conversión.....	10
2.10 Alimentación alternativa en Cerdos.....	11
2.10.1 Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>).....	11
2.10.2 Camote (<i>Ipomoea batatas</i> L).....	12
2.10.3 Yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz).....	12
2.10.4 Residuos de banano y plátano (<i>Musa sp.</i>).....	12
2.10.5 Otros vegetales.....	12
2.10.6 Desperdicios de comida.....	13
2.11 Parámetros económicos de la explotación porcina.....	14
2.11.1 Costos de producción.....	14
2.11.2 Evaluación económica.....	14
3. METODOLOGIA.....	15
3.1 Descripción del estudio.....	15
3.2 Metodología de campo.....	15

3.2.1 Animales e instalaciones.....	15
3.2.2. Definición de los tratamientos.....	16
3.2.3 Preparación del alimento.....	16
3.2.4 Composición nutricional de los subproductos alimenticios.....	18
3.2.5 Manejo Sanitario de los cerdos.....	18
3.2.6 Toma de datos.....	18
3.3 Metodología de laboratorio.....	19
3.3.1 Formulación de las dietas.....	19
3.4 Metodología Estadística.....	20
3.4.1 Análisis Estadístico.....	20
3.4.2 Variables a medir.....	21
3.4.3 Estadística descriptiva.....	22
3.5 Metodología Económica.....	22
3.5.1 Evaluación de costos (utilidad bruta, utilidad neta):.....	22
4.1 Consumo Total de Alimento.....	23
4.2 Peso vivo.....	24
4.3 Ganancia de Peso Total.....	25
4.4 Conversión Alimenticia Acumulada.....	26
4.5 Peso en canal.....	28
4.6 Rendimiento en canal.....	28
4.7 Análisis económico.....	29
5. CONCLUSIONES.....	32
6. RECOMENDACIONES.....	33
7. BIBLIOGRAFIA.....	34
8. ANEXOS.....	39

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales de cerdos en sus etapas.....	8
Cuadro 2. Conformación de los tratamientos.....	16
Cuadro 3. Composición de las dietas isoprotéicas con 23.7% de PC.....	19
Cuadro 4. Requerimiento y balance de proteína cruda de las dietas.....	20
Cuadro 5. Rendimiento Zootécnico del T0 (testigo) y T1 (30% de desperdicios).....	24
Cuadro 6. Datos de ganancia diaria promedio.....	26
Cuadro 7. Peso y precio en pie y canal por Cerdo.....	29
Cuadro 8. Utilidad neta, bruta en pie y en canal por cerdo.....	31
Cuadro A- 1: Características individuales de cada cerdo.....	39

Cuadro A- 2. Ganancia de peso semanal T0.....	40
Cuadro A- 3. Ganancia de peso semanal T1.....	40
Cuadro A- 4. Datos ración, rechazo y consumo diario de alimento.	40
Cuadro A- 5. Prueba de Normalidad de los datos por medio de Shapiro-Wilks	42
Cuadro A- 6. Análisis de varianza para la variable Consumo total de alimento.....	42
Cuadro A- 7. Datos de Ración, Consumo y Rechazo semanales.....	42
Cuadro A- 8. Análisis de varianza para la variable peso vivo final.	43
Cuadro A- 9. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso total.....	43
Cuadro A- 10. Datos ganancia media semanal y diaria individual por cerdo.	43
Cuadro A- 11. Datos Conversión alimenticia acumulada.	43
Cuadro A- 12. Análisis de varianza para la variable Conversión alimenticia acumulada.....	44
Cuadro A- 13. Datos ganancia de peso total.....	44
Cuadro A- 14. Datos de variables de faenado.....	44
Cuadro A- 15. Datos de rendimiento en canal del T0 y T1.	45
Cuadro A- 16. Costos detallados para el tratamiento 0.....	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Instalaciones (A) Corrales de experimentación, (B) Identificación de lechones.	15
Figura 2. Esquema de la distribución de los cerdos por tratamiento.	16
Figura 3. Preparación del alimento (A) Esterilizado de los desechos de restaurante, (B) Mezclado con el concentrado del T1.....	17
Figura 4. Elaboración del concentrado (A) Mezcla de materias primas, (B) Llenado de quintales.....	17
Figura 5. Suministro del alimento (A) Mezcla de concentrado con desechos de cocina, (B) Raciones de ambos tratamientos.....	17
Figura 6. Manejo sanitario de los cerdos (A) Sistema de cama profunda en piso, (B) Aplicación de desparasitante y vitamina.	18
Figura 7. Peso semanal de lechones.	19
Figura 8. Medias de consumo de alimento semanal (kg).....	24
Figura 9. Medias de peso vivo semanal (kg).....	25
Figura 100. Medias de conversión alimenticia semanal.....	28
Figura A 1. Resultado de análisis bromatológico a muestras de desechos alimenticios.	46
Figura A 2. Arancel de precios de cerdo en pie de la Escuela Nacional de Agricultura (ENA).	47

1. INTRODUCCION

En El Salvador la explotación de monogástricos, como el caso del cerdo criollo, sigue siendo una de las actividades productivas importantes (Pleitez, J *et al* 2003). Según Villanueva *et al.* (2011) los sistemas de producción pecuaria en países en vías de desarrollo, deben satisfacer las condiciones de sostenibilidad, en el que se utilicen fuentes con potencial uso en dietas o suplementos alimenticios para animales monogástricos y rumiantes. Para Quinian (1990), el reto en la alimentación animal es formular raciones que satisfagan las expectativas de rendimientos y optimicen los costos de producción ya que se debe tener en cuenta que la alimentación es una de las prácticas más importantes de una porqueriza, pues el éxito empresarial de los productores porcinos se sustentará en la adaptación de tecnología económicamente viable orientada a dar una mayor utilidad. Así que aprovechando la capacidad que el cerdo tiene de alimentarse con varios productos y subproductos animales y vegetales por ser un animal omnívoro, pueden emplearse para su alimentación los desechos alimenticios que se generan en restaurantes (Ramírez, 2011).

Según Mata-Álvarez *et al.* (2000) la generación de desechos alimenticios se ha convertido en una problemática mundial, esto es debido entre otras cosas al mal uso de los alimentos, así como el crecimiento de la población humana y con un desarrollo económico poco planificado. Los principales generadores de residuos de alimentos son los restaurantes y hogares. Cada año se desperdician 1,3 billones de toneladas de comida (FAO, 2014), por lo que podrían emplearse estos desperdicios en la alimentación animal, siempre y cuando, se ajuste a sistemas de reciclaje que disminuyan su pudrición y descomposición para obtener una materia prima rica en energía, proteína de alto valor biológico y vitaminas (Kim *et al.*, 2011).

Los desechos de restaurantes tienen una calidad nutricional adecuada, que ha sido aprovechada por cerdos tradicionales o comúnmente llamados de traspatio (Westendorf *et al.*, 1993). Sin embargo su uso presenta una serie de limitaciones, por lo que deben ser adicionados en porcentajes que permitan la máxima expresión productiva del animal (Manterola y Cerda, 2014) y minimicen la contaminación de agentes nocivos causantes de enfermedades zoonóticas como teniasis, cisticercosis, triquinosis, leptospirosis, entre otras (OMS, 2007). La variabilidad de procesos incluye cocción, deshidratación, ensilaje y mezcla con otros alimentos que permiten su transformación en alimentos de excelente calidad para los animales.

Existen diferentes estudios realizados sobre la utilización de desperdicios alimenticios, en México se alimentaron cerdos de cruce comercial en etapa de crecimiento con dietas a base de desperdicio de comedor y un concentrado comercial, los resultados obtenidos mostraron que la adición de desperdicios de comedor y cocina no afectaron los rendimientos productivos y el rendimiento en canal (Ramírez, 2011). En Nicaragua, se realizó un estudio para evaluar el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento, desarrollo y engorde alimentados con desperdicios de cocina y residuos de galleta bajo distintos porcentajes de inclusión. Los cerdos que presentaron una ganancia de peso más alta, fueron los que se alimentaron con la ración 100% desperdicio de cocina (Neira y Vanegas, 2002). En El Salvador actualmente la producción de cerdos en el sector tecnificado es generalmente con cerdos de líneas comerciales y razas especializadas; en la década de los 80's en el CEDAF Izalco se contaba con hatos de cerdos criollos, Ventura (1989) estableció ensayos para determinar los niveles más apropiados de energía en el crecimiento y acabado, para ello se probaron tres niveles de energía en las dietas para los periodos de crecimiento, engorde y terminado. Los resultados ratifican el concepto de que en el cerdo criollo los niveles de energía juegan un papel importante en la eficiencia del crecimiento, sin embargo el estudio propone que se requieren evaluaciones adicionales sobre este aspecto.

En el país la producción de cerdos ha jugado un importante papel en la economía de supervivencia campesina, produciéndose en sistemas de traspatio (Chávez y Flores, 1992). La alimentación es un factor importante que afecta a los pequeños productores, debido a que en las fases de crecimiento y finalización representa aproximadamente del 75 – 80 % de los costos de producción (García *et al.* 2012). Es por eso que esta investigación tiene el propósito de buscar alternativas para la alimentación del cerdo criollo, con el fin de conocer sus parámetros productivos y sus costos de producción, comparando el efecto de la sustitución del concentrado por desechos alimenticios en etapa de inicio.

2. MARCO TEORICO

2.1 Historia y evolución 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 huír 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, 1989).

2.2 Introducción y dispersión del cerdo en América.

Con su llegada, los conquistadores españoles en sus diferentes viajes, trajeron consigo todo tipo de animales domésticos diseminándolos por todo el territorio Americano. Así la actividad pecuaria de América es una prolongación lógica de la tradición española. Al continente americano, el cerdo llegó en primer lugar a Santo Domingo, Puerto Rico, Cuba y Jamaica, procedente de las Islas Canarias en el segundo viaje de Cristóbal Colón en 1493 (Patiño, 1970). La presencia de los cerdos criollos originarios de las razas ibéricas se extiende desde México hasta el extremo sur de Argentina (Benítez y Sánchez, 2001). Alvarado (1982) indica que los cerdos criollos son de pelaje escaso o abundante (de acuerdo al clima), de color negro con mezclas de amarillo y blanco. Son de tamaño mediano o pequeño, la cabeza es pequeña con hocico largo y orejas medianas. Las extremidades son pequeñas con malos aplomos y jamones escasos.

2.3 Producción y consumo

2.3.1 producción de cerdo.

La carne roja de mayor consumo mundial es la carne de cerdo, cuya demanda en las últimas décadas ha experimentado un fuerte incremento. Ello se ha debido a los cambios en los patrones de consumo derivados del aumento de ingresos en los países en desarrollo con economías de rápido crecimiento. Junto con el de las aves de corral, el porcino es el subsector pecuario de mayor crecimiento. La producción porcina está distribuida por todo el mundo, con exclusión de algunas regiones que mantienen ciertas reservas culturales y religiosas en relación con el consumo de carne de cerdo (FAO, 2016).

2.3.2 Consumo de carne de cerdo en la región Centroamericana.

En cuanto al consumo de carne de cerdo, En el último quinquenio el consumo anual per cápita de carne porcina en los países de la región aumentó desde 4,6 kilos en 2012 a 5,3 kilos en 2016, y el crecimiento fue impulsado principalmente por Panamá y Costa Rica. Entre 2012 y 2016 el consumo regional de carne de cerdo ha mantenido una tendencia alcista, al crecer desde 205 mil toneladas en 2012 a 249 mil toneladas en 2016, registrando un aumento de 21%. En 2016 el 73% de la carne de cerdo consumida en Centroamérica correspondió a producción local, mientras que 27% fue carne importada en su mayoría de Estados Unidos y de otros países de fuera de la región. En 2016 Costa Rica fue el país que registró el mayor consumo per cápita anual, con 14,4 kilos, seguido de Panamá con 12,4 kilos, Honduras con 4 kilos, Guatemala con 3,7 kilos, Nicaragua con 2,7 kilos y El Salvador con 2,1 kilos. (CentralAmericaData.com, 2017).

2.3.3 Porcicultura en El Salvador

Según el informe nacional sobre el estado de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura, realizado por Ortéz *et al.* (2016), la población porcina en El Salvador para el año 2016 fue de 194,160 cabezas, de las cuales 85,547 pertenecen a sectores tecnificados o semi-tecnificados, el resto son desarrollados en sistemas familiares o de traspatio, llegando a 108,613. La mayor parte de población porcina comercial para ese año se encontraba en la región occidental y central y la mayor cantidad de cerdos de traspatio en la región oriental y paracentral. Según datos obtenidos de la Encuesta Nacional Agropecuaria de Propósitos Múltiples (ENAPM 2014-2015), citado por Ortéz *et al.* (2016) los Departamentos que presentaron mayor estructura del hato porcino de traspatio a nivel familiar para el año 2014 fueron Usulután, Ahuachapán, La Unión y Cabañas con; 21,492; 19,055; 13,965 y 11,200 cabezas respectivamente. Mientras que los Departamentos con menores producciones fueron Cuscatlán, Chalatenango y San Salvador con; 1,836; 1,626 y 248 cabezas respectivamente.

Según Ortéz *et al.* (2016) la explotación de cerdos en el país se realiza a nivel comercial con razas y cruces terminales. A nivel familiar se explota los cruces con los grupos de cerdo criollo. Pleitez *et al.*, (2003), establecen que en las zonas rurales predomina el cerdo criollo en explotaciones de tipo familiar, como el cerdo tipo curro y chino, las razas más usadas en los sistemas tecnificados son: Landrace, Yorkshire, Duroc y cruces entre ellas por su buena respuesta a los cruces y excelente producción de carne y menos grasa. Ortéz *et al.* (2016) establecen que en el país se manejan principalmente 4 razas porcinas y una línea, de las

cuales, para el sistema de producción intensivo son principalmente las razas Yorkshire, Landrace, Duroc, Hampshire y la línea Dalland.

