

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA:

Evaluación del rendimiento de cerdos Landrace con Pietrain alimentados con un balanceado comercial mezclado con diferentes materias primas, en la provincia del Guayas.

AUTOR:

Guerrero Izquierdo, Andrés Antonio

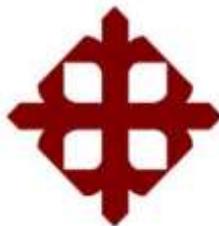
**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de INGENIERO AGROPECUARIO**

TUTORA:

Ing. Pincay Figueroa Paola Estefania, M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

20 de septiembre del 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente **Trabajo de Integración Curricular**, fue realizado en su totalidad por **Guerrero Izquierdo, Andrés Antonio**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**.

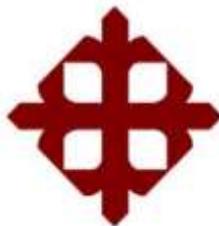
TUTORA

f. _____
Ing. Pincay Figueroa Paola Estefania, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
Ing. Franco Rodríguez John Eloy, Ph.D.

Guayaquil, a los 20 días del mes de septiembre del año 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Guerrero Izquierdo Andrés Antonio**

DECLARO QUE:

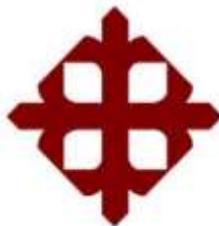
El Trabajo de Integración Curricular: Evaluación del rendimiento de cerdos Landrace con Pietrain alimentados con un balanceado comercial mezclado con diferentes materias primas, en la provincia del Guayas, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Integración Curricular.

Guayaquil, a los 20 días del mes de septiembre del año 2022

EL AUTOR

f. _____
Guerrero Izquierdo Andrés Antonio



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

AUTORIZACIÓN

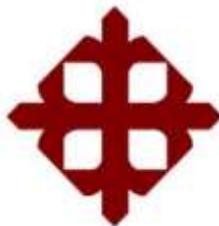
Yo, **Guerrero Izquierdo Andrés Antonio**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución el **Trabajo de Integración Curricular: Evaluación del rendimiento de cerdos Landrace con Pietrain alimentados con un balanceado comercial mezclado con diferentes materias primas, en la provincia del Guayas**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 20 días del mes de septiembre del año 2022

EL AUTOR

f. _____
Guerrero Izquierdo Andrés Antonio



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICADO URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el **Trabajo de Integración Curricular: Evaluación del rendimiento de cerdos Landrace con Pietrain alimentados con un balanceado comercial mezclado con diferentes materias primas, en la provincia del Guayas**, presentado por el estudiante **Guerrero Izquierdo Andrés Antonio**, de la carrera de **Ingeniería Agropecuaria**, donde obtuvo del programa URKUND, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

Document Information	
Analyzed document	Andrés Guerrero.docx (0144732022)
Submitted	2022-09-19 09:38:00
Submitted by	
Submitter email	andres.guerrero04@csa.ucsg.edu.ec
Similarity	0%
Analysiss address	noelia.caicedo.ucsg@analisis.orkund.com

Fuente: URKUND-Usuario Caicedo Coello, 2022

Certifican,

Ing. John Franco Rodríguez, Ph.D.
Director Carreras
Agropecuarias UCSG-FETD

Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc.
Revisora - URKUND

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios, por darme salud, sabiduría e inteligencia para poder cumplir todos los objetivos que me he planteado.

A mi mami, Teresa, por todo el amor y apoyo incondicional que me dio a lo largo de mi vida.

A mi madre, Mariela, por el esfuerzo que hizo para darme una educación de calidad.

A mi papá, Marco, por los consejos y enseñanzas que me ha dado a lo largo de los años.

A mi esposa, Angie, por el amor, paciencia y comprensión que me ha brindado durante esta etapa universitaria.

A mi hija, Teresita, por darme esa motivación para poder alcanzar todas mis metas.

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía a lo largo de mi vida y porque sin él nada de esto fuera posible.

Finalmente, una mención especial a mi mami Teresa, por todo el amor que me dio, por sus consejos y enseñanzas que formaron mi carácter, por siempre creer en mí y sé que desde el cielo aún sigue guiando mis pasos.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Pincay Figueroa Paola Estefania, M.Sc.

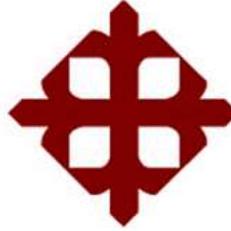
TUTORA

Ing. Franco Rodríguez John Eloy, Ph.D.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc.

COORDINADORA DE UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CALIFICACIÓN

Ing. Pincay Figueroa Paola Estefania, M.Sc.

TUTORA

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.2 Hipótesis.....	4
2 MARCO TEÓRICO	5
2.1 Crianza de cerdos en el Ecuador	5
2.2 Sistemas de producción porcina	6
2.2.1 Sistema Tecnificado.....	6
2.2.2 Sistema Semitecnificado.....	7
2.2.3 Sistema de Traspatio.....	7
2.3 Modalidades de producción porcina.....	8
2.3.1 Producción de reproductores.....	8
2.3.2 Producción de lechones destetados.....	9
2.3.3 Producción de cerdos de engorda.....	9
2.4 Principales razas porcinas usadas en el país.....	10
2.4.1 Duroc Jersey.....	10
2.4.2 Landrace.....	11
2.4.3 Yorkshire.....	11
2.5 Sistema digestivo de los cerdos.....	12
2.5.1 Boca.....	12
2.5.2 Esófago.....	12
2.5.3 Estómago.....	12
2.5.4 Intestino delgado.....	13
2.5.5 Páncreas.....	13
2.5.6 Hígado.....	13
2.5.7 Intestino grueso.....	14
2.6 Requerimientos nutricionales de los cerdos.....	14
2.6.1 Agua.....	14
2.6.2 Carbohidratos.....	15
2.6.3 Proteínas.....	15
2.6.4 Grasas.....	15

2.6.6	Minerales.	16
2.7	Materias primas usadas en la elaboración de concentrados.....	16
2.7.1	Maíz.	17
2.7.2	Pasta de soya.	17
2.7.3	Aceite vegetal.	17
2.7.4	Polvillo.	18
2.7.5	Harina de arroz.	18
2.8	Índices de la medición de la eficiencia del uso de alimento	18
2.8.1	Consumo de alimento.	18
2.8.2	Ganancia media diaria.	18
2.8.3	Conversión alimenticia (CA).	19
3	MARCO METODOLÓGICO.....	20
3.1	Localización del ensayo	20
3.2	Condiciones climáticas.	20
3.3	Materiales y Equipos	21
3.3.1	Materiales.	21
3.3.2	Equipos.	21
3.4	Tipo de estudio.....	21
3.5	Tratamientos en estudio	21
3.6	Manejo de ensayo	22
3.7	Manejo de los animales en estudio	23
3.8	Variables de estudio	23
3.8.1	Composición química de las materias primas.....	24
3.8.2	Consumo de balanceado.	24
3.8.3	Peso de lechones.	24
3.8.4	Conversión alimenticia.....	24
3.8.5	Costo de producción del balanceado.....	24
3.8.6	Costo de producción de kilo de carne.....	25
3.9	Diseño experimental.....	25
3.10	Análisis estadístico	25
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1	Composición química de las materias primas	27
4.2	Consumo de balanceado.....	29
4.3	Peso de lechones.....	31