2.4 Cerdos criollos en El Salvador.

En porcinos existe una importante población de animales criollos, principalmente de tipo curro y chino; que son explotados en las zonas rurales del país. De estos grupos igualmente no se tienen estimaciones de la población animal aunque su presencia es más frecuente a nivel de las fincas, estos se encuentran con amenazas de extinción dado el uso creciente de verracos cruzados con otras razas especializadas (Pleitez *et al.* 2003).

2.5 Sistema familiar o de traspatio.

Normalmente los cerdos criollos son explotados en América latina en crianza extensiva y de traspatio siendo alimentados o suplementados con residuos de cocina, forrajes o subproductos agroindustriales. En general son sacrificados y procesados en las propias casas y bajo precarias condiciones higiénicas (Escobar, 2007).

Flores y Agraz (1985), afirman que es aquella explotación porcina en donde las construcciones son rudimentarias, hay poca inversión de capital, no hay ninguna inversión de capital y no hay ninguna asistencia técnica. Este es el sistema que ha sido adoptado por pequeños productores campesinos; está basado en la alimentación con desperdicios, la forma de manejo de las explotaciones es bastante precaria, y por lo general abundan explotaciones con 2 a 5 cerdos y no hay ningún control sobre el comportamiento reproductivo de la piara ni de la producción. Buxade (1996), manifiesta que la explotación extensiva se caracteriza por utilizar animales de biotipos ambientales, normalmente razas rústicas y autóctonas, con un limitado poder de transformación y bajos índices reproductivos.

2.6 Rusticidad

La capacidad de los animales de sobrevivir y producir bajo condiciones desfavorables: climas cambiantes, escasez de alimento y predisposición a infecciones por patógenos es llamada rusticidad. En países tropicales las razas criollas toleran de mejor forma el calor y la humedad que las líneas comerciales, que por encima de los 30°C disminuyen notablemente su consumo de alimento, ganancia de peso y fertilidad (Ministerio de Agricultura del Ecuador, 2009). Por otro lado, estudios en cerdos criollos cubanos indican que su sistema inmunológico cuando es retado a las parasitosis comunes en sistemas extensivos, responde con mayor eficiencia que las razas comerciales otorgándole mayor resistencia a la infestación (Pérez *et al.* 2002).

2.7 Fisiología digestiva del cerdo.

El cerdo es un animal omnívoro, esta condición, en particular del criollo, es lo que le permite una buena adaptación a regímenes alimentarios variados que cubran adecuadamente sus requerimientos nutricionales. Amador (1984), indica que puede aprovechar la mayoría de los alimentos que se les proporciona, ya sea, de origen animal o vegetal. Su característica más notable es la aptitud para convertir en carne o grasa la mayor parte de lo que ingiere. Sin embargo, a pesar de ser omnívoros tienen limitaciones para digerir ciertos insumos, principalmente los fibrosos y grasos.

2.7.1 Anatomía del aparato digestivo.

El aparato digestivo del cerdo está constituido por una serie de órganos los cuales conjuntamente ejercen una función digestiva. De acuerdo con Church (1990), el aparato digestivo está formado por la boca con sus estructuras y glándulas afines, el esófago, estómago, intestino delgado y grueso.

Boca: la abertura bucal es grande con un labio superior grueso (hocico), la lengua larga y estrecha recubierta de papilas.

Faringe: dividida en dos porciones: la parte respiratoria que se continúa con la laringe y la digestiva que se continúa con el esófago.

Esófago: es un tubo corto y casi recto que conduce el alimento hasta el estómago.

Estómago: Es voluminoso, con capacidad de 6 a 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.

Intestino delgado: Tiene una longitud de 20 m y una capacidad de 9 litros.

Intestino grueso: Tiene una longitud total de 5 m. Se divide en ciego, colon y recto. El contenido total es de 10 litros. En los intestinos se realiza la absorción de los alimentos. **Ano:** Es el final del recto y sirve para la expulsión de los desechos de la digestión (Church, 1990).

2.7.2 Digestión de los alimentos en monogástricos

Las fases que comprenden la digestión de los alimentos en estos animales son: masticación e insalivación, deglución, digestión gástrica, digestión intestinal y absorción. (Hernández, 1984).

Masticación e insalivación Los animales toman los alimentos sólidos, los introducen en la boca, los mastican, mezclan con la saliva producida por las glándulas salivales. La saliva ayuda a convertir la comida en un bolo que se deglute fácilmente (Church, 1990).

Deglución La cantidad de alimento masticado y mezclado con saliva se llama bolo alimenticio. La deglución, es el paso del bolo alimenticio de la boca al estómago, a través de la faringe y del esófago, que es el conducto largo y estrecho que desemboca en el estómago (Hernández, 1984).

Digestión Gástrica Los bolos alimenticios que llegan sucesivamente al estómago se encuentran sometidos a las acciones de las glándulas que hay en las paredes del estómago que segregan jugo gástrico, este jugo contiene ácido clorhídrico y varios fermentos de los cuales el más importante en los animales adultos es la pepsina que desdobra las proteínas de los alimentos, estos se mezclan con el jugo gástrico y después son evacuados al intestino, la masa fluída que se forma recibe el nombre de quimo (Hernández, 1984).

Digestión Intestinal Al llegar el quimo al duodeno que es la primera parte del intestino delgado, se mezcla con la bilis que segrega el hígado y con el jugo que elabora el páncreas. La bilis no contiene fermentos. El papel más importante de la bilis es emulsionar las grasas, haciendo que los glóbulos de grasa se dividan. Cuando el intestino delgado que tiene la consistencia de una papilla pasa al intestino grueso, sufre una serie de modificaciones haciéndose más espeso y compacto (Hernández, 1984).

Absorción La absorción de las sustancias nutritivas asimilables se realiza sobre todo en el intestino delgado. Para poder absorber las sustancias nutritivas, la superficie interior del intestino delgado está dotada de muchas vellosidades (Hernández, 1984).

2.8 Alimentación del cerdo.

El criador debe tener un programa de alimentación que preferiblemente utilice las materias primas disponibles en la zona, pero en las proporciones y cantidades adecuadas para cada etapa de vida de los cerdos. Cuando se suministran alimentos de buena calidad se minimizan las posibilidades de enfermedades y se asegura el buen crecimiento de los animales. Para los pequeños productores se recomienda usar el alimento concentrado elaborado por las fábricas, especialmente para lechones y si hay subproductos agrícolas se les puede suministrar a cerdos adultos (Wang, 1999). Los Productos destinados a la alimentación animal deben ser sanos, genuinos y de buena calidad. Su uso no debe representar peligro alguno para la salud humana, para la salud animal ni para el ambiente. Los cambios que se realicen en la dieta durante el engorde de los animales deben disponer de un período de adaptación, de manera que no afecte la salud de los animales. (OIRSA, 2016). El ganado porcino es uno de los mejores convertidores de alimentos a carne. Los cerdos requieren menos alimentación y total de nutrientes digeribles por libra que la

mayoría de animales de granja. Además rinden un mayor porcentaje de partes utilizables y una proporción más elevada de canal comestible. (García, s/f)

2.8.1 Requerimientos nutricionales del cerdo en etapas de inicio, desarrollo y final.

El cerdo es un monogástrico (un solo estómago), con escaso desarrollo del intestino grueso. Esto determina la necesidad de un suministro de alimentos más ricos en proteína y vitaminas (complejo B). El suministro de nutrientes debe hacerse de acuerdo a las necesidades nutricionales para cada grupo de alimentación. (Carrero, 1989).

El siguiente cuadro muestra los requerimientos de los cerdos en términos de minerales, vitaminas, así como los niveles energéticos y proteínicos recomendados para las diferentes etapas de vida.

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales de cerdos en sus etapas.

Requerimiento	Rango de Peso Vivo (Kg)					
	3-5	5-10	10-20	20-50	50-80	80-120
Energía Digestible (ED) Kcal/Kg	3400	3400	3400	3400	3400	3400
Consumo Diario g/día	250	500	1000	1855	2575	3075
Proteína Cruda %	26.0	23.7	20.9	18.0	15.5	13.2
Calcio %	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40
Fosforo %	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
Metionina %	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.16
Lisina %	1.50	1.35	1.15	0.95	0.75	0.60

Fuente: NRC, 1998.

2.8.2 Principales materias primas para alimentar Monogástricos.

Como todo animal, el cerdo necesita un alimento de varias materias primas para poder cumplir y satisfacer sus actividades. Para tener una producción económica, al cerdo se le debe proporcionar una ración o dieta en la que se mezclen diferentes materias primas que satisfagan sus requerimientos nutricionales (Carrero, 1989).

Fuentes de energía: Existen tres grupos de fuentes de energía utilizadas para la alimentación porcina y los constituyen los granos o cereales, las grasas y aceites y los subproductos agroindustriales (López, 2012).

- a.) **Granos o Cereales:** Maíz, Sorgo, tercerilla de arroz o arroz de segunda, son los utilizados tradicionalmente en Latinoamérica, otros países utilizan trigo y cebada.
- b.) **Grasas y Aceites:** Constituyen una fuente concentrada de energía que se utiliza principalmente en todas las dietas de cerdos en zonas cálidas. El objetivo es disminuir el calor metabólico del cerdo y en los alimentos para lechones y cerdas lactantes, para incrementar la eficiencia de utilización de los alimentos y aumentar la producción de leche, evitando el desgaste corporal de la cerda lactante, que tanto afecta los rendimientos reproductivos (Campabadal, 1992).
- c.) **Subproductos Agroindustriales:** Existen situaciones propias de cada país en las que en un determinado momento, la disponibilidad del maíz o sorgo es limitada, ya sea por un faltante en la producción nacional, falta de divisas para las importaciones o por su alto costo al competir con la alimentación humana. Esta situación crea la necesidad de buscar otras alternativas, que aunque nutricionalmente son inferiores. Su utilización en niveles bajos puede ayudar a solventar un problema en un momento de crisis y ayudar a producir adecuados rendimientos productivos, entre estos se mencionan (López, 2012):
- Subproducto de arroz: Pulido de Arroz.
 - Subproducto de trigo: Sémola, harinilla y afrechillo
 - Subproducto de caña de azúcar: Melaza de caña.
 - Subproducto de palma africana: Harina o nepe de palmiste
 - Otras Harina de plátano, yuca, entre otras.

Fuentes de proteínas.

- a) **De origen vegetal:** Como son las harina de soya, soya full fat, harina de algodón, harina de girasol, harina de ajonjolí, canola, harina de maní, concentrados y aislados proteicos.
- b) **De origen animal:** Como son las harinas de pescado, harina de carne y hueso (res, cerdo) subproductos de lácteos, plasma porcino, células sanguíneas y subproductos avícolas. (López, 2012)

2.9 Indicadores de producción

La productividad de una unidad de producción porcina requiere ser evaluada diariamente, con el propósito de identificar y realizar los ajustes, modificaciones y/o construcciones necesarias para evitar pérdidas económicas debidas a un mal manejo de la granja. Para conocer la productividad es indispensable considerar los parámetros de producción que por

naturaleza se pueden obtener de los cerdos. Para ello es necesario que en cada área se realicen y se mantengan actualizados los registros para calcular los indicadores de producción y compararlos con los parámetros previamente establecidos. (García *et al* 2008)

2.9.1 Consumo de alimento.

El consumo de alimento es el parámetro más crítico en un programa de alimentación. Este está afectado por una gran cantidad de factores como son el nivel de energía en la dieta, las condiciones ambientales, peso del animal, estado productivo y genética. Por lo tanto es muy importante conocerlo, pues de él dependerán en gran parte los otros rendimientos productivos.

Una granja porcina que no conozca el consumo de alimento de sus animales es muy difícil que produzca eficientemente, pues se desconocería si el gasto de alimento está afectado por: una enfermedad, un cambio en la calidad del alimento, un factor ambiental, un suministro no correcto de alimento, desperdicio o por robo. Para los cerdos de mercado, los consumos promedios de las Fases I, II y III son de 300, 600 Y 900 g/ día, respectivamente. Para los cerdos en desarrollo entre 2 a 2,25 kg/día y para la etapa de engorde entre 3 a 3,5 kg/día. El consumo de alimento para el hato de cría es restringido en la etapa de gestación y verracos y a libre voluntad en el período lactantes. Los reemplazos utilizan sistemas de consumo a libre voluntad y restringido (Campabadal, 2009).

2.9.2 Ganancia de peso.

La ganancia de peso es una variable importante que determina si un programa de alimentación está o no funcionando. Además, se utiliza para estimar el tiempo que requerirá un animal para alcanzar el peso de mercado. También sirve para ver si el animal está ganando el peso correcto para la etapa de producción en que se está alimentando. Cada etapa productiva de los animales tiene una ganancia de peso que depende de la capacidad genética de ese animal y del consumo y calidad de un alimento. Para las Fases I, II y III se esperan ganancias de 300, 400 Y 550 gramos/día, respectivamente. Para la etapa de desarrollo entre 700 a 800 gramos y para la de engorde entre 800 a 900 gramos/día (Campabadal, 2009).

2.9.3 El índice de conversión.

García *et al.* (2008) establece que uno de los principales indicadores que refleja si la cantidad y/o calidad de la dieta resulta eficiente o no, es la Conversión Alimenticia (C.A.). Este indicador expresa la cantidad de alimento consumido en relación con el peso vivo y los kilogramos de alimento requerido por kilogramo de peso ganado en función del peso

corporal, es decir, los kilogramos de alimento necesario que consume el animal para ganar un kilogramo de peso corporal. El valor óptimo es de 2.8 kg: grupal, lo anterior quiere decir que un grupo de cerdos en área de engorda requiere consumir 2.8 Kg. de alimento para aumentar un kilogramo de peso total del grupo. Esta relación kilogramo de alimento por kilogramo de aumento de peso (C.A) es de suma importancia económica; se busca que el cerdo gane la mayor cantidad de peso con la menor cantidad de alimento posible. Recordando que este rubro representa aproximadamente entre el 60 y 85% de los costos de producción (Monge, 1998).

2.10 Alimentación alternativa en Cerdos

Debido al aumento de la producción porcina en las últimas décadas, se ha vuelto necesaria la aplicación de tecnologías cada vez más sofisticadas en muchos países, aumentando de esa forma el consumo de cereales y soya para su alimentación, por lo que es necesaria la búsqueda de alternativas de integración de la producción porcina con cultivos tropicales competitivos para propiciar un desarrollo sostenible, a través de la utilización de los recursos disponibles del medio. Existe una gran variedad de plantas, que por su velocidad de crecimiento, aportan una cantidad de biomasa suficiente para suplir gran parte de las necesidades nutricionales, tanto proteicas como energéticas, en cerdos. (González, 2007)

2.10.1 Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

La experiencia en la caña de azúcar y sus subproductos (jugo de caña, miel integral, miel A, miel B, miel rica, miel final, azúcar, levaduras y raspaduras) en la alimentación de cerdos confirman la viabilidad y factibilidad de utilización para el logro de una mayor productividad y eficiencia (Díaz, 1999). El cerdo ofrece una situación favorable frente a otras especies (rumiantes y aves) que le permite mayor flexibilidad para la utilización del subproducto del azúcar como fuente de energía, proteína y grasa en la dieta. La mejor eficiencia con respecto a rumiantes, para convertir azúcares simples en proteína y grasa animal, y, por otra parte la dificultad que se presenta en aves como consecuencia del efecto laxante que produce el azúcar crudo y la melaza final, sitúan al cerdo en posición ventajosa para aprovechamiento de niveles altos de estos productos en raciones concentradas (CIAT, 1972).

Entre los problemas de importancia que se han identificado como mayores limitantes está el uso de niveles altos de este sub producto. Cantidades superiores al 30% de la ración, conducen consistentemente a efectos laxantes en cerdos de todas las edades. En trabajos realizados en el CEDAF Izalco, 1977-1980, con cerdos criollos en uso de harina de trigo-suero-melaza en diferentes proporciones durante 77 días de ensayo con un promedio de

peso inicial de 13.54 kg, demostraron que la razón 1: 2.25: 0.75 de los ingredientes antes descritos mostraron un aumento diario de 250 gr/cerdo/día, un consumo de materia seca de 1136.36 gr/cerdo/día y una conversión alimenticia en base seca de 4.5:1, tales resultados fueron los mejores en comparación a las otras proporciones que se evaluaron en otros tratamientos, probándose que la dieta aquí descrita es tolerada por el animal sin problemas digestivos aparentes (Ventura *et al* 1989).

2.10.2 Camote (*Ipomoea batatas* L)

La raíz de batata tiene una buena aceptación tanto en fresco como en deshidratado. Para el caso del follaje, también obtuvo alta aceptación en fresco. Las investigaciones señalan que este cultivo en su totalidad no presenta limitaciones de consumo. En cuanto a la digestibilidad de la raíz se reporta una digestibilidad total. (González. 1994).

2.10.3 Yuca (*Manihot esculenta* Crantz)

González *et al.* (1997) informó sobre la importancia de la yuca en la alimentación porcina, con resultados satisfactorios: la raíz de yuca puede sustituir totalmente al maíz en raciones para cerdos, con una reducción del costo total de producción equivalente 23,5 %, sin afectar negativamente las variables de comportamiento productivo ni la calidad de la canal. Por otra parte, al evaluar raciones con niveles entre 0 y 25% de harina de follaje de yuca como fuente proteica en cerdos de engorde, no se encontraron diferencias en la ganancia diaria de peso, el consumo diario de alimento y las características de la canal de los animales (Parra 1991).

2.10.4 Residuos de banano y plátano (*Musa sp.*)

El contenido de proteína del banano es bajo, se debe complementar con fuentes proteicas, algunas disponibles en la finca. Zambrano (1999) propone el ensilaje del banano. El banano ensilado se presenta como una masa pastosa apetitosa, fácilmente consumida por los cerdos. Los bananos y plátanos contienen solamente el 1% de proteína por lo que, deben ser complementados con suplementos proteicos, vitamínicos y minerales.

2.10.5 Otros vegetales

Carrero (1989), establece una serie de raíces y frutas que pueden ser utilizadas en la alimentación porcina:

Papa (*Solanum tuberosum*): Se usa como fuente de energía, la papa cruda tiene mala palatabilidad y digestibilidad. Por eso es importante cocinarla, la aplicación de un poco de sal común tiene un efecto muy favorable a la palatabilidad. Después de cocinarla es conveniente

botar el agua y dejar enfriar las papas para luego suministrarla. No suministrar papa como único alimento, se debe usar un suplemento proteico.

Papaya (*Carica papaya*): Se recomienda no dar más del 25% de una ración.

Naranja (*Citrus sinensis*): Los cerdos solamente comen la pulpa y dejan la cáscara, puede presentar casos ligeros de diarrea.

Calabaza (*Cucurbita pepo*): Es un buen alimento para cerdos pero contiene mucha humedad.

Tomate (*Solanum lycopersicum*): Se puede dar en pequeñas cantidades.

Además de los cultivos alternativos mencionados anteriormente, el cerdo puede ser alimentado con variados productos y subproductos animales y vegetales, los ingredientes para la elaboración de alimentos balanceados se pueden dividir en cuatro categorías que son: fuentes de energía, de proteína, de vitaminas, de minerales y los aditivos no nutricionales, en este sentido, existe una gran variedad de subproductos agroindustriales que pueden utilizarse como alimentación alternativa de porcinos. Entre los principales encontramos los subproductos y residuos agrícolas disponibles, los residuos de la pesca y de los mataderos de animales y los biodesperdicios del consumo humano procesados industrialmente; es así que los recursos alimentarios alternativos utilizados en la alimentación de los cerdos, son muy variados y difieren según la localidad (Campabadal, 2009)

2.10.6 Desperdicios de comida

Ramírez *et al.* (2017) desarrollaron una investigación bibliográfica sobre los desechos alimenticios como alternativa para la alimentación en porcinos. Cuba ha sido uno de los países donde más se ha estudiado la recuperación de residuos, desechos, subproductos del consumo humano, industria y pesca (González *et al.* 2010), que ha permitido, lograr una relativa estabilidad en la concentración de materia seca y proteína bruta de los mismos, al enriquecerlos con subproductos de miel, levadura y algunos aminoácidos. Sin embargo, solamente con la adición de metionina y lisina en proporciones de 0,4 y 0,2% en la dieta respectivamente, así como la suplementación adicional de microelementos y vitaminas se mejora significativamente las ganancias de peso. En este mismo contexto, se concluyó que los animales que consumen desperdicios como única fuente de alimentación, sus conversiones alimenticias fueron las más desfavorables (Cuellar y Reyes, 1991). Es así como en esta investigación bibliográfica concluyeron que las pérdidas y desperdicios de alimentos (PDA) constituyen una materia prima alternativa económica y nutricionalmente

aceptable para la alimentación animal. Mediante el uso de recursos propios de la zona constituyen en una opción de bajo costo, que contribuye a mejorar la economía campesina, permitiendo producciones más sostenibles y limpias, reduciendo los impactos ambientales. (Ramírez *et al.* 2017).

2.11 Parámetros económicos de la explotación porcina

2.11.1 Costos de producción.

Valoración monetaria de los gastos incurridos y aplicados en la obtención de un bien. Incluye el costo de los materiales, mano de obra y los gastos indirectos de fabricación cargados a los trabajos en su proceso. Se define como el valor de los insumos que requieren las unidades económicas para realizar su producción de bienes y servicios; se consideran aquí los pagos a los factores de la producción: al capital, constituido por los pagos al empresario (intereses, utilidades, etc), al trabajo, pagos de sueldos, salarios y prestaciones a obreros y empleados así como también los bienes y servicios consumidos en el proceso productivo (materias primas, combustibles, energía eléctrica, servicios (Suárez, 1997).

2.11.2 Evaluación económica.

Se puede considerar como la parte final de la ceba de allí su importancia y el cuidado que se debe tener porque es la que va a arrojar los resultados finales para saber si hubo pérdidas o ganancias con el engorde de los cerdos. Para evaluar la ceba, los registros son de vital importancia ya que ellos son la radiografía de lo que se ha hecho en el periodo, por eso se debe ser muy cuidadoso y disciplinado para llevar estos registros. La utilidad se calcula así:

$$\text{Utilidad bruta} = \text{precio venta cerdos} - (\text{precio compra cerdo} + \text{costo de alimento} + \text{costo fármacos}).$$

Para calcular la utilidad neta se debe disminuir a la utilidad bruta el transporte y otros gastos que han ocurrido así:

$$\text{Utilidad neta} = \text{Utilidad bruta} - (\text{transportes} + \text{otros gastos}).$$

Para conocer el resultado económico final se calcula la utilidad neta. Esto es debido a que es la herramienta que permite comparar los resultados económicos de lotes de cerdos en diferentes sistemas de producción (Carrero, 1989).

3. METODOLOGIA.

3.1 Descripción del estudio

La investigación se llevó a cabo en el municipio de San Luis de La Reina, Departamento de San Miguel, con coordenadas geográficas: 13° 49' 0" Norte, 88° 21' 0", con una altitud de 561 msnm y un clima tropical seco de acuerdo a la clasificación climática de Köppen: Aw (McKnight y Hess, 2000), con una temperatura oscilante entre los 22 °C a 30 °C y un monto pluvial anual oscilante entre 1,800 y 2,200 milímetros. El estudio tuvo un periodo de ocho semanas más una semana de adaptación, dando inicio en el mes de Octubre y finalizando en el mes de diciembre de 2018. Se evaluó el efecto de la inclusión de un subproducto alimenticio de restaurante a la alimentación de cerdos en fase de inicio-desarrollo, y como este incide sobre parámetros productivos y económicos.

3.2 Metodología de campo.

3.2.1 Animales e instalaciones.

El ensayo se realizó con 16 cerdos criollos, 7 machos y 9 hembras de aproximadamente dos meses de edad con un peso vivo promedio de 7 kg \pm 3, (T0=4 hembras y 4 machos, T1=5 hembras y 3 machos). De estos, el 12.5% eran criollos del tipo manchado, el 12.5% del tipo rojo, 12.5% color negro y el restante 62.5% acriollados, con rasgos fenotípicos de cruce con razas especializadas, las fichas individuales con las características de cada cerdo pueden apreciarse en el cuadro A-1. Fueron adquiridos en el tiangué de San Rafael Cedros, Departamento de Cuscatlán, ya que en el país no existen granjas de cerdos criollos. Se adquirieron en edades aproximadas de 45 a 60 días, al finalizar el ensayo los lechones tenían una edad aproximada de 120 días. Fueron criados en confinamiento, para lo cual se construyeron instalaciones artesanales (Figura 1), una galera con techo de lámina galvanizada, los corrales de bambú y piso de tierra, comederos de caucho y bebederos de plástico colocados en esquinas opuestas del corral. Antes de comenzar el ensayo los cerdos fueron identificados con aretes en la oreja luego fueron distribuidos en los tratamientos en base a sus pesos.



Figura 1. Instalaciones (A) Corrales de experimentación, (B) Identificación de lechones.

3.2.2. Definición de los tratamientos

El tratamiento fue formulado por un nivel de sustitución de proteína del concentrado por proteína de desechos alimenticios, como se describe en el cuadro 2.

Cuadro 2. Conformación de los tratamientos.

Tratamientos	% Inclusión de desecho alimenticio	% PC a sustituir	
		Desecho alimenticio	Concentrado
T0	0	0	23.7
T1	30	7.20	16.50

Se distribuyeron los tratamientos en su respectivo corral, cada uno con un área de 8 m², tomando en cuenta 1 m²/cerdo, con dimensiones de 4 mt largo x 2 mt ancho, los 8 cerdos de cada tratamiento no fueron separados individualmente, tal cual se muestra en el esquema de la figura 2.

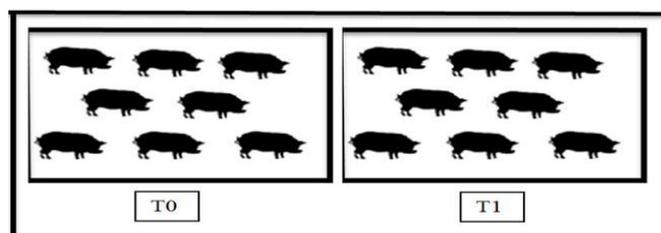


Figura 2. Esquema de la distribución de los cerdos por tratamiento.

3.2.3 Preparación del alimento.

Subproductos alimenticios: Estos fueron proporcionados por una cadena de restaurantes. Estaban compuestos por arroz en mayor proporción, tortillas, pupusas, desperdicios de vegetales como repollo, brócoli, tomate, cascara de zanahoria, papa y pequeñas porciones de carne. Se trasladaron en bolsa plástica hasta el lugar del estudio en donde se separaron en porciones con un peso de 0.90 kg c/u y se conservaron en congelación para su posterior uso.