4.4. Conversión alimenticia	35
4.5 Costo de producción por concepto de alimentación.....	37
4.6 Costo de producción de un kilogramo de carne	39
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
5.1 Conclusiones.....	40
5.2 Recomendaciones.....	41
REFERENCIAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones climáticas.	20
Tabla 2. Tratamientos.....	22
Tabla 3. Costo del saco de 40 kg por tratamiento	22
Tabla 4. Variables de estudio	23
Tabla 5. Caracterización nutricional de las materias primas	27
Tabla 6. Consumo de alimento en kg del lote	29
Tabla 7. Comparación entre tratamientos y consumo de alimento (en kg)..	30
Tabla 8. Pesos promedio en kg de los grupos en estudio	31
Tabla 9. Ganancia de peso en kg de cada lote	32
Tabla 10. Comparación entre tratamientos y peso por día (en kg).....	33
Tabla 11. Conversión alimenticia de cada tratamiento	35
Tabla 12. Comparación entre tratamientos y conversión alimenticia.....	36
Tabla 13. Costo de saco de 40 kg por tratamiento	37
Tabla 14. Costo de inversión por tratamiento	38
Tabla 15. Costo de un kilogramo de carne.....	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Vista panorámica de Finca Agropecuaria Teresita.....	20
Gráfico 2. Consumo de alimento promedio de los cerdos (en kg)	29
Gráfico 3. Consumo de alimento total por tratamiento (en kg).....	30
Gráfico 4. Peso promedio de los cerdos (en kg)	32
Gráfico 5. Ganancia de peso total por tratamiento (en kg)	34
Gráfico 6. Conversión alimenticia promedio (C.A.P).....	35
Gráfico 7. Balanceado comercial	42
Gráfico 8. Harina de maíz	42
Gráfico 9. Polvillo de arroz.....	42
Gráfico 10. Traslado de unidades experimentales.....	42
Gráfico 11. Alimento de T1 para cerdos	42
Gráfico 12. Alimento de T2 para cerdos	42
Gráfico 13. Anova de consumo de alimento	42
Gráfico 14. Anova de ganancia de peso	42
Gráfico 15. Anova de conversión alimenticia	42

RESUMEN

El elevado costo del alimento balanceado es una de las principales problemáticas en el sector porcino, mismo que representa el 70 % de los costos de producción. El trabajo de investigación se desarrolló en la Finca Agropecuaria Teresita ubicada en el recinto Rosa Amada, de la parroquia Lorenzo de Garaicoa del cantón Simón Bolívar, provincia del Guayas. Para este experimento se realizó un diseño experimental por bloques completamente aleatorio con 5 cerdos por cada tratamiento. En el T1 la alimentación se basó en 50 % de harina de maíz + 50 % de balanceado comercial, el T2 con 50 % de polvillo de arroz + 50 % de balanceado comercial y el grupo testigo o T3 con 100 % de balanceado comercial. El propósito de este estudio fue evaluar el rendimiento de cerdos Landrace con Pietrain alimentados con un balanceado comercial mezclado con diferentes materias primas en la provincia del Guayas. Al finalizar el estudio se evidenció que, no existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el consumo de alimento, sin embargo el T3 obtuvo mayor ganancia de peso y menor conversión alimenticia en comparación al T2 o T3; a pesar de que el costo del saco de 40 kg de alimento balanceado fue menor en T2 y T1 respecto al grupo T3, esto se compensó con el costo de producción de kilogramo de carne en donde en el T3 fue inferior, resultando este último conveniente para el productor.

Palabras clave: Balanceado, genética, nutrición, porcicultura, producción, rentabilidad.

ABSTRACT

The high cost of balanced feed is one of the main problems in the pig sector, which represents 70 % of production costs. The research work was carried out at the Teresita Agricultural Farm located in the Rosa Amada compound, in the Lorenzo de Garaicoa parish of the Simón Bolívar canton, province of Guayas. For this experiment, a completely randomized block experimental design was carried out with 5 pigs for each treatment. In T1, the feeding was based on 50 % corn flour + 50 % commercial balanced, T2 with 50 % rice powder + 50 % commercial balanced and the control group or T3 with 100 % commercial balanced. The purpose of this study was to evaluate the performance of Landrace pigs with Pietrain fed a commercial feed mixed with different raw materials in the province of Guayas. At the end of the study, it was evidenced that there were no significant differences ($p < 0.05$) in food consumption, however T3 obtained greater weight gain and lower feed conversion compared to T2 or T3; despite the fact that the cost of the 40 kg bag of balanced food was lower in T2 and T1 compared to the control group or T3, this was compensated by the cost of production of kilogram of meat where in T3 it was lower, resulting in the latter convenient for the producer.

Keywords: Balanced, genetics, nutrition, pig farming, production, profitability.

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad la producción porcina es una de las principales alternativas de crecimiento económico para países en vías de desarrollo, el cerdo al ser un animal eficiente en su rendimiento a la canal resulta atractivo para su aprovechamiento por las utilidades que retorna.

La porcicultura en el Ecuador se ha vuelto parte importante en la economía de personas que viven en el sector rural, ya que pueden utilizar parte del terreno agrícola para establecer este modelo de negocio, siempre y cuando cuenten con un buen protocolo de manejo. El cerdo tiene buena acogida a nivel nacional, especialmente en la región sierra donde su carne se la puede encontrar en la mayoría de platos típicos.

Sin embargo la adquisición de alimento balanceado representa alrededor del 70 % de los costos de producción, por lo que el poricultor debe ser analítico en este rubro, ya que influye de manera directa en su margen de ganancia o pérdida al final de año.

Hoy en día, el costo de las materias primas sube exponencialmente incidiendo en el precio final del balanceado, mientras que por otro lado el valor de la libra de cerdo en pie se mantiene provocando en muchos casos un déficit económico al productor, que apenas puede recuperar lo que invirtió en el animal, peor aún en ciertas ocasiones ni siquiera eso.

Estos niveles de inestabilidad e incertidumbre en la compra de piensos condicionan constantemente al empresario porcícola mismo que ve como a pesar de aquello debe seguir suministrándoselo a sus animales, porque en caso de no hacerlo pierde ganancia de peso diaria, siendo a veces tan insostenible la situación que muchos han optado por cerrar sus granjas y dedicarse a otro tipo de producción.