Al momento de suministrarlo se descongeló, licuó y se le dio un proceso de cocción hasta llevarlo a una temperatura de 100°C la cual permitió la esterilización del producto, para evitar presencia de organismos patógenos en el alimento. Con la pasta que se formó, ésta se mezcló con el alimento concentrado tal cual se puede ver en la figura 3.

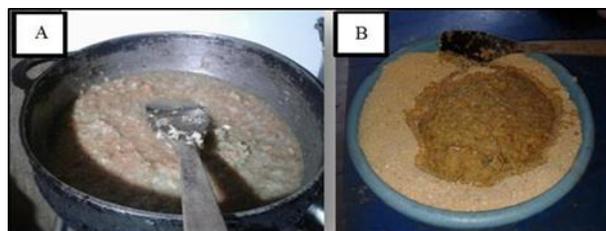


Figura 3. Preparación del alimento (A) Esterilizado de los desechos de restaurante, (B) Mezclado con el concentrado del T1.

Alimento concentrado: las materias primas se adquirieron en la Asociación Cooperativa de comercialización, consumo, producción agroindustrial, aprovisionamiento, ahorro, crédito y servicios agropecuarios de RL, (CAPCYSA de RL), ubicada en Jocoro, Departamento de Morazán, en donde también se elaboró el concentrado, su formulación se puede ver en el cuadro 3. La ración se hizo mezclando uniformemente todas las materias primas (Figura 4).



Figura 4. Elaboración del concentrado (A) Mezcla de materias primas, (B) Llenado de quintales.

Suministro del alimento: La ración diaria fue dividida en dos, la mitad en la mañana a las 7 am y la otra mitad por la tarde a las 4 pm. Las cantidades que se suministraron fueron en base al consumo observado en la semana de adaptación incrementando el 10% extra. Para el tratamiento testigo la ración total fue de concentrado, el tratamiento 1 fue de concentrado más un 30% de sustitución de desecho alimenticio, el cálculo para definir la ración se hizo en base seca tomado del análisis bromatológico previo, la pasta formada con los desechos de alimentos se mezclaba con el concentrado hasta uniformizar (figura 5), la ración del tratamiento testigo también se ofrecía húmeda incorporándole agua al concentrado después de haber sido pesado.



Figura 5. Suministro del alimento (A) Mezcla de concentrado con desechos de cocina, (B) Raciones de ambos tratamientos.

3.2.4 Composición nutricional de los subproductos alimenticios.

Para determinar la calidad nutricional de los subproductos alimenticios, se recolectó una muestra diaria durante una semana y luego se homogenizó para ser llevada al Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas con el fin de determinar su composición nutricional, ver figura A-1.

3.2.5 Manejo Sanitario de los cerdos.

Los corrales se limpiaron y luego desinfectaron con cal, luego se colocaron 6 sacos de granza de arroz simulando el sistema de cama profunda. Posteriormente se realizó un manejo seco de las excretas ya que se retiraron con pala a diario. En la primera semana del ensayo, a los cerdos se les aplicó 1 ml de desparasitante y 5 ml de vitamina (figura 6).

Plan de vacunación no se aplicó ya que en la zona no existen enfermedades endémicas que representen un riesgo para los animales. Tomando en cuenta que los cerdos no fueron llevados hasta una edad reproductiva, por lo tanto no fue necesario aplicar plan de vacunación.



Figura 6. Manejo sanitario de los cerdos (A) Sistema de cama profunda en piso, (B) Aplicación de desparasitante y vitamina.

3.2.6 Toma de datos.

Los cerdos se pesaron una vez por semana a la misma hora, en báscula con capacidad de 150 kg (marca Ohaus), se colocaban en una jaba de plástico y el peso de ésta se restaba para obtener el peso del cerdo, como se muestra en la figura 7. Los datos obtenidos semanalmente para al T0 pueden observarse en el cuadro A-2 y para el T1 en el cuadro A-3. A diario se pesó la cantidad de alimento rechazado de cada tratamiento y de todos estos datos tomados se llevó su registro correspondiente como se puede observar en el cuadro A-4.



Figura 7. Peso semanal de lechones.

3.3 Metodología de laboratorio.

3.3.1 Formulación de las dietas

Mezcla balanceada: se hizo una dieta balanceada en base al requerimiento de proteína de los lechones según el NRC (1998), utilizando la composición nutricional de las materias primas realizándola en el programa Excel®, los ingredientes fueron soya, maíz, melaza, afrecho, sal, y pre mezcla de vitaminas y minerales. A continuación en el cuadro 3 se muestra la composición de cada uno de los tratamientos que fueron formulados en base a la composición nutricional de los desperdicios alimenticios.

Cuadro 3. Composición de las dietas isoprotéicas con 23.7% de PC

MATERIA PRIMA	T0	T1
Desechos restaurante	0.00	30
Soya	38.73	27.02
Maíz	54.02	35.73
Melaza	4.00	4.00
Afrecho	2.50	2.50
Sal	0.25	0.25
PremVit y minerales	0.50	0.50
TOTAL APORTE	100%	100%

En el cuadro 4 se muestra el requerimiento de proteína cruda para los cerdos en etapa de inicio según el NRC (1998), y como las dietas formuladas cubren esos requerimientos.

Cuadro 4. Requerimiento y balance de proteína cruda de las dietas.

Ingrediente	Inclusión			
	T0		T1	
	% en la mezcla	PC aportada	% de la mezcla	PC aportada
Soya	38.73	18.98	27.02	13.24
Maíz	54.02	4.32	35.73	2.86
Afrecho	2.50	0.40	2.50	0.40
Desperdicios	0.00	0.00	30	7.20
TOTAL APORTE	100%	23.70	100%	23.70

3.4 Metodología Estadística.

3.4.1 Análisis Estadístico.

Las variables de desarrollo fueron evaluadas con un Diseño Completo al Azar, se usaron 2 tratamientos, que fueron las dietas y 8 repeticiones por tratamiento, cada animal fue una unidad experimental, teniendo un total de 16 UE, en un periodo de 2 meses. Las variables de desarrollo a evaluar fueron 4 analizadas por un diseño estadístico: peso vivo, conversión alimenticia, ganancia de peso, consumo de alimento, La Normalidad de los datos fue evaluada por medio de la prueba estadística de Shapiro-Wilks (cuadro A-5).

Los datos fueron analizados en el software Infostat® con una probabilidad menor o igual al 5% ($p \leq 0,05$). Las Variables de Faenado fueron: peso en pie final, peso en canal, rendimiento de canal, peso y % de vísceras, peso y % de sangre, peso y % de cabeza, fueron analizadas de manera Descriptiva y económica sacrificando 2 cerdos por tratamiento.

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento i.

ε_{ij} = Error aleatorio, donde $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Análisis de la Varianza para el modelo

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_t$$

Ha: al menos un efecto de un tratamiento es diferente de los demás.

F. de V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	1				
Error	14				
Total	15				

Dónde:

F.de V. = Fuente de variación

GL= Grados de libertad

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrado medio

F = valor de Fisher calculado

3.4.2 Variables a medir.

Los principales factores de estudio que se consideraron fueron:

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 formula.

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

Peso vivo: se documentó el peso que alcanzó cada cerdo todas las semanas y al finalizar las 8 semanas del estudio, éste se registró en kg.

Ganancia de peso (semanal): 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:

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}$$

Conversión alimenticia: La conversión alimenticia determina la eficiencia con que el alimento es 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:

$$\text{Conversión Alimenticia} = \frac{\text{Total alimento consumido semana}}{\text{Ganancia de peso semanal}}$$

Peso de canal caliente: se pesó la canal después del sacrificio, los datos fueron reflejados en kg.

Rendimiento en canal caliente: al peso vivo final se le restó el peso de la canal caliente para obtener su rendimiento en porcentaje.

$$\text{Rendimiento en canal} = \frac{\text{Peso de la canal caliente} \times 100}{\text{Peso vivo final}}$$

3.4.3 Estadística descriptiva

Sacrificio de los animales y obtención de las canales.

Al finalizar las 8 semanas de estudio, se sacrificaron 2 animales por cada tratamiento, 4 en total, y se pesó en kilogramos la canal para determinar su rendimiento, dichos datos sirvieron para establecer la rentabilidad.

3.5 Metodología Económica.

3.5.1 Evaluación de costos (utilidad bruta, utilidad neta):

Se determinaron los costos de producción por dieta y utilidades de venta con el ingreso de venta de carne y se estimó por medio de presupuestos parciales, cuál de las dietas ofrecidas a los cerdos produce una mejor utilidad neta y una mejor utilidad bruta.

Utilidad bruta

La utilidad bruta se obtuvo tomando en cuenta el precio de venta de la canal del cerdo al cual se le restó el precio de compra, alimento y fármacos.

Utilidad bruta = precio venta cerdos - (precio compra cerdo + costo de alimento + costo fármacos).

Utilidad neta

Para obtener la utilidad neta se le restó a la utilidad bruta el transporte y otros gastos.

Para calcular la utilidad neta se debe disminuir a la utilidad bruta el transporte y otros gastos.

Utilidad neta = Utilidad bruta - (transportes + otros gastos)

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Consumo Total de Alimento.

El consumo total de alimento por los cerdos en este estudio fue mayor en el T1, el cual consumió 20.85 kg más en promedio que el T0 (Cuadro 5), al final de las 8 semanas que duró el estudio, aunque estadísticamente no hubieron diferencias (cuadro A-6) las medias de consumo semanales pueden observarse en el cuadro A-7 y gráficamente estos datos se pueden apreciar en la figura 8. Esto es posiblemente debido a la naturaleza de los desechos contenidos en el T1, y puede atribuirse a la palatabilidad, ya que los desperdicios de cocina al ser originalmente comida destinada al consumo humano contiene saborizantes, condimentos y otros tipos de aditivos que pueden tener gran aceptación por los cerdos.

Ventura y Ventura (2017), reportan en su estudio que la dieta con mayor contenido de vísceras de pollo (45%), como ingrediente en un concentrado balanceado, fue la que obtuvo un mayor consumo de alimento, mientras que la dieta testigo 100% de concentrado fue la que obtuvo el menor consumo. Rodas y Obando (1999) reportan en su estudio que de sus tres dietas utilizadas en cerdos en crecimiento, desarrollo y engorde, la dieta 100% desperdicios de cocina fue la que obtuvo un mayor consumo por parte de los cerdos, seguido de la dieta 50% desperdicios de cocina y 50% desperdicios de galleta, observándose en la dieta 100% concentrado el menor consumo. Neira y Vanegas (2002) reportan en su estudio que de sus tres dietas utilizadas en cerdos en crecimiento, desarrollo y engorde, la dieta 100% desperdicios de cocina fue la que obtuvo un mayor consumo por parte de los cerdos, seguido de la dieta 25% desperdicios de cocina y 75% desperdicios de galleta, observándose en la dieta 100% desperdicios de galleta el menor consumo.

Solà-Oriol *et al.* (2009), estudió la preferencia del cerdo por una amplia gama de ingredientes comúnmente utilizados en dietas para lechones, llegando a la conclusión que el cerdo es capaz de identificar por vía oro-sensorial entre ingredientes que conforman una determinada dieta e incluso entre niveles de la inclusión.

Esto refuerza la idea que la palatabilidad de los desperdicios de cocina tiene influencia directa en el consumo de las dietas que los contienen, esto es importante mencionarlo ya que el consumo está estrechamente relacionado con la ganancia de peso de los animales.

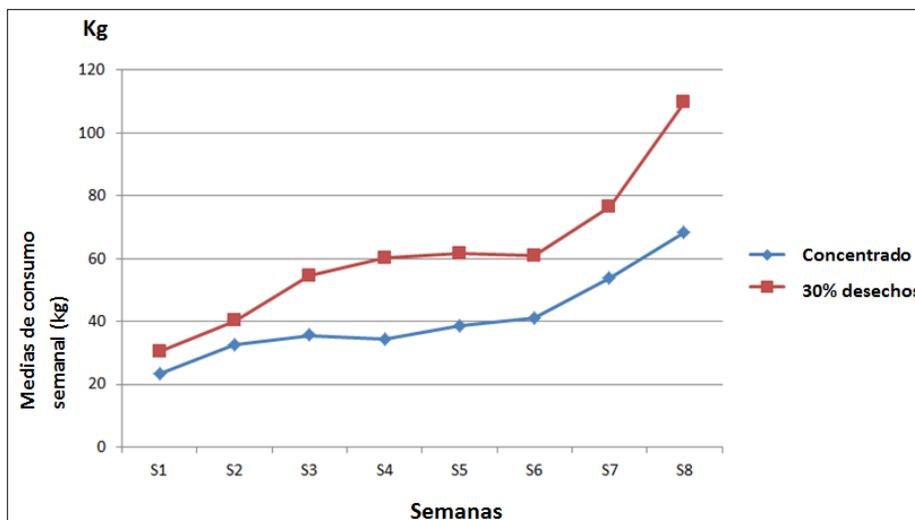


Figura 8. Medias de consumo de alimento semanal (kg).

Cuadro 5. Rendimiento Zootécnico del T0 (testigo) y T1 (30% de desperdicios).

Parámetro	T0	T1	Desviación estándar	P-valor
Consumo total de alimento(Kg)	40.85 ^{ns}	61.70 ^{ns}	14.74	0.0508
Peso vivo (Kg)	16.68 ^{ns}	18.83 ^{ns}	1.52	0.6115
Ganancia de peso total (Kg)	11.53 ^{ns}	12.95 ^{ns}	1.00	0.6785
Conversión alimenticia acumulada	4.14 ^{ns}	7.16 ^{ns}	2.14	0.1848

4.2 Peso vivo

Esta variable no presentó diferencia significativa en el análisis estadístico ($p < 0.05$) por cada tratamiento (cuadro A-8), las medias de peso vivo semanales pueden observarse en la figura 9. Estos resultados coinciden con los estudios de Ramírez (2011) quien en su análisis estadístico presentó diferencias no significativas entre sus tratamientos al evaluar el comportamiento de cerdos de traspatio en etapa de crecimiento alimentados con dietas a base de desperdicios de comedor y cocina. Sin embargo, a pesar que no hubo diferencia estadística en los pesos por tratamiento, los cerdos del T1 (30% de subproducto alimenticio) presentaron pesos mayores (18.83 kg en promedio) que los cerdos del tratamiento testigo (16.68 kg en promedio), esto coincide con los estudios de Ventura y Ventura (2017) quienes reportaron que el tratamiento con mayor porcentaje de sustitución de proteína por vísceras de pollo (45%) produjo los mejores resultados. En ambos estudios, los tratamientos que presentaron mejores resultados para la variable peso vivo, también fueron los que tuvieron

mayor consumo de alimento, por lo que se puede decir que para estos ensayos la cantidad de alimento consumido es directamente proporcional al peso vivo. Como se demuestra también en el estudio realizado por Criado et al (2009) quienes evaluaron el modo de distribución del alimento durante el engorde, donde suministraron concentrado en seco ad libitum, racionado y concentrado en forma líquida o sopa racionado, observando diferencias, siendo mayores los pesos en cerdos alimentados con concentrado en seco ad libitum y menores en los alimentados racionado.

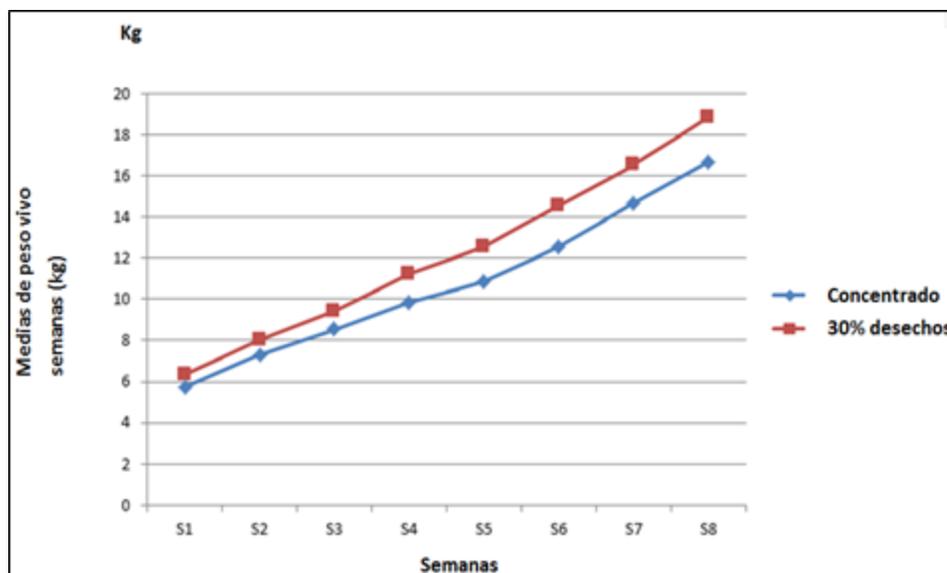


Figura 9. Medias de peso vivo semanal (kg).

4.3 Ganancia de Peso Total.

La ganancia total de peso de los cerdos en este estudio favorece al T1, el cual obtuvo 1.42 kg más en promedio que el T0, aunque estadísticamente no hubieron diferencias (cuadro A-9). En el cuadro A-10 se puede apreciar la ganancia media semanal por cada repetición, es decir, cada lechón, y en el cuadro 6 se presentan los datos de ganancia diaria promedio por tratamiento. Este resultado posiblemente está influenciado por los consumos observados en ambos tratamientos, y por la naturaleza misma de los desperdicios contenidos en el T1, ya que las dietas eran isoproteicas.

Ventura y Ventura (2017), reportan en El Salvador que la dieta con mayor contenido de vísceras de pollo (45%), como ingrediente de sustitución por la harina de soya como principal fuente proteica en un concentrado balanceado, fue la que obtuvo una mayor ganancia de peso, también asociado a un mayor consumo de alimento. Rodas y Obando (1999) en Nicaragua reporta que de sus tres raciones utilizadas en cerdos en crecimiento, desarrollo y engorde, la ración 100% concentrado fue la que obtuvo una mayor ganancia de peso, seguido de la ración 50% desperdicios de galleta 50% desperdicios de cocina y la menor

ganancia fue para la ración 100% desperdicios de cocina, la diferencia de resultados con esta investigación es claramente por el desbalance nutricional que provoca el solo utilizar una ración completa con uno o dos ingredientes. Ampié y Vaca (2003) en Nicaragua reporta que de sus tres raciones utilizadas en la alimentación de cerdos en etapa de engorde, la dieta 25% desperdicio de galleta 75% desperdicio de cocina fue la obtuve una mayor ganancia de peso sobre las raciones 100% desperdicio de galleta y la ración 100% desperdicio de cocina, este resultado refuerza la teoría de que los desperdicios de cocina son un buen ingrediente acompañado de otros y más aún en raciones balanceadas, pero que utilizado enteramente como ración queda en clara desventaja.

Njoku *et al.* (2015), En un ensayo de cantidad de alimento ofrecida (1.5, 2.0 y 2.5 Kg) a cerdos de 8 semanas de edad y un peso promedio inicial de 9.67 Kg, los resultados mostraron que la cantidad de alimento ofrecido influye significativamente en el consumo de alimento, peso, rendimiento de la canal y en el peso del hígado y corazón de los cerdos en crecimiento.

Esto refuerza la idea de que la ganancia de peso en este estudio está íntimamente relacionada con el consumo de alimento.

Cuadro 6. Datos de ganancia diaria promedio.

Tratamiento	Ganancia diaria promedio (gr/día)	D.E	p-valor
Control	205.94	16.33	0.6793
30% de desechos	220.03		

4.4 Conversión Alimenticia Acumulada.

El T0 obtuvo una conversión alimenticia acumulada menor en promedio que el T1 (Cuadro A-11), aunque estadísticamente no hubo diferencias (cuadro A-12). Este resultado puede atribuirse a los consumos observados en ambos tratamientos y la eficiencia propia de ambas dietas.

Para Rodas y Obando (1999), la conversión alimenticia para sus tres dietas evaluadas con cerdos de cruce comercial en etapas de crecimiento, desarrollo y engorde, dio como resultado que la dieta 100% concentrado fue la que obtuvo la mejor conversión alimenticia con un valor de 3.804, seguido de la dieta 50% desperdicios de cocina y 50% desperdicios de galleta con una conversión de 7.417, y por último la dieta 100% desperdicios de cocina

fue la obtuvo una mayor conversión de 9.691, esto por el mayor consumo por parte de los cerdos y la eficiencia del alimento. Para Ampié y Vaca (2003), la conversión alimenticia para sus tres dietas evaluadas dio como resultado que la dieta 25% desperdicio de galleta 75% desperdicio de cocina fue la que obtuvo una mejor conversión alimenticia con un valor de 8.55, seguido de la dieta 100% desperdicios de galleta con una conversión de 9.65, y por último la dieta 100% desperdicios de cocina fue la obtuvo una mayor conversión de 10.95, esto por el mayor consumo por parte de los cerdos y la eficiencia del alimento. Ventura (1989), señala que en un ensayo con cerdos criollos en El Salvador, con una duración de 63 días, se evaluó el maíz variedad Nutricia alto en lisina contra maíz común más lisina, se midió el peso de los animales y el consumo de alimentos. Los resultados obtenidos indican que los animales que recibieron el tratamiento con maíz Nutricia presentaron las mejores ganancias de peso total y diario, pero mostraron un mayor consumo y una mayor conversión alimenticia. El tratamiento de maíz común más lisina presentó un pobre crecimiento, bajo consumo de alimento y la mejor conversión alimenticia. Renaudeau *et al.* (2006), Evaluó los efectos de la raza (Criollo y Large White), el sexo y la temporada, en el rendimiento de crecimiento individual y el comportamiento de alimentación de cerdos. Los cerdos Criollos tuvieron una ganancia diaria promedio más baja (642 vs. 861 g/d, $p < 0.01$), mientras que para este estudio la ganancia diaria promedio con cerdos criollos en etapa de inicio en el T0 fue de 200 gr y el T1 fue de 230 gr (cuadro A-13). El contenido magro de la canal (35.4 vs. 54.5%; $p < 0.01$) y mayor grosor de la grasa dorsal (23.4 vs. 10.4 mm; $p < 0.01$) que los cerdos Large White, mientras que el promedio diario de alimento, la ingesta no se vio afectada por la raza (2,34 frente a 2,22 kg/d), para cerdos Criollos y Large White respectivamente, La Conversión alimenticia fue mayor en Criollo que en Large White (3.65 vs. 2.58; $p < 0.01$). En el Criollo se observó que tomo comidas menos frecuentes pero comió más alimento por comida que Large White (5.9 vs. 8.8 comidas/d y 431 vs. 279 g/comida; $p < 0,01$). La tasa de ingesta de alimento fue menor (27.6 vs. 33.9 g/ min; $p < 0.01$) y el tiempo de ingestión por día y por comida fueron más altos en Criollo que en Large White (87.1 vs. 69.7 min/día y 15.8 vs. 8.4 min/comida; $p < 0.01$).

Esto evidencia que a pesar que los desechos de cocina tienden a incentivar el consumo de los cerdos, no termina de ser un alimento tan eficiente como lo es el alimento concentrado, en consecuencia en este estudio se evidenció que para el T0 se obtuvo una conversión alimenticia acumulada de 4.14 y para el T1 fue de 7.16, por lo que a pesar que el T1 consumió más alimento y gano más peso, su conversión alimenticia es 3.02 unidades mayor

que el T0. Esto sumado a una característica intrínseca del cerdo Criollo que es el no ser tan eficiente con el uso del alimento como las razas o líneas.

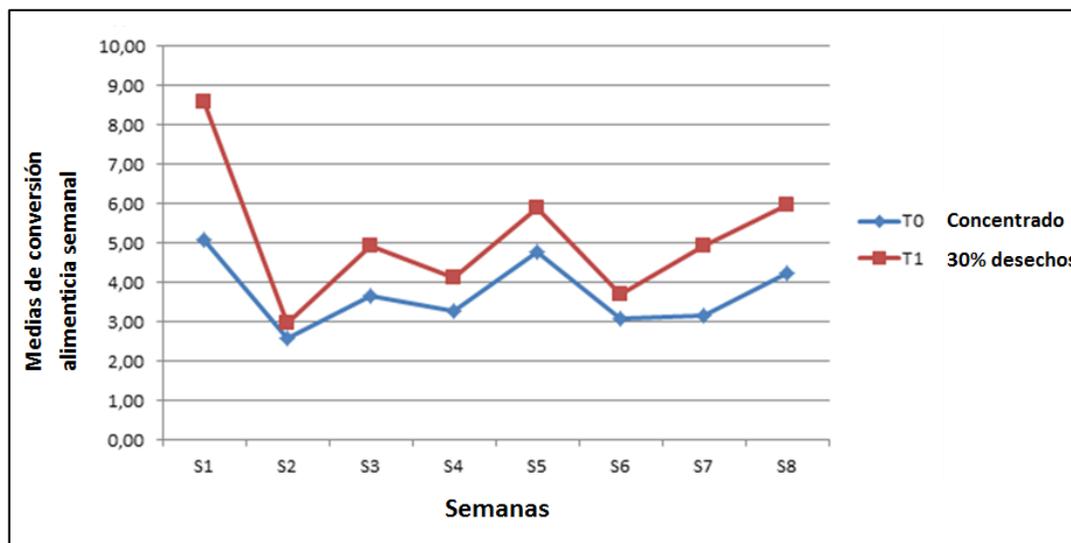


Figura 100. Medias de conversión alimenticia semanal

4.5 Peso en canal

El peso de la canal caliente para el tratamiento testigo fue de 6.65 kg en promedio, mientras que para el tratamiento 1 fue de 8.10 kg en promedio (cuadro A-14), esta diferencia es debido a que los cerdos tomados del tratamiento 1 tenían mayor peso vivo con respecto a los del tratamiento testigo. Lo que significa que obtuvieron mayor peso en canal los cerdos del tratamiento que consumieron más alimento, resultados similares obtuvieron Ventura y Ventura (2017) y Criado *et al* (2009) siendo mayores los pesos de los cerdos que consumieron más alimento.

4.6 Rendimiento en canal

Para estas variables en el cuadro A-15 podemos observar que los rendimientos promedios de ambos tratamientos son iguales en las variables % de sangre, % de cabeza, y que distan en tan solo 1% en % de canal, % de vísceras y % de patas y rabo. También distan en 1% en la pérdida que en este caso es atribuida al pelo que se le retiro a la canal durante el proceso de sacrificio y que no fue pesado, y al contenido del tracto digestivo que se pudo excretar durante el tiempo transcurrido entre el pesaje y el sacrificio.

Arana y Centeno (1999), reporta en una investigación descriptiva de los rendimientos en canal de cerdos de 90 Kg alimentados con diferentes dietas, los resultados para la dieta 100% desperdicios de cocina fue de 81.20% (incluye cabeza, patas y rabo) en cuanto a la dieta de 100% concentrado el resultado fue de un rendimiento en canal de 77.25 (incluye cabeza, patas y rabo). Esto puede atribuirse a la diferencia de pesos y desarrollo de los

cerdos entre ambas investigaciones, ya que Pinheiro (1973), menciona que los rendimientos en canal para un cerdo de 100 Kg son entre 75-79 Kg.