Cabe señalar que las grandes granjas porcinas en el país preparan su propio alimento concentrado, en donde ellos mismos compensan los requerimientos nutricionales de sus animales en base al costo de los ingredientes con el fin de mantener su precio límite por saco, no obstante este análisis se enfoca en el pequeño porcicultor, el cual mantiene sus cerdos mediante la compra de piensos comerciales más el uso de insumos predominantes de su sector.

Con base en estos antecedentes, el trabajo de investigación se enfocó en buscar alternativas económicas que le permitan al productor promedio reducir el costo en alimentación al analizar la adición de diversas materias al saco de alimento balanceado comercial, en donde se evaluaron variables como la conversión alimenticia y la ganancia de peso, mismas que son de gran relevancia e interés para los porcicultores.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Evaluar el rendimiento de cerdos Landrace con Pietrain alimentados con un balanceado comercial mezclado con diferentes materias primas en la provincia del Guayas.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Caracterización de las materias primas seleccionadas para mezclar con el alimento balanceado comercial para la alimentación de cerdos de engorde.
- Establecer los tratamientos a utilizar para la alimentación de cerdos de engorde.
- Determinar la eficiencia de los tratamientos mediante la medición de la ganancia de peso de cerdos de engorde.
- Establecer los costos por concepto de alimentación de cada uno de los tratamientos.

1.2 Hipótesis

No existen diferencias entre los 3 tipos de alimentación utilizados para cerdos de engorde.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Crianza de cerdos en el Ecuador

Desde hace mucho tiempo se ha reconocido que el cerdo es superior a la mayoría de animales de granja en referencia a la economía y eficiencia, porque convierte los productos agrícolas en carne comestible. No solamente es un productor eficiente y económico, sino que también aprovecha más alimentos que no son apetecidos por las otras especies animales. De ahí la importancia del ganado porcino, por su poder transformador de proteínas vegetales en proteína animal (Criollo, 2013, p. 18).

A mediados del año 2010 se efectuó el primer censo porcino por parte de las entidades gubernamentales de control, en donde se evidenció que en el país existen 1 737 granjas porcinas con 20 o más cerdos y un promedio de 5 madres, el mayor porcentaje de éstas se encuentran ubicadas en las regiones Sierra y Costa, con el 79 % de los predios registrados y el 95 % de la población porcícola, por otro lado la Amazonía y Galápagos concentran el 21 % de las granjas y solamente el 5 % de los porcinos (Asociación de Porcicultores del Ecuador, 2010).

Por motivos económicos, es fundamental que el productor de cerdos para engorde alcance en un tiempo de 170 días, animales con un peso en pie de 90 a 105 kilogramos, si cuenta con líneas genéticas magras, este rango se debe disminuir de 10 a 20 días; así mismo la ganancia promedio diaria de peso sea superior a 600 gramos desde el nacimiento hasta la fecha de salida, y que a su vez la conversión alimenticia no sea superior a 3, por lo general, las granjas de menor escala son dependientes del alimento comercial, lo que puede representar un aumento en los costos de producción (Benítez, Gómez, Hernández, Navarrete y Moreno, 2015).

Según la información de la ASPE, el consumo de carne de cerdo incrementó de 100 203 toneladas en el año 2009 a 183 020 toneladas en 2018, esto influye de manera directa en el consumo per cápita de 6.88 kilos por persona al año, a 10.90 kilos; estas cifras hacen que el sector porcicultor obtenga una mayor relevancia en la economía ecuatoriana, pues se estima en 600 millones el valor de la cadena productiva; genera un total de 80 mil empleos directos lo que favorece a unas 200 mil familias que viven en el sector rural. Del número total de productores al menos el 97 % son pequeños (Asociación de Porcicultores del Ecuador, 2018).

2.2 Sistemas de producción porcina

En el Ecuador existen gran cantidad de productores porcinos, de acuerdo al Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, la producción porcina está segmentada entre un grupo de granjas tecnificadas, con sistemas de producción intensiva, que corresponden al 3 % del total de los predios; sin embargo el 73 % de la población porcina y otro grupo de granjas a menor escala abarcan el 97 % del total de porcicultores, representando al 27 % de los cerdos que se faenan en el país (Vargas, Velázquez, Delgado y Sánchez, 2015).

2.2.1 Sistema Tecnificado.

En este sistema de productivo los animales se encuentran en un medio artificial donde las condiciones técnicas hacen que el objetivo principal de la explotación sea el mayor rendimiento al menor costo posible, además cuentan con una infraestructura altamente tecnificada, que permite las condiciones ambientales para los cerdos, líneas genéticas altamente productivas, alimentación estrictamente balanceada y un manejo realizado por personal capacitado (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, 2012).

Las granjas cuentan con espacio vital reducido, las construcciones que se utilizan tienen las instalaciones necesarias a fin de garantizar las mejores condiciones ambientales a los animales. Para el éxito de este sistema se

requiere: instalaciones que garanticen bienestar o confort a los animales (adecuado espacio vital, buena ventilación, iluminación, entre otros), mano de obra con adecuado nivel técnico que garantice la atención y cuidado de los animales, alimentación balanceada según la categoría y estado reproductivo e higiene adecuada (Hurtado y Mejía, 2010, p. 25).

2.2.2 Sistema Semitecnificado.

En general este sistema de producción es mixto, en el cual los cerdos gozan varias horas al aire libre, mientras que en ciertas partes del día se mantienen en espacios cerrados sometidos a una alimentación intensiva y controlada (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, 2012).

Es un método implementado en zonas agrícolas en donde se utilizan residuos como alimento para la producción de proteína de origen animal, las instalaciones representan gastos necesarios que no producen retornos inmediatos por lo que el capital invertido para las mismas deberá ser el menor posible (Hurtado y Mejía, 2010).

2.2.3 Sistema de Traspatio.

Este sistema de traspatio se caracteriza por una producción rústica, a costos bajos y rendimientos bajos. La base de la alimentación son desperdicios alimenticios con poco concentrado ocasionalmente, los controles sanitarios son muchas veces inexistentes y la producción es destinada al mercado local. Se acostumbra tener en forma libre a los cerdos consumiendo los desperdicios alimenticios de las familias y agregándole maíz. Algunos de estos cerdos reciben grandes cantidades de alimento, muchas veces en estado de descomposición, lo que constituye un largo tiempo para que los cerdos alcancen un peso comercial (Leal, 2014, p. 18).

En el mismo se utiliza la mano de obra familiar para abastecer agua, alimento y mantener limpios los corrales. Sin embargo, este tipo de establecimientos requieren de mayor inversión, por la construcción de los

galpones, los techos y los pisos. La dieta alimenticia es a base de maíz, plantas silvestres, cultivos agrícolas y restos de cocina (Sanvicente, 2018).