Santos *et al.* (2011), reporta en su estudio sobre los rendimientos en canal y desarrollo de órganos a diferentes pesos en cerdo pelón mexicano (Criollo), obtuvo estos resultados, para los 25 Kg de peso el rendimiento en canal fue de 77.2%, para los 30 Kg de 77.0%, para los 35 Kg de 78.6%, para los 40% de 77.8 Kg, y para los 45 Kg de 79.8 y afirma que a medida que se incrementó el peso al sacrificio incremento el tamaño de los órganos, carne y grasa de los cerdos. Paredes *et al.* (2017), en Perú, reportan en su experimento de alimentación de cerdos criollos negros cajamarquinos con dos dietas, rendimientos en canal de 69.6% para la dieta de desechos de restaurante y cama de aves, y para la dieta de concentrado un rendimiento en canal de 72.4%. Esta última fuente es la que más concordancia tiene con el experimento en cuanto a alimentación y genética de los animales por ser criollos y cuyos resultados son los más cercanos. Por lo tanto podría verse reflejado un efecto de la genética criolla en los rendimientos en canal.

4.7 Análisis económico.

A continuación se presenta la evaluación de costos de producción por tratamiento, lo cual sirvió para determinar cuál de las dietas ofrecidas a los cerdos produce una mejor utilidad neta y una mejor utilidad bruta.

Utilidad bruta

La utilidad bruta se obtuvo tomando en cuenta el peso vivo promedio de los cerdos al finalizar la última semana de estudio, así como el promedio de peso en canal obtenido de cada tratamiento. Los precios de venta del cerdo en pie se establecieron en base al arancel utilizado en la Escuela Nacional de Agricultura (ENA) los cuales tienen un precio de cerdo en pie de \$3.85/kg, como se puede observar en la figura A-3 y los de la carne se establecieron según los precios de la zona, que son de \$6.60/kg de carne. En el cuadro 6 se muestran los pesos tanto en pie como en canal por cada tratamiento, así como el precio de venta por cerdo.

Cuadro 7. Peso y precio en pie y canal por Cerdo.

Tratamientos	Peso promedio en pie	Precio en pie	Peso de canal	Precio en canal
T0	16.69 kg	\$64.25	8.68 kg	\$57.22
T1	18.83 kg	\$72.49	9.98 kg	\$65.86

Además se tomó en cuenta únicamente los costos de la compra de lechón, costo de alimento y fármacos. Para ello en el cuadro A-16 se presentan detalladamente los costos del tratamiento 0, mientras que en el cuadro A-17 los costos para el tratamiento 1.

Utilidad bruta = precio venta cerdos - (precio compra cerdo + costo de alimento + costo fármacos).

T0- Utilidad bruta en pie = \$64.25 - (21+ 17.21 + 0.15 + 1.47)

Utilidad bruta en pie para T0 = \$ 24.42

T0- Utilidad bruta en canal = \$57.22– (21+ 17.21 + 0.15 + 1.47)

Utilidad bruta en canal para T0 = \$ 17.39

T1- Utilidad bruta en pie = \$72.49 (21 + 21.81 + 0.15 + 1.47)

Utilidad bruta en pie para T1 = \$ 28.06

T1- Utilidad bruta en canal = \$65.86 - (21 + 21.81 + 0.15 + 1.47)

Utilidad bruta en canal para T1 = \$21.43

Utilidad neta

Para obtener la utilidad neta se le restó a la utilidad bruta el transporte y otros gastos.

Para calcular la utilidad neta se debe disminuir a la utilidad bruta el transporte y otros gastos.

Utilidad neta = Utilidad bruta - (transportes + agua + mano de obra + sacrificio y faenado).

T0 utilidad neta en pie = \$ 24.42 – (1.56 + 0.43 +7.5 + 5)

Utilidad neta en pie para T0 \$ 9.93

T0 utilidad neta en canal = \$17.39 – (1.56 + 0.43 +7.5 + 5)

Utilidad neta en canal para T0 \$2.90

T1 utilidad neta en pie = \$ 28.06 – (1.56 + 0.43 + 7.5 + 5)

Utilidad neta en pie para T1 \$13.57

T1 utilidad neta en canal = \$21.43 – (1.56 + 0.43 + 7.5 + 5)

Utilidad neta en pie para T1 \$6.94

A continuación en el cuadro 7 se presenta un resumen de la utilidad bruta y neta para los dos tratamientos tomando en cuenta el precio de venta en pie así como en canal.

Cuadro 8. Utilidad neta, bruta en pie y en canal por cerdo.

Tratamientos	Utilidad bruta en pie	Utilidad bruta en canal	Utilidad neta en pie	Utilidad neta en canal
Tratamiento 0	\$24.42	\$ 17.39	\$9.93	\$ 2.90
Tratamiento 1	\$28.06	\$ 21.43	\$13.57	\$ 6.94

5. CONCLUSIONES

Estadísticamente los parámetros productivos de consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia, no presentaron diferencias significativas para cerdos criollos alimentados con un nivel de desecho alimenticio y un tratamiento testigo. Sin embargo, para la variable ganancia de peso total y consumo total de alimento las medias favorecen al T1, en la variable conversión alimenticia las medias favorecen al T0 (testigo) ya que fue más eficiente.

Para las variables de faenado se observó que los rendimientos promedios de ambos tratamientos distan en tan solo 1% en % de canal. Obteniendo promedios de canal de 52% para el T0 y 53% para el T1, por lo que con el tratamiento 1 (30% subproducto alimenticio) se obtuvo un mayor rendimiento en canal.

A pesar que el T1 consumió más alimento y ganó más peso, su conversión alimenticia fue de 7.16, mientras que la conversión alimenticia del T0 fue de 4.14. Por lo que el T0 convierte 1 unidad de peso utilizando 3.02 unidades menos de alimento que el T1, siendo éste más eficiente.

La utilidad neta tanto en pie como en canal favoreció al tratamiento donde se utilizó subproducto alimenticio, obteniendo en pie \$3.64 más que el T0 (100% concentrado), mientras que en canal obtuvo \$4.04 más que el T0.

6. RECOMENDACIONES

La utilización de desecho alimenticio es una buena opción para pequeños productores que pueden tener acceso regularmente a este tipo de subproducto, para la alimentación de cerdos en etapa de inicio hasta en un 30% ya que tienen un importante contenido protéico y mejora la palatabilidad al ser mezclado con el concentrado, aprovechando la ventaja que el cerdo puede ser alimentado con variados subproductos animales y vegetales, permitiendo usar los recursos propios de la zona, se reduce el impacto ambiental al darle uso a estos subproductos y además representa una alternativa más económica.

Económicamente pueden venderse cerdos en pie de 16 a 19 kg de peso vivo siempre y cuando sea a un precio de \$3.85/kg, como lo maneja la Escuela Nacional de Agricultura.

En cuanto a las canales, en el tratamiento donde se sustituyó el 30% de desecho alimenticio se obtuvo mayor utilidad neta, por lo que es recomendable su utilización ya que no afecta su rendimiento y disminuye los costos de producción.

7. BIBLIOGRAFIA.

- Alvarado, F. 1982. Consejos prácticos para una Explotación de Cerdos. Quito, EC. Edit. INIAP. Pag. 136-142.
- Amador, L. 1984 Manejo de verracos. Boletín divulgativo; INIAP Sto. Domingo – Ecuador Pag. 6- 7.
- Ampié Calero, S.A.; Vaca Morales, E.D. 2003. Evaluación del uso de desperdicio de cocina y residuos de galleta en diferentes niveles de inclusión en la alimentación de cerdos de engorde. Tesis. Ing. Agr. Managua, NI. UNA. 58 p.
- Arana Boza, C.M.; Centeno Sevilla, Y.M. 1999. Estudio descriptivo del rendimiento y espesor de la grasa dorsal en la canal de cerdos alimentados con diferentes tipos de dietas. Tesis. Ing. Agr. Managua, NI. UNA. 35 p.
- Benítez, O.W.; Sánchez, D.M. 2001. Los cerdos criollos en América Latina. *In*: FAO (ed.) Los cerdos locales en los sistemas tradicionales de producción. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal, 13-35; 148-191.
- Buxadé, C. 1996. Zootecnia, bases de producción animal. Porcinocultura intensiva y extensiva. 2ª ed. Lima, PE. pp 34-46.
- Campabadal C. 2009. Guía técnica para alimentación de cerdos. Ministerio de Agricultura y Ganadería (CR). 44 p. Manual Técnico
- Campabadal, C. 1992. Alimentos de los Cerdos en condiciones Tropicales. Asociación Americana de la Soya. 3 era Edición. Pág. 11, 69, 81; 193 a 217.
- Carrero González, H. 1989. Manual de producción porcicola. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)-Centro Latinoamericano de Especies Menores (CLEM). 111 p. Manual Técnico.
- CentralAmericaData.com, 2017. Información de Negocios. Centro América consume más carne de cerdo. Consultado 8 de Marzo de 2018. En línea. Disponible en: https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Centroamrica_consume_ms_carne_de_cerdo
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1972. Sub productos de la caña de azúcar en nutrición de cerdos. Seminario sobre sistemas de producción de porcinos en América Latina. Cali. Col.
- Chávez, I; Flores, O. 1992. Uso de cuatro dietas formuladas con ingredientes locales para cerdo criollo en fase de destete temprano. Tesis. Ing. Agr. San Salvador. SV. Universidad de El Salvador. 157 p.

- Church, D.C 1990. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales: Editorial Limusa. MX. Pag. 65, 8.
- Criado, L.J; Castel, J.M; Delgado-Pertiñez, M. 2009. Efecto del sistema de distribución del alimento en el cebo del cerdo ibérico cruzado con duroc. *Agrociencia* 43(8):791-801.
- Cuellar, P; Reyes, G. 1991. Utilización de lavazas enriquecidas en alimentación de cerdos de levante - ceba (30 - 90 Kg). *Acta Agronómica*. 42(1-4):104 - 111.
- Díaz C. 1999. Uso de la caña de azúcar y sus subproductos como fuente de energía para los cerdos en ceba: sistemas de alimentación y sus formas de uso. V Encuentro de Producción de Animales Monogástricos. Maracay, VE. 12-26 p.
- Escobar Rivera, J.C. 2007. Caracterización y sistemas de producción de los credos criollos del cantón Chambo. Tesis. Ing. Zootecnista. Riobamba. EC. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 119 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2014. Save Food: Global Initiative on Food Losses and Waste Reduction. En línea. Consultado 6 de marzo 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4068e.pdf>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2016. Cerdos. Producción y sanidad animal. En línea. Consultado 16 de mayo 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/home.html>
- Flores, J; Agraz, A. 1985. Ganado porcino: Cría, explotación, enfermedades e industrialización. 3ª ed. México, MX. Edit. Limusa. pp 110-115.
- García C. A. del C; Martínez, B.N.R; Amaro, G.R; Aguirre, .A.F.A; Angulo, M. 2008. Manual de evaluación de la unidad de producción porcina. SAGARPA, INIFAP, CIRPAS. Campo Experimental "Zacatepec". Publicación Especial No. 45. Zacatepec, Morelos. 40 p.
- García-contreras, A; De Loera, Y; Yagüe, A; Guevara, J.; García, C. 2012. Alimentación práctica del cerdo feeding practices for pigs. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 6(1):21 - 50.
- García Rodríguez H. s/f. Proyecto de Cría y Engorde de Cerdos. Dirección de Enseñanza y Capacitación Agrícola de Guatemala (DECA).17 p. Manual Técnico.
- González, C. 1994. Utilización de la batata (*Ipomoea batatas L*) en la alimentación de cerdos confinados y en pastoreo. Tesis Doctoral. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. VE. 234 p.
- González, C; Vecchionacce, H; Díaz, I. y Ortíz, V. 1997. Utilización de harina cruda de raíz de yuca (*Manihotesculenta C.*) y harina cruda de cormos de ocumo chino (*Colocasía*

- esculenta* C.) en la alimentación de cerdos. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 5(1):277-279
- González, C. 2007. Alimentación alternativa de cerdos en Venezuela. In Conferencia en Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, El Limón, Maracay, VE. 12 p.
- González, R. E; Martínez, E. C; Montero, J. L. 2010. Utilización de subproductos industriales en la alimentación de cerdos de engorde en Cuba. Tropicultura. 28 (2):65 - 68.
- Hernández, M. J 1984: Manual de nutrición y alimentación del ganado; Madrid Pág. 26, 453.
- López, N.Y. 2012. Uso y calidad de materias primas en la alimentación de cerdos. XVI congreso venezolano de producción e industria animal/ VI congreso internacional de ganadería de doble propósito. Maracaibo. VE.
- Kim, Y.I.; Bae, J.S.; Jee, K.S.; McCaskey, T.; Kwak, W. S. 2011. Effects of Feeding a Dry or Fermented Restaurant Food Residue Mixture on Performance and Blood Profiles of Rats. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 24(12):1744 - 1751. doi: <http://doi.org/10.5713/ajas.2011.11149>.
- Manterola, H; Cerda, D. 2014. Transformación de los subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en cerne y leche. INTA. Bonvernavé, Buenos Aires. 105 – 107p.
- Mata-Alvarez, J; Macé, S; Lladrés, P. 2000. Anaerobic digestion of organic solid wastes. An overview of research achievements and perspectives. Bioresource Technology. 74(1): 3-16.
- McKnight, T; Hess, D. 2000. Climate Zones and Types. Physical Geography: A Landscape Appreciation. NJ. Prentice Hall. 200 p
- Ministerio de Agricultura del Ecuador. 2009. Caracterización Etnozootécnica y Genética del Cerdo Criollo de Ecuador (En Línea). Consultado 10 de marzo 2018. Disponible en http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/03_13_09_Patricio.pdf
- Monge, J. 1998. Producción porcina. Editorial Universidad estatal a distancia. UENED. 1 ed. Costa Rica. Pag.191, 192.
- National Research Council (NRC). 1998. Nutrient requirements of Swine. 10th Revised Edition. National Academy Press; Hadleigh : BRAD, Washington, D.C. USA.
- Neira R; Vanegas M. 2002. Comportamiento productivo de cerdos alimentados con desperdicios de cocina y residuos de galleta en la dieta, bajo distintos porcentajes de inclusión. Tesis. Ing. Agr. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 61 p.