2.3 Modalidades de producción porcina

La producción de cerdos en los últimos años ha tenido un desarrollo importante en el Ecuador, por las condiciones climatológicas y geográficas favorables que presenta para esta actividad, dichas condiciones permiten criar animales sanos y obtener una excelente calidad de carne de éstos; otro punto importante a mencionar en la crianza de cerdos en nuestro país es la disponibilidad y variedad de productos y subproductos que se pueden usar para la alimentación porcina, ya que algunos de ellos son considerados desecho y por lo tanto su precio es bajo (Vélez, 2010, p. 01).

2.3.1 Producción de reproductores.

La elección de reproductores para el establecimiento de una piara es una decisión fundamental, cualquiera que sea el tamaño del sistema productivo, debe considerar la adquisición de animales que reúnan las mejores características productivas y reproductivas, que puedan brindar un mayor rendimiento económico al porcicultor, por lo que el verraco debe ser considerado como lo que es, un portador del 50 % de la genética de la granja y pilar necesario para la detección de celo en las cerdas reproductoras (Paz, 2020).

Una de las principales dificultades que se presentan con el manejo de los reemplazos, es la adaptación al nuevo material genético que se recibe en la granja. Hay que tener en cuenta que estos cerdos son el futuro de nuestro establecimiento, por ende la búsqueda de animales magros y prolíficos, ha llevado a tener cerdas de reemplazo de un tamaño corporal óptimo y que posean una madurez sexual temprana (Santos, Williams y Barrales, 2012).

2.3.2 Producción de lechones destetados.

Los lechones se castran cinco días después de haber nacido y siete días después deben iniciar su alimentación con balanceado pre-destete. A partir del día 21 a 30 son separados del corral de la madre y llevado a jaulas de destete. Las instalaciones de alojamiento deben tener una temperatura de 27 °C; para evitar complicaciones de salud, competencia de alimento y canibalismo, además de no ubicar más de 20 lechones por galpón (Pérez, 2017).

Finalmente, el suministro de alimentos sólidos en maternidad es, en los sistemas más usuales de producción con destetes precoces entre los 21 y los 28 días, poco importante o insignificante para la sobrevivencia y crecimiento de los lechones. Sin embargo, su consumo debe ser estimulado al máximo sobre todo a partir de los 7 días tras el parto, teniendo en cuenta una adaptación al pos-destete mucho menos problemática (Santos, Williams y Barrales, 2012, p. 50).

2.3.3 Producción de cerdos de engorda.

La producción de cerdos para ceba se debe efectuar en terrenos localizados especialmente para este propósito, lejos de zonas urbanas y habitadas. Dentro de este sistema se diferencian dos variantes: sistema “todo dentro – todo fuera”; es de forma intensiva y se busca llenar el galpón con cerdos de edades similares, en donde permanecen durante cinco meses y al final se comercializan todos al mismo tiempo. También se tiene el sistema de “producción continua”; es de forma intensiva, se venden y se compran animales continuamente. Se necesita más infraestructura, ya que para el manejo de animales de diferentes edades se requiere control individualizado de cada lote (Pérez, 2017).

El cerdo puede producir una cantidad determinada de carne de acuerdo a sus características de engorda y el alimento balanceado que se le suministra. Para lograr una producción óptima se debe escoger para la

engorda lechones robustos, largo y con un buen potencial genético. Los lechones mal formados tienen una deficiente capacidad productiva y una inadecuada conversión alimenticia. Los cerdos se consideran de salida para el mercado cuando pesan entre 90 a 100 kg de peso vivo (Gallegos, Camacho y Germán, 2005).

2.4 Principales razas porcinas usadas en el país.

La descripción e identificación práctica de una raza lleva consigo la determinación de la frecuencia con que se presentan los rasgos más característicos y la proporción de cada uno de ellos en los diferentes individuos, agrupados alrededor de sus caracteres medios morfológicos y fisiológicos, estableciendo lo que se conoce con el nombre de estándar, tipo o patrón racial, ordinariamente de gran complejidad (Díaz, 1959, citado por Macedo, 2016, p. 15).

2.4.1 Duroc Jersey.

Se originó en Estados Unidos a partir de estirpes rojas de New Jersey, Massachussets, Conneticut y New York, presenta un pelaje de color rojo sólido con variantes desde el dorado hasta el rojo cereza, bien pigmentado, con una conformación similar al Landrace, tiene la parte posterior mejor conformada que el Hampshire, la presencia de manchas negras, un remolino en la mitad superior del cuerpo o cuello, tiene la cabeza estrecha, perfil cóncavo (Espinosa y Germán, 2005).

Se caracteriza por su rusticidad y adaptabilidad, además puede ser utilizado en condiciones de desarrollo, adaptándose bien a diferentes ambientes, se considera la raza más resistente a las enfermedades, se acopla bien al clima cálido por lo que se ha hecho popular en crianzas al aire libre y sistemas menos intensivos (Hurtado y Mejía, 2010).

2.4.2 Landrace.

Es originaria de Dinamarca, se conformó con el cruce de cerdas oriundas con verracos Largo White, posee una capa blanca con piel fina y rosada, con pelaje blanco y liso. Cabeza un poco alargada, fina, de perfil recto o sub-cóncavo; de orejas grandes y dirigidas hacia adelante, tronco bien largo, línea del dorso lumbar recta muy amplia y encorvada, tórax poco profundo, tren posterior muy desarrollado con grupa amplia y musculosa. Buena capacidad abdominal y notable implantación mamaria. Extremidades muy desarrolladas con jamón magro, compacto, amplio poco descendido y redondo (Instituto Nacional Tecnológico, 2018).

2.4.3 Yorkshire.

Los cerdos de la raza Yorkshire se originaron en Inglaterra, son largos, anchos, profundos, con apariencia maciza. Su cabeza es de longitud media. Tienen cuello corto. Sus orejas son de longitud media, elevadas. El tórax es profundo y ancho. La cruz, el dorso, los lomos y la grupa son musculosos. Posee buena alzada. Su piel es blanca, lo mismo que su pelaje. El cuello es largo y fino, la espalda fina y ligera. El dorso es rectilíneo, largo y ancho. La parte posterior es musculosa con grupa ancha y larga y con jamones macizos redondeados y profundos (Espinosa y Germán, 2005, p. 10).

2.4.4 Pietrain.

Se originó en Bélgica y fue descubierta en 1950 por su abundante musculatura, y escasa grasa dorsal, tiene un cabeza relativamente ligera, corta, recta cóncava y carrillo poco desarrollado, con muslos muy anchos, llenos y redondeados descendiendo hasta el corvejón. Es una raza empleada para producir líneas de verracos cuyos lechones producidos se destinan al engorde por la gran calidad de los mismos, se adapta bien a los diferentes medios de producción, actitud netamente carnicera, paletas bien desarrolladas, se le conoce como el cerdo de los cuatro jamones (Instituto Nacional Tecnológico, 2018).

2.5 Sistema digestivo de los cerdos

El sistema digestivo del cerdo es apropiado para raciones completas en base a concentrados que generalmente se alimentan. Es importante porque permite la capacidad de transformar la materia vegetal y animal en nutrientes altamente digestibles; su anatomía y fisiología son similares a las de los humanos, sin embargo, este multifacético sistema involucra muchas funciones complejas e interactivas (DeRouchey, 2014).

2.5.1 Boca.

La cavidad bucal también es relativamente grande, dependiendo de la raza, la rima de la boca es amplia y los ángulos se sitúan caudalmente, pero los cerdos no pueden abrir la boca de forma tan amplia como lo hacen otras especies. El labio superior es corto, grueso y firmemente unido por su parte central al vértice de la nariz, mientras que el inferior es más pequeño y puntiagudo. Ambos labios, de movilidad limitada, están provistos de pelos que en sus bordes presentan senos pilosos (Gil et al, 2008).

2.5.2 Esófago.

Órgano que comunica a la faringe con el estómago, la mayor parte del esófago está cubierto por glándulas secretoras de moco que contribuyen a lubricar el bolo alimenticio permitiéndole el paso hacia el estómago, además evita la excoiación de la mucosa por los alimentos recién llegados. Cerca de la unión gastroesofágica el moco protege la mucosa de los jugos gástricos que refluyen del estómago. Los movimientos peristálticos son los causantes de la propulsión del bolo alimenticio por el esófago (Reis y Romano, 2010, citado por Macedo, 2016, p. 17).

2.5.3 Estómago.

El estómago es el primer gran ensanchamiento del tubo digestivo, modificado según la especie animal y el régimen alimenticio. En general es un saco pequeño en relación con la capacidad digestiva del animal. Tiene forma

de U, fuertemente encorvado con su eje mayor transversal y sirve para efectuar transformaciones físicas y químicas de los alimentos (Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos, s/f).

2.5.4 Intestino delgado.

Está dividido arbitrariamente en tres partes: duodeno, yeyuno e ilion; forma numerosas flexuras sostenidas por el mesenterio craneal. Mide quince metros de longitud por seis centímetros de diámetro. El conducto biliar y el conducto pancreático desembocan separados. Tiene gran cantidad de nódulos linfáticos. El mesentérico presenta gran cantidad de grasa (Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos, s/f).

2.5.5 Páncreas.

El páncreas de aspecto triangular, presenta un cuerpo y dos lóbulos tanto el derecho como el izquierdo. El cuerpo del páncreas es atravesado por la vena porta en su trayecto a la cara visceral del hígado. Dos tercios del páncreas se localizan a la izquierda del plano medio, estableciendo relaciones con el fondo del estómago, el bazo y el polo craneal del riñón izquierdo. El lóbulo derecho está unido a la flexura craneal del duodeno y se continúa aprovechando el trayecto del duodeno descendente (Gil et al., 2008).

2.5.6 Hígado.

El hígado es la glándula más voluminosa del organismo. Además de muchas otras funciones, es el gran laboratorio de transformación de sustancias absorbidas en el intestino para convertirlas en elementos propios del individuo. En el cerdo es voluminoso. Presenta cuatro lóbulos principales y uno accesorio: lateral derecho, central derecho, central izquierdo y lóbulo caudal. No presenta impresión renal. Presenta vesícula biliar. Tiene gran cantidad de tejido interlobulillar, por lo que es menos friable (Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos, s/f).

2.5.7 Intestino grueso.

El intestino grueso o intestino posterior comprende cuatro secciones más importantes. La primera es la digesta del intestino delgado que pasa al ciego. El ciego tiene dos secciones, la primera sección tiene un final ciego, por donde el material no puede pasar. El ciego tiene una segunda porción que se conecta con el colon, donde pasa la digesta hacia el recto y ano, por donde se excreta la digesta restante. La función principal del intestino grueso es absorber agua, el quimo que pasa por el intestino delgado y al intestino grueso es inicialmente muy fluida (DeRouchey, 2014).

2.6 Requerimientos nutricionales de los cerdos

El cerdo posee un gran poder digestivo y de asimilación, por lo que de acuerdo con el alimento suministrado, será su capacidad de aumento de peso y conversión alimenticia, debido a que el mayor porcentaje (70 a 80 %) de los costos de producción de cerdos recaen en la alimentación, es necesario que los productores lleven un buen control de las variables productivas y evaluación del alimento; viendo la alternativa de alimentar a los animales con alimento comercial o bien elaborando su propia dieta con asesoría de nutriólogos (Durán, 2007, citado por Benítez et al., 2015, p. 38).

2.6.1 Agua.

El agua incluida dentro de los requerimientos del animal deberá ser de buena calidad, limpia, lo suficientemente fresca para beber, fácilmente accesible y disponible. Algunos factores de importancia que afectan la calidad del agua para la pira en confinamiento son el contenido de nitratos, nitritos, sulfatos y sólidos disueltos totales, asimismo, los componentes de la calidad del agua pueden ser subdivididos en contaminantes y componentes que afectan sabor, color y olor (Pinelli et al., 2004).

2.6.2 Carbohidratos.

De estructura química compleja, considerados como los alimentos energéticos en la alimentación porcina. En los vegetales, se encuentran en formas de almidón o azúcares más simples, de fácil aprovechamiento por el cerdo, denominados “no estructurales” y los “estructurales” o fibra, de pobre o nulo aprovechamiento por el cerdo. Es importante distinguir cuáles son los elementos fibrosos o voluminosos para, en lo posible, no incluirlo en la ración para cerdos en proporciones elevadas (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, s/f).

2.6.3 Proteínas.

La estructura del crecimiento es la proteína, está formada por una cadena de cientos o miles de unidades llamadas aminoácidos, algunos pueden ser sintetizados a partir de otros pero hay doce que no pueden ser elaborados en el organismo y reciben el nombre de “esenciales”. Si el cerdo tiene todos los elementos nutritivos para crear tejido magro lo hará, si tiene una desproporción en la dieta entre la energía y la proteína que ingiere es muy posible que guarde energía en forma de grasa corporal y no desarrolle tejido magro (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2017).

2.6.4 Grasas.

Las grasas además de proporcionar energía aportan ácidos grasos esenciales como el linoleico; siendo el más utilizado el aceite vegetal, principalmente el de soya, también se utilizan grasas de origen animal (cebo), o bien una mezcla de ambos, dependiendo de la disponibilidad y costos. Así mismo se tendrá que tomar en cuenta las especificaciones en relación a los requerimientos nutricionales, se considerarán las necesidades de los animales en ácido linoleico u otros ácidos grasos polinsaturados y el valor energético que se precise de la grasa (Pinelli et al., 2004).