- Njoku, C.P; Adeyemi, O.A; Sogunle, O.M; Aina, A.B. 2015. Growth performance, carcass yield and organ weight of growing pigs fed different levels of feed. *Slovak J. Anim. Sci.* 48 (1): 16-22.
- OMS - Organización mundial de la salud. 2007. Riesgos a la salud por la crianza de cerdos alimentados en sitios de disposición final de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Organización panamericana de la Salud y CEPIS. Lima, Perú. 42p.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). 2016. Manual de buenas prácticas pecuarias en bovinos, porcinos y aves. 75 p. Manual Técnico.
- Ortíz, O; Flores, H; Alemán, S; Osorio, M; Solórzano, S. 2016. El Salvador: Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad para la Alimentación y la Agricultura. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, SV)-CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova", SV). 154 p.
- Parra, N. 1991. Utilización del follaje de yuca como fuente proteica en el engorde de cerdos. Universidad Central de Venezuela. Maracay, VE. p 290 - 295.
- Paredes Arana, M; Vallejos Fernández, L; Mantilla Guerra, J. 2017. Efecto del tipo de alimentación sobre el comportamiento productivo, características de la canal y calidad de carne del cerdo criollo negro cajamarquino. *Rev. Inv. Vet. Peru.* 28 (4): 894-903.
- Patiño VM. 1970. Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial. Tomo IV: plantas introducidas. Cali (CO): Imprenta Departamental. p. 295-317.
- Pérez, E.; Velázquez, F.; Rivero, M.; Pérez, L.; Villa, R.; Segura, D.; Peña, M. 2002. El cerdo criollo cubano un recurso genético que tolera mejor las parasitosis en sistemas de producción de medios y bajos insumos. Memorias III Simposio Iberoamericano sobre la conservación de los recursos zoogenéticos locales y el desarrollo rural sostenible. Montevideo, Uruguay.
- Pleitez, J; Mejía, O.E.; Araujo Santin, J. 2003. Diagnóstico de los Recursos Zoogenéticos en El Salvador (En Línea). Consultado el 27 de Noviembre de 2016. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/.../annexes/CountryReports/ElSalvador.pdf>
- Pinheiro Machado, L.C. 1973. Los cerdos. Editorial Buenos Aires: Hemisferio Sur. Argentina. 526 p.
- Quinian, J. 1990. The management of piglet immunity. *Rev. Pig International.* 20(11): 14-16.
- Ramírez V; Peñuela L; Pérez M. 2017. Los residuos orgánicos como alternativa para la alimentación en porcinos. *Revista Ciencias Agrícolas* 34(2):107-124
- Ramírez Zúñiga, G. 2011. Comportamiento de cerdos de traspatio en etapa de crecimiento alimentados con dietas a base de desperdicio de comedor y cocina. Tesis. Ing. Agr.

- Zootecnista. Saltillo, Coahuila, MX. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 52p
- Renaudeau, D; Giorgi, M; Silou, F; Weisbecker, J.L. 2006. Effect of breed (lean or fat Pigs) and sex on performance and feeding behaviour of group housed growing pigs in a tropical climate. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 19 (4): 593-600.
- Rodas Blandón, J.G.; Obando García, F.J. 1999. Inclusión de desperdicios de cocina y galleta en la alimentación de cerdos de engorde. Tesis. Ing. Agr. Managua, NI. UNA. 47 p.
- Santos Ricalde, R.H; Trejo Lizama, W; Osorto Hernandez, W. 2011. Rendimiento de la canal y desarrollo de los órganos torácicos y abdominales de los 25 a los 45 kg en cerdos criollos pelones. *FCV-LUZ.* 21(5): 396-402.
- Solà-Oriol, D; Roura, E; Torrallardona, D. 2009. Feed Preferences in pigs: Effect of cereal sources at different inclusion rates. *J. Anim. Sci.* 87: 562-570.
- Suarez, R. 1997. Curso de gestión empresarial, Maestría en Salud y Producción Porcina
- Ventura, J.A. 1987. Mejoramiento de la productividad del cerdo criollo. El Salvador. *In Informe VII reunión anual. IICA-RISPAL. Red de investigación en sistemas de producción animal en Latinoamérica.* Ed. Ruiz, M. Programa II: Generación y transferencia de tecnología. P 135-148.
- Ventura, J.A; Jarquin, R; Olivares, M; 1989. Evaluación del comportamiento de cerdos criollos, puros y cruzados con razas especializadas, obtenidos de una misma madre. San Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. P 1-13.
- Ventura, L; Ventura, C. 2017. Efecto de la incorporación de vísceras de pollo cocidas en la alimentación de cerdos de línea comercial durante las etapas de desarrollo y engorde. Tesis. Lic. MVZ. San Salvador. SV. Universidad de El Salvador. 62 p.
- Villanueva, C.; Sepúlveda, C.; Ibrahim, M. 2011. Manejo agroecológico como ruta para lograr la sostenibilidad de fincas con café y ganadería. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. 260p.
- Wang T. 1999. Manual práctico para la cría de cerdos sector semitecnificado. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). 39 p. Manual Técnico.
- Westendorf, M.; Schuler, T.; Zirkle, E. W. 1993. Nutritional Quality of Recycled Food Plate Waste in Diets Fed to Swine. *The Professional Animal Scientist.* 15(2):106 - 111
- Zambrano, E. 1999. Consumo de dietas altas en materiales celulósicos en cerdos. 2. ed. Quito, EC. Editorial Minerva. 86 p.

8. ANEXOS

Cuadro A- 1: Características individuales de cada cerdo.

N° IDENTIFICACION	01	N° IDENTIFICACION	02
TRATAMIENTO	T0	TRATAMIENTO	T1
SEXO	Hembra	SEXO	Macho
FENOTIPO DOMINANTE	Criollo	FENOTIPO DOMINANTE	Criollo
COLOR	Manchado	COLOR	Manchado
COLOR DE PEZUÑA	Negro	COLOR DE PEZUÑA	Negro
N° IDENTIFICACION	03	N° IDENTIFICACION	04
TRATAMIENTO	T1	TRATAMIENTO	T0
SEXO	Hembra	SEXO	Macho
FENOTIPO DOMINANTE	Acriollada	FENOTIPO DOMINANTE	Criollo
COLOR	Blanco	COLOR	Negro
COLOR DE PEZUÑA	Blanco	COLOR DE PEZUÑA	Negro
N° IDENTIFICACION	05	N° IDENTIFICACION	06
TRATAMIENTO	T1	TRATAMIENTO	T1
SEXO	Macho	SEXO	Hembra
FENOTIPO DOMINANTE	Criollo	FENOTIPO DOMINANTE	Acriollado
COLOR	Negro	COLOR	Blanco/amarillo
COLOR DE PEZUÑA	Negro	COLOR DE PEZUÑA	Blanco
N° IDENTIFICACION	07	N° IDENTIFICACION	08
TRATAMIENTO	T0	TRATAMIENTO	T1
SEXO	Macho	SEXO	Hembra
FENOTIPO DOMINANTE	Criollo	FENOTIPO DOMINANTE	Criollo
COLOR	Rojo	COLOR	Rojo
COLOR DE PEZUÑA	Blanco	COLOR DE PEZUÑA	Blanco
N° IDENTIFICACION	09	N° IDENTIFICACION	10
TRATAMIENTO	T0	TRATAMIENTO	T0
SEXO	Macho	SEXO	Hembra
FENOTIPO DOMINANTE	Acriollado	FENOTIPO DOMINANTE	Acriollado
COLOR	Blanco/amarillo	COLOR	Blanco/negro
COLOR DE PEZUÑA	Blanco	COLOR DE PEZUÑA	Blanco
N° IDENTIFICACION	11	N° IDENTIFICACION	12
TRATAMIENTO	T1	TRATAMIENTO	T0
SEXO	Hembra	SEXO	Macho
FENOTIPO DOMINANTE	Acriollado	FENOTIPO DOMINANTE	Acriollado
COLOR	Blanco/amarillo	COLOR	Blanco/negro
COLOR DE PEZUÑA	Blanco	COLOR DE PEZUÑA	Blanco
N° IDENTIFICACION	13	N° IDENTIFICACION	14
TRATAMIENTO	T1	TRATAMIENTO	T1
SEXO	Macho	SEXO	Hembra
FENOTIPO DOMINANTE	Acriollado	FENOTIPO DOMINANTE	Acriollado
COLOR	Blanco/negro	COLOR	Blanco/negro
COLOR DE PEZUÑA	Blanco	COLOR DE PEZUÑA	Blanco
N° IDENTIFICACION	15	N° IDENTIFICACION	16
TRATAMIENTO	T0	TRATAMIENTO	T0
SEXO	Hembra	SEXO	Hembra
FENOTIPO DOMINANTE	Acriollado	FENOTIPO DOMINANTE	Acriollado
COLOR	Blanco/negro	COLOR	Blanco/negro
COLOR DE PEZUÑA	blanco	COLOR DE PEZUÑA	blanco

Cuadro A- 2. Ganancia de peso semanal T0

SEMANA	REGISTRO DEL CERDO T0 (Kg)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	PROMEDIO
Peso inicial	10.1	3.85	4.25	5.94	4.9	4.94	3.33	3.87	5.15
1	10.82	4.04	4.46	7.63	5.64	5.1	3.68	4.46	5.73
2	13.79	4.86	5.41	10.2	7.07	6.53	4.86	5.74	7.31
3	16.3	5.95	6.43	11.36	7.06	7.66	6.09	7.33	8.52
4	20.14	7.07	7.68	12.87	7.38	9.21	6.47	7.92	9.84
5	23.07	7.51	8.47	14.3	7.08	10.89	7.4	8.11	10.85
6	26.1	9.24	9.94	16.18	7.93	12.78	8.79	9.3	12.53
7	29.08	10.95	11.8	18.6	9.38	15.52	11	11	14.67
8	32.46	12.53	13.33	20.81	10.42	18.09	12.92	12.88	16.68
GANANCIA TOTAL	22.73	8.68	9.08	14.87	5.52	13.15	9.59	9.01	11.41

Cuadro A- 3. Ganancia de peso semanal T1

SEMANA	REGISTRO DEL CERDO T1 (Kg)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	PROMEDIO
Peso inicial	10.15	11.47	3.25	3.76	4.72	4.65	4.9	4.1	5.88
1	10.1	11.89	3.15	4.11	5.12	5.58	5.78	4.83	6.32
2	12.58	16.02	3.36	4.64	6.04	7.89	7.34	6.17	8.01
3	13.87	18.87	3.64	5.26	6.79	9.25	9.73	7.73	9.39
4	16.5	21.67	4.59	6.29	8.16	11	12.08	9.5	11.22
5	17.3	25.44	4.84	6.64	8.58	12.18	14.59	10.67	12.53
6	18.49	28.72	4.89	7.89	9.82	16.41	17.16	13.26	14.58
7	19.48	31.62	5.51	9.02	11.59	17.85	20.89	16.25	16.53
8	21.51	35.42	6.27	10.41	11.99	20.98	24.37	19.68	18.83
GANANCIA TOTAL	11.36	23.95	3.02	6.65	7.27	16.33	19.47	15.58	12.91

Cuadro A- 4. Datos ración, rechazo y consumo diario de alimento.