2.6.5 Vitaminas.

Las vitaminas son requeridas por los cerdos para estimular muchas de las reacciones químicas que se dan lugar en el organismo, como parte normal del metabolismo. En la manufactura del alimento es importante considerar la calidad de los ingredientes, la recepción de las materias primas, el almacenamiento, el proceso de elaboración y el almacenamiento del producto terminado (Pinelli et al., 2004).

2.6.6 Minerales.

Los minerales son elementos inorgánicos que tienen dos funciones importantes en el cerdo; una de tipo estructural como es la formación y constitución de los huesos y otra función metabólica que permite la utilización eficiente de nutrientes como las proteínas y los aminoácidos. Los minerales los podemos clasificar en dos categorías, los macro elementos como el calcio, fósforo, magnesio, potasio, azufre, cloro y sodio. De estos minerales, las dietas de los cerdos deben ser balanceadas para el calcio, fósforo, cloro y sodio (Campabadal, 2009).

2.7 Materias primas usadas en la elaboración de concentrados

El uso de sistemas convencionales de alimentación con concentrados a base de granos, maíz y sorgo principalmente como fuente de energía y harina de soya, harina de pescado o harina de carne y hueso como fuente de proteína; junto con el uso de vitaminas, minerales y aditivos se ha difundido en el mundo y se ha recomendado como una de las mejores formas de producción de cerdos, debido a sus características de animal omnívoro; sin embargo, también se puede utilizar una amplia variedad de materiales alimenticios, entre los que se incluyen: raíces, desperdicios de alimentos del hombre, productos secundarios de la leche, diferentes forrajes en pequeñas cantidades, ensilados y desperdicios de vegetales (Benítez et al., 2015).

2.7.1 Maíz.

El maíz es la principal fuente de energía utilizada en la alimentación porcina. Contiene niveles de energía digestible y metabolizable que está entre 3.5 y 3.3 Mcal/kg, respectivamente. El maíz posee niveles bajos de proteína (7.5 a 8.5 %) es deficiente en lisina (0.22 a 0.25 %), calcio (0.03 a 0.05 %) y fósforo aprovechable (0.08 a 0.10 %). No presenta restricciones nutricionales en su composición que limiten el nivel de inclusión en las dietas para cerdos; sin embargo, existen dos limitaciones que pueden afectar la utilización eficiente del maíz en la alimentación de cerdos; el contenido de micotoxinas y su grado de molienda (Campabadal, 2009).

2.7.2 Pasta de soya.

La soya es una fuente rica en proteínas que se emplea en la dieta como ingrediente o como producto principal, ya que aporta un excelente valor nutritivo por sus distintas propiedades funcionales en los sistemas alimentarios, el procesamiento del grano juega un papel importante en la mejora o modificación de las propiedades funcionales de su proteína y por lo tanto, puede ayudar a ampliar su aplicación prácticamente en todos los sistemas alimentarios (De Luna, 2006, p. 29).

2.7.3 Aceite vegetal.

Las fuentes principales de grasas y aceites utilizadas son el aceite de soya, el aceite de palma africana y la grasa amarilla. Las diferencias nutricionales están basadas en su contenido de energía, su estabilidad y la proporción de ácidos grasos insaturados vs saturados. El nivel de energía digestible varía desde 7.5 hasta 9.0 Mcal/kg, las grasas y los aceites de origen vegetal contienen niveles superiores de energía que las de origen animal, pero por ponerse rancias con mayor facilidad, deben estar bien estabilizadas, para evitar así que se descompongan y afecte la calidad de la dieta y la salud del cerdo. Para su estabilización se debe agregar un antioxidante (Campabadal, 2009).

2.7.4 Polvillo.

Es un producto energético rico en almidones, proteínas y grasas, es un suplemento alimenticio que se puede utilizar en la alimentación de animales como cerdos, bovinos, aves; se lo utiliza en la alimentación de cerdos sustituyendo el maíz, esta dieta ayuda a proporcionar ganancia de peso y crecimiento, tiene un bajo contenido de proteína que es del 12 %, grasa el 13.5 % y fibra el 2.9 % (Ruiz, M., Ruiz, J. y Torres, 2005, p. 575).

2.7.5 Harina de arroz.

Es un subproducto del proceso de selección e industrialización de este cereal para el consumo humano, cuyo costo, en algunas regiones y en época de cosecha es menor al del maíz y que son poco utilizados en las raciones de animales no rumiantes, en 100 gramos de harina de arroz contienen alrededor de 5.95 gramos de proteína, 1.42 gramos de grasa, 80.1 gramos de carbohidratos, y 2.4 gramos de fibra aproximadamente (Hurtado, Nobre y Chiquieri, 2011).

2.8 Índices de la medición de la eficiencia del uso de alimento

2.8.1 Consumo de alimento.

El consumo de alimento es el parámetro más crítico en un programa de alimentación, 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. Una granja porcina que no conozca este valor es muy difícil que produzca eficientemente, 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 un alrededor de 3 a 3.5 kg/día (Campabadal, 2009).

2.8.2 Ganancia media diaria.

Pesar a todos los cerdos en el momento del destete, al entrar en cada fase y al sacrificio puede ser muy laborioso. La alternativa está en pesar solo

una selección de ellos que nos dé una idea de la imagen general. Escoja una sala, una camada o un grupo de 10 a 20 cerdos al azar, de varios tamaños y péselos en distintas fases. La ganancia media diaria desde el destete al sacrificio se puede calcular con los pesos medios de destete, el peso vivo medio de matadero (estimado usando los pesos muertos y la cifra de rendimiento de la canal) y la edad de los cerdos en días (Interprofesional Porcina del Reino Unido, 2016).

2.8.3 Conversión alimenticia (CA).

La conversión alimenticia (CA), es la relación que se da entre el consumo de alimento y la ganancia de peso que tiene los cerdos en un periodo de tiempo determinado, es decir nos dice cuántas libras o kilos de alimento consume un cerdo para producir una libra o kilo de peso vivo. Por ejemplo, si decimos que un cerdo nos da una conversión alimenticia de 2.0, nos indica que por cada libra o kilo peso vivo que gana, su consumo fue de 2 libras o kilos de alimento, entonces podemos decir que está directamente relacionado con el costo de alimento (Castellanos, 2017, p. 02).

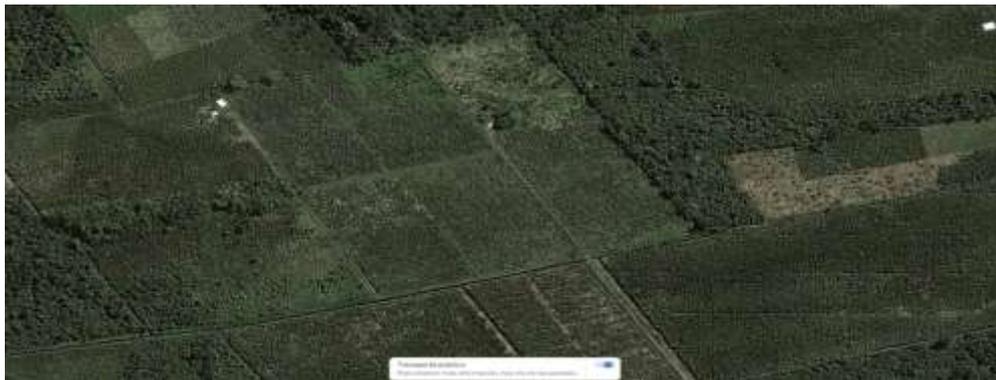
3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Localización del ensayo

El estudio se realizó en la Finca Agropecuaria Teresita ubicada en el recinto Rosa Amada, de la parroquia Lorenzo de Garaicoa del cantón Simón Bolívar, provincia del Guayas. El terreno tiene una extensión de 9 hectáreas y presenta la siguiente ubicación: 2°02'56.1"S 79°23'31.2"W.

El trabajo de investigación se efectuó desde el 01 junio de 2022 hasta el 01 de julio del 2022, con un tiempo de duración de 30 días.

Gráfico 1. Vista panorámica de Finca Agropecuaria Teresita.



Fuente: Google Maps, 2022

Elaborado por: El Autor

3.2 Condiciones climáticas.

Las condiciones climáticas en donde se realizó la etapa experimental de la investigación se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Condiciones climáticas

Temperatura promedio	25 °C
Precipitaciones	1 790 mm
Altitud	45 msnm
Humedad	81 %
Clima	Tropical

Fuente: Instituto Geográfico Militar del Ecuador (2022)

Elaborado por: El Autor

3.3 Materiales y Equipos

3.3.1 Materiales.

- Lechones Landrace con Pietrain de 70 días.
- Balanceado comercial para cerdos.
- Harina de maíz.
- Polvillo.
- Comederos automáticos.
- Bebederos.
- Corral de engorda.
- Agenda.
- Sacos con capacidad para 1 quintal.

3.3.2 Equipos.

- Molino martillo.
- Mezcladora vertical.
- Balanza.
- Cosedora.

3.4 Tipo de estudio

Este estudio de campo fue descriptivo correlacional y experimental en el que se evaluó el rendimiento de cerdos de engorde alimentados con un alimento inicial mezclado con diferentes materias primas.

3.5 Tratamientos en estudio

La investigación analizó tres tratamientos, donde al grupo T1 se le proporcionó harina de maíz mezclada con balanceado comercial, el T2 se proporcionó polvillo mezclado con balanceado y el grupo T3 (Testigo) se alimentó únicamente de balanceado comercial, en donde se analizó el rendimiento de los animales desde el día 70 a 100 de nacidos, como se puede evidenciar en la Tabla 2

Tabla 2. Tratamientos

Tratamientos en estudio
T1 (Balanceado comercial 50 % + harina de maíz 50 %)
T2 (Balanceado comercial 50 % + polvillo 50 %)
T3 (Balanceado comercial 100 %)

Elaborado por: El Autor

3.6 Manejo de ensayo

En el trabajo de investigación se realizó la evaluación de mezclar harina de maíz y polvillo con un balanceado comercial como un método alternativo de nutrición en cerdos que permita reducir los costos del kilogramo de alimento; se empezó con la compra de polvillo, maíz en grano y balanceado comercial de 40 kg en una tienda agropecuaria.

Posterior a eso, se procedió a moler el maíz a través de un molino de martillo para poder obtener la harina, una vez que culminó este proceso se dividieron las materias primas acorde a cada tratamiento y luego fueron trasladadas a la mezcladora vertical para homogeneizar cada fórmula; una vez que finalizó este proceso fueron ensacadas en sacos de 40 kg, se las selló con la máquina cosedora y se guardaron en la bodega de almacenaje para evitar el ingreso de agentes externos al alimento, el costo del saco de 40 kg por tratamiento se detalló en la Tabla 3.

Tabla 3. Costo del saco de 40 kg por tratamiento

Tratamientos en estudio	Costo saco de 40 kg
Tratamiento 1	USD 22.23
Tratamiento 2	USD 20.36
Tratamiento 3 (Testigo)	USD 26.50

Elaborado por: El Autor

Se conformaron de manera uniforme 3 grupos de estudio (5 cerdos c/u) procedentes de una misma camada, para la distribución de los mismos se escogieron al azar de entre un lote homogéneo en peso y edad de 15 lechones entre machos y hembras. Esta separación se realizó a partir del día 60 de nacidos para adaptar a los animales por un lapso de 10 días a la nueva dieta, por lo que el peso inicial del experimento fue tomado el día 70 de vida.

3.7 Manejo de los animales en estudio

A los tres grupos se les suministró alimento y agua a voluntad mediante el uso de un comedero y bebedero automático por cada tratamiento, los que fueron llenados con sacos de 40 kg; estos comederos contaron con una perilla que graduó la caída de alimento acorde al consumo de los animales, por lo que la tolva fue revisada a las 6 de la mañana, 12 del mediodía y 6 de la tarde para verificar que haya alimento constante para los cerdos, en caso de que haya poco alimento se le puso otro saco de 40 kg y así sucesivamente durante los 30 días que duró el tratamiento para poder garantizar el consumo constante.

Los cerdos fueron pesados cada 10 días para llevar un control en la agenda de campo de las ganancias de kilogramos de peso vivo y consumo de alimento, por lo que se obtuvieron cuatro valores: el peso del día 0, 12, 20 y 30 de tratamiento; así mismo, se llevó un control de los kilogramos de balanceado suministrado a cada grupo de estudio durante ese rango de tiempo hasta completar los días que duró la investigación; una vez que finalizó el estudio el alimento que había todavía en la tolva del comedero fue restado del total de alimento para llevar un control de la cantidad consumida por los animales.

3.8 Variables de estudio

En la Tabla 4, se observan las variables de estudio y los métodos empleados para la medición.

Tabla 4. Variables de estudio

Variables	Unidad
Composición química de las materias primas	Porcentaje (%)
Consumo de balanceado	Kilogramos (kg)
Peso de lechones	Kilogramos (kg)
Conversión alimenticia	NA
Costo de producción del balanceado	Dólar estadounidense (USD)
Costo de producción de kilogramo de carne	Dólar estadounidense (USD)

Elaborado por: El Autor

3.8.1 Composición química de las materias primas.

La caracterización de las materias primas se hizo revisando la información nutricional de maíz y polvillo en fuentes bibliográficas, en el caso del balanceado se tomó los datos presentados por la casa comercial.

3.8.2 Consumo de balanceado.

Esta variable se midió en kilogramos, la cual se obtuvo entre la diferencia del total de balanceado suministrado y el alimento que quede en la tolva del comedero una vez que finalizó el estudio.

3.8.3 Peso de lechones.

Esta variable se analizó en kilogramos, la cual se obtuvo entre la diferencia del peso al final del estudio y el peso inicial del estudio.