FECHA	RACION T0	RECHAZO T0	CONSUMO T0	RACION T1	RECHAZO T1	CONSUMO T1
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
08-oct	4	1.90	2.10	4	1.18	2.82
09-oct	3	0.80	2.20	3	0.30	2.70
10-oct	3	0.05	2.95	3.5	0.05	3.45
11-Oct	4	1	3	4.5	0.20	4.30
12-oct	4	1.16	2.84	5	0.43	4.57
13-oct	4	0.71	3.29	5	0.95	4.05
14-oct	5	1.10	3.9	5	0.40	4.60
15-oct	5	1.7	3.3	6	1.9	4.1

16-oct	5	1.65	3.35	6	1.62	4.38
17-oct	4	0.1	3.9	6	0.93	5.07
18-oct	5	0.99	4.01	6	0.91	5.09
19-oct	5	0.43	4.57	6	0.22	5.78
20-oct	5.5	0.15	5.35	6.5	0.3	6.2
21-oct	6	0.3	5.7	7	0.2	6.8
22-oct	6	0.2	5.8	7	0.17	6.83
23-oct	7	1.43	5.57	8	0.45	7.55
24-oct	6.5	1.05	5.45	8	0.4	7.6
25-oct	6.5	1.27	5.23	8	0.38	7.62
26-oct	6.5	1.15	5.35	8	0.32	7.68
27-oct	6	1.29	4.71	8	0.2	7.8
28-oct	6	1.37	4.65	8	0.1	7.9
29-oct	6	1.42	4.58	8.5	0.2	8.3
30-oct	6	1.21	4.79	9	0.7	8.3
31-oct	6	1.03	4.97	9	0.23	8.77
01-nov	6	1.32	4.68	9	0.66	8.34
02-nov	6	1.45	4.55	9	0.5	8.5
03-nov	6	0.87	5.13	9	0.25	8.75
04-nov	6	0.95	5.05	9	0.23	8.77
05-nov	6	0.66	5.34	9	0.2	8.8
06-nov	6	0.77	5.23	9.5	0.4	9.1
07-nov	6	0.64	5.36	9.5	0.44	9.06
08-nov	6	0.54	5.46	9.5	0.3	9.2
09-nov	6	0.4	5.6	9.5	0.79	8.71
10-nov	6	0.45	5.55	9.5	0.52	8.98
11-nov	6	0.39	5.61	9	1.29	7.71
12-nov	6	0.15	5.85	9	0.1	8.9
13-nov	6	0.5	5.5	9	0.67	8.33
14-nov	6	0.4	5.6	9	0.7	8.3
15-nov	5.5	0.1	5.4	9	0.6	8.4
16-nov	6	0.3	5.7	9	0.4	8.6
17-nov	6	0.1	5.9	9	0.07	8.93
18-nov	6.5	0.15	6.35	9.5	0.4	9.1
19-nov	7	0.2	6.8	9.5	0.3	9.2
20-nov	7	0.35	6.65	9.5	0.28	9.22
21-nov	7	0.28	6.72	10	0.2	9.8
22-nov	7	0.1	6.9	10.5	0.24	10.26
23-nov	7.5	0.1	7.4	10.5	0.1	10.4
24-nov	8	0.1	7.9	10.5	0.05	10.45
25-nov	10	0.74	9.26	13.5	0.3	13.2

26-nov	9.5	0.57	8.93	13.5	0.27	13.23
27-nov	9	0.15	8.85	14	0.35	13.65
28-nov	9	0.05	8.95	15	0.15	14.85
29-nov	10	0.15	9.85	16	0.15	15.85
30-nov	11	0.64	10.36	17	0.3	16.7
01-dic	11	0.79	10.21	17	0.63	16.37
02-dic	10	0.05	9.95	16	0.05	15.95
03-dic	10.5	0.15	10.35	16.5	0.05	16.45

Cuadro A- 5. Prueba de Normalidad de los datos por medio de Shapiro-Wilks

Shapiro-Wilks (modificado), aplicado a los residuos.					
Variable	n	Media	D.E	W*	P(Unilateral D)
Ganancia diaria	16	0.00	105.70	0.94	0.5288
Peso vivo	16	0.00	7.99	0.92	0.3088
Consumo total de alimento	16	0.00	18.86	0.93	0.4624
Conversión Alimenticia acumulada	16	0.00	0.24	0.95	0.6415

P-valor >0.05* = los datos son normales.

Cuadro A- 6. Análisis de varianza para la variable Consumo total de alimento.

F. de V.	Gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	1	1738.89	1738.89	4.56	0.0508
Error	14	5336.76	381.20		
Total	15	7075.65			

Cuadro A- 7. Datos de Ración, Consumo y Rechazo semanales.

Semana	Ración T0 (kg)	Consumo T0 (kg)	Rechazo T0 (kg)	Ración T1 (kg)	Consumo T1 (kg)	Rechazo T1 (kg)
1	32	23.54	8.46	36	30.59	5.41
2	36.5	32.68	3.82	44.5	40.15	4.35
3	44.5	35.54	8.96	56.5	54.45	2.05
4	42	34.51	7.49	63	60.23	2.77
5	42	38.66	3.34	65.5	61.66	3.84
6	43	41.25	1.75	64	60.86	3.14
7	56	53.76	2.24	78	76.56	1.44
8	70.5	68.52	1.98	111.5	109.82	1.68
Total(kg)	366.5	328.46	38.04	519	493.62	24.68
Promedio (kg)	45.81	41.05	4.75	64.87	61.70	3.08
Total(qq)		7.22 qq			10.85 qq	

Cuadro A- 8. Análisis de varianza para la variable peso vivo final.

F. de V.	GI	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	1	18.47	18.47	0.27	0.6115
Error	14	958.15	68.44		
Total	15	976.62			

Cuadro A- 9. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso total.

F. de V.	GI	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	1	2133.75	2133.75	0.18	0.6793
Error	14	167573.45	11969.53		
Total	15	169707.20			

Cuadro A- 10. Datos ganancia media semanal y diaria individual por cerdo.

Semana	Ganancia Media Semanal T0	Ganancia Media Diaria T0	Ganancia Media Semanal T1	Ganancia Media Diaria T1
1	0.58	0.08	0.45	0.06
2	1.58	0.22	1.69	0.24
3	1.22	0.17	1.39	0.19
4	1.32	0.18	1.83	0.26
5	1.01	0.14	1.31	0.18
6	1.68	0.22	2.05	0.29
7	2.13	0.30	1.95	0.27
8	2.01	0.28	2.30	0.32
Promedio Kg	-----	0.20	-----	0.23
Promedio gr	-----	200	-----	230

Cuadro A- 11. Datos Conversión alimenticia acumulada.

Repetición	T0	T1
1	1.83	5.43
2	4.71	2.69
3	4.50	20.43
4	2.75	9.28
5	7.40	8.51
6	3.11	3.78
7	4.26	3.17
8	4.53	3.96
Promedio	4.14	7.16

Cuadro A- 12. Análisis de varianza para la variable Conversión alimenticia acumulada.

F. de V.	GI	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	1	0.12	0.12	1.95	0.1841
Error	14	0.86	0.06		
Total	15	0.98			

Cuadro A- 13. Datos ganancia de peso total.

Repetición	T0	T1
1	22.36	11.36
2	8.68	22.95
3	9.08	3.02
4	14.87	6.65
5	5.52	7.247
6	13.15	16.33
7	9.59	19.47
8	9.01	15.58
Total	92.26	102.61
Promedio	11.53	12.55

Cuadro A- 14. Datos de variables de faenado.

Parámetro	Tratamiento 0		Tratamiento 1	
	R1	R2	R1	R2
Peso vivo (Kg)	12.88	12.92	10.4	19.68
Peso Canal (Kg)	6.52	6.77	5.26	10.94
% Canal	51	52	51	56
Peso Sangre (Kg)	0.59	0.55	0.52	0.78
% Sangre	5	4	5	4
Peso Vísceras (Kg)	3.24	3.18	2.86	4.66
% Vísceras	25	25	27	27
Peso Cabeza (Kg)	1.42	1.49	1.13	2.01
% Cabeza	11	12	11	10
Peso Patas y Rabo (Kg)	0.5	0.49	0.32	0.65
% Patas y Rabo	4	4	3	3

Cuadro A- 15. Datos de rendimiento en canal del T0 y T1.

Parámetro	T0	T1	D.E	Promedio
% Canal	52.00	53.00	0.71	52.50
% Sangre	4.00	4.00	0.00	4.00
% Vísceras	25.00	26.00	0.71	25.5
% Cabeza	11.00	11.00	0.00	11.00
% Patas y Rabo	4.00	3.00	0.71	3.50
Total %	96.00	97.00	0.71	96.50
% perdida	4.00	3.00	0.71	3.50

*La pérdida es atribuida al pelo y al contenido del tracto digestivo excretado entre el pesaje y el sacrificio.

Cuadro A- 16. Costos detallados para el tratamiento 0

Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo individual por lechón	Total tratamiento
Lechón	Unidad	8	\$21	\$21	\$168
Desparasitante	ml	8	\$0.15	\$0.15	\$1.20
Vitaminas	ml	56	\$0.21	\$1.47	\$11.76
Concentrado	Quintales	7	\$19.67	\$17.21	\$137.69
Transporte		1 viaje	\$12.50	\$1.56	\$12.50
Agua	M3	1.5	\$2.29	\$0.43	\$3.44
Mano de obra	Hora	60	\$1.00	\$7.50	\$60
Sacrificio y faenado	Lechón	2	\$5.00	\$5.00	\$10.00
TOTAL POR LECHON				\$54.32	
TOTAL TRATAMIENTO					\$404.59

Figura A 1. Resultado de análisis bromatológico a muestras de desechos alimenticios.



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

RESULTADO DE ANÁLISIS

Fecha de Emisión: Ciudad Universitaria, 17 de mayo de 2018

Fecha de ingreso: 20 / abril / 2018

Tipo de Muestra: Residuos de alimentos, T.E.

Análisis solicitado: Bromatológico

Usuario: Br. Ever Martínez

No. Muestra	Identificación	Humedad	Proteína	Ceniza	Extracto eterero	Fibra cruda	Carbohidratos
MXLI-052	Residuos de alimentos T.E.	2.06	24.02	4.76	31.94	0.75	37.22
	Método	Gravimétrico	Mikrokjeldahl	Gravimétrico	Gravimétrico Soxhlet	Akom	Gravimétrico

Analista: Lic. Mario Antonio Hernández Melgar

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"

Lic. Freddy Alexander Carranza
Jefe del Departamento de Química Agrícola



Figura A 2. Arancel de precios de cerdo en pie de la Escuela Nacional de Agricultura (ENA).

N°	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO SIN IVA	PRECIO CON IVA
108	CARTUCHO EN MACETA	C/U	\$1.416	\$1.60
109	CEBOLLA DE 18 UNID.	MAZO	\$0.885	\$1.00
110	CEBOLLA DE 50 UN.	MAZO	\$2.655	\$3.00
111	CEBOLLA ENCURTIDA	BOTE	\$1.770	\$2.00
112	CEBOLLA PEQUEÑA	C/U	\$0.088	\$0.10
113	CEBOLLINO COSECHADO	C/U	\$0.044	\$0.05
114	CEBOLLINO EN BOTELLA	C/U	\$0.531	\$0.60
115	CEBOLLINO EN LLANTA (RIN 13 A 15)	C/U	\$2.655	\$3.00
116	CEBOLLINO MACETA PEQUEÑA	C/U	\$0.664	\$0.75
117	CENA	C/U	\$1.327	\$1.50
118	CEPAS DE BAMBU	C/U	\$1.327	\$1.50
119	CEPAS DE BAMBU COMESTIBLE	C/U	\$1.770	\$2.00
120	CERA ESTAMPADA	LBS	\$2.522	\$2.85
121	CERDO 101 A 180 LBS	LB	\$1.195	\$1.35
122	CERDO 25 A 60 LBS	LB	\$2.212	\$2.50
123	CERDO 61 100 LB	LB	\$1.549	\$1.75
124	CERDO DE DESCARTE	LBS/PIES	\$1.106	\$1.25
125	CERDO EN PIE FINALIZADO	LBS	\$1.106	\$1.25
126	CERDO F1 REPRODUCTOR	LBS/PIES	\$2.655	\$3.00
127	CERDO PURO REPRODUCTOR	LBS/PIES	\$2.478	\$2.80
128	CHICHARRON DE CERDO	LBS	\$3.540	\$4.00
129	CHICHARRON DE COSTILLA DE CERDO	LBS	\$5.752	\$6.50
130	CHILE DULCE GRANDE	C/U	\$0.106	\$0.12
131	CHILE DULCE GRANDE (SACO)	SACO	\$10.619	\$12.00
132	CHILE DULCE MEDIANO	C/U	\$0.088	\$0.10
133	CHILE DULCE MEDIANO (SACO)	SACO	\$8.850	\$10.00
134	CHILE DULCE PAPRIKA 5 UNIDADES	BOLSA	\$0.885	\$1.00
135	CHILE DULCE PEQUEÑO	C/U	\$0.053	\$0.06
136	CHILE JALAPEÑO (LB)	LB	\$0.310	\$0.35
137	CHILE JALAPEÑO ENCURTIDO	BOTE/LBS	\$1.327	\$1.50
138	CHIPILIN	MANOJO	\$0.221	\$0.25
139	CHOQUEZUELA DE RES	LBS	\$2.124	\$2.40
140	CHORIZO ARGENTINO DE CERDO	LBS	\$2.522	\$2.85
141	CHORIZO ARGENTINO RES	LB	\$2.522	\$2.85
142	CHORIZO FRESCO DE CERDO	LBS	\$3.097	\$3.50
143	CHORIZO MIXTO RES - CERDO	LBS	\$3.097	\$3.50
144	CHULETA AHUMADA DE CERDO	LBS	\$2.434	\$2.75
145	CHULETA DE CERDO, CORDERO, PELIBUEY, CABRO O TERNERA	LBS	\$1.770	\$2.00
146	CHULETA DE RES	LBS	\$2.212	\$2.50
147	CILANTRO (ROLLO)	ROLLO	\$0.221	\$0.25
148	CILANTRO EN MACETA PEQUEÑA/BOLSA	C/U	\$0.664	\$0.75

1	CERDO 101 A 180 LBS	LB	\$1.195	\$1.35
2	CERDO 25 A 60 LBS	LB	\$2.212	\$2.50
3	CERDO 61 100 LB	LB	\$1.549	\$1.75
4	CERDO DE DESCARTE	LBS/PIES	\$1.106	\$1.25
5	CERDO EN PIE FINALIZADO	LBS	\$1.106	\$1.25
6	CERDO F1 REPRODUCTOR	LBS/PIES	\$2.655	\$3.00
7	CERDO PURO REPRODUCTOR	LBS/PIES	\$2.478	\$2.80
8	CHICHARRON DE CERDO	LBS	\$3.540	\$4.00
9	CHICHARRON DE COSTILLA DE CERDO	LBS	\$5.752	\$6.50