3.8.4 Conversión alimenticia.

Esta variable se obtuvo mediante la división de los kilogramos de alimentos suministrado para la ganancia de peso obtenida.

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento (kg)}}{\text{Peso final} - \text{Peso inicial (kg)}}$$

3.8.5 Costo de producción del balanceado.

Esta variable se midió en dólares estadounidenses (USD) y se calculó entre la multiplicación del costo del saco de 40 kg por la cantidad de kilogramos consumidos.

$$\text{Costo balanceado T1} = \frac{\text{Precio 40 kg maíz} + \text{Precio 40 kg balanceado}}{2}$$

$$\text{Costo balanceado T2} = \frac{\text{Precio 40 kg polvillo} + \text{Precio 40 kg balanceado}}{2}$$

En el caso del T3 el precio fue establecido por la casa distribuidora de balanceados cercana a nuestro trabajo de investigación.

3.8.6 Costo de producción de kilo de carne.

Esta variable se midió en dólares estadounidenses (USD) y se obtuvo entre la división del costo de dinero invertido para los kilogramos de carne producida.

$$\text{Costo kilogramo de carne} = \frac{\text{Costo de inversión en alimento (USD)}}{\text{Peso final} - \text{Peso inicial (kg)}}$$

3.9 Diseño experimental

Se realizó un diseño experimental por bloques completamente aleatorio con 5 unidades de estudio (cerdos) por cada tratamiento, durante el período de estudio considerado. Para esto, se dividió a los grupos en diferentes espacios con las condiciones técnicas y ambientales adecuadas.

3.10 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron obtenidos empleando dos softwares cuantitativos. En primera instancia, se empleó la herramienta de Microsoft Excel, con la cual se realizaron los análisis de estadística descriptiva; presentación de datos en tablas de frecuencia y gráficos bidimensionales. Así mismo, para realizar los análisis de prueba de hipótesis, se utilizó el programa estadístico SPSS, con el que se llevó a cabo los análisis de varianza con un valor de $p < 0.05$, específicamente “ANOVA de un factor”, que sirve para determinar si existen diferencias entre tres grupos independientes.

Para el análisis de diferencias entre los tres tratamientos aplicados, se hizo uso del modelo Anova de un factor. A continuación, se presenta la fórmula sugerida por Statistical Discovery (2022).

$$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^a n_i (\bar{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2$$

Donde:

n_i = Número de observaciones por tratamiento i

N = Número total de observaciones

Y_{ij} = La j -ésima observación del i -ésimo tratamiento

\bar{Y}_i = La media de la muestra del i -ésimo tratamiento

\bar{Y} = La media de todas las observaciones (media global)

También puede definirse como:

SCT (suma de cuadrados total) = SCF (Suma de cuadrados tratamiento o factor) + SCR (Suma de cuadrados residual).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Composición química de las materias primas

Debido a que no se pudo realizar un análisis bromatológico de las materias primas utilizadas en el estudio, se realizó una revisión bibliográfica para poder hacer una caracterización de las mismas, con el fin de comprender el aporte nutricional que éstas proporcionaron en las diferentes dietas, así como se ve en la Tabla 5.

Tabla 5. Caracterización nutricional de las materias primas

Composición nutricional	Balanceado de Crecimiento	Harina de maíz	Polvillo de arroz
Proteína (%)	18	8.29 - 10	11.81 - 14
Energía (kcal/kg)	3 300	3 430 – 3 700	2 180 – 2 200
Fibra (%)	4	9 - 10	7.45 - 8
Lípidos (%)	6	3.8 - 4	14 - 15.5
Humedad (%)	12	9.29 - 10.50	9.9 - 10.9

Fuente: Cuadrado (2008), Toro (2011) y Urango (2018)

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 5, se observa que el balanceado de crecimiento aportó un 18 % de proteína, seguido del polvillo de arroz con un rango aproximado entre 11.81 – 14 %, por último, la harina de maíz presentó un intervalo 8.29 -10 %. En el caso del aporte de energía, la harina de maíz se destacó con la valoración promedio más alta, por encima de la 3 300 kcal/kg del balanceado de crecimiento. Finalmente, el polvillo de arroz con un valor de, entre 2 180 y 2 200 kcal/kg, resultó el de menor aporte de energía.

En cuanto a la fibra, se evidencia un aporte cercano entre la harina de maíz y polvillo con un valor aproximado de 9.5 % y 8 % respectivamente, en relación al suministrado por el balanceado de crecimiento con tan sólo 4 %; por otro lado, en lípidos, el polvillo de arroz aporta entre 14 -15.5 %, seguido del balanceado de crecimiento con 6 % y luego la harina de maíz con valor entre 3.8 – 4 %; por último, en el caso de la humedad se observó que el balanceado de crecimiento presentó un 12 %, seguido del polvillo de arroz con

un valor entre 9.9 - 10.9 % y, luego, con valores muy aproximados a los del polvillo de arroz, se encuentra la harina de maíz, con un rango que se está desde 9.29 - 10.5 % en su composición.

A su vez, la investigación realizada por Villamagua (2013), en donde se realizó un análisis bromatológico de la harina de maíz, coincide con los resultados presentados en la Tabla 5, ya que demostró que el grano de maíz presenta un alto porcentaje de carbohidratos con un 74.52 %, pero la calidad proteica en su composición nutricional es pobre con tan solo un 8.71 % de aporte.

Sin embargo, en la investigación efectuada por Martínez, Palacios y Medina (2016), quienes analizaron la composición química del grano de maíz presenta un contraste con los valores expuestos en la Tabla 5, debido que en este análisis se presentó un porcentaje superior de proteína con 11.95 % y un escaso valor en la fibra con 1.53 %, pero a su vez se obtuvo una cifra similar en lípidos con 3.43 % y también destacan el alto contenido de energía de este grano con el 70 % de aporte.

En el estudio realizado por García (2021), en donde realizó un análisis bromatológico de un maíz americano, obtuvo resultados similares a los que se observan en la investigación de Urango (2018), con un 80 % de carbohidratos, 7.3 % de proteína, 3.62 % en lípidos y 12.34 % de humedad, sin embargo en cuanto a la fibra si hubo un contraste debido a que el porcentaje que obtuvo fue de 1.45 % acorde a lo presentado en la Tabla 5.

Del mismo modo, el estudio de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (2016), en donde se realizó una tabla de composición química de este subproducto del arroz para la elaboración de piensos, tuvo similitudes con los resultados presentados en la Tabla 5, al evidenciar que el polvillo es una buena fuente energética, dado su elevado contenido en grasa con un 12 – 17 % en su composición.

4.2 Consumo de balanceado

En la Tabla 6, se observa que el T2 fue el que más alimento consumió con un total de 295.61 kg, seguido del T1 con 283.93 kg y por último el T3 con un consumo de 265.15 kg; dicha tendencia se mantuvo a lo largo de todo el experimento.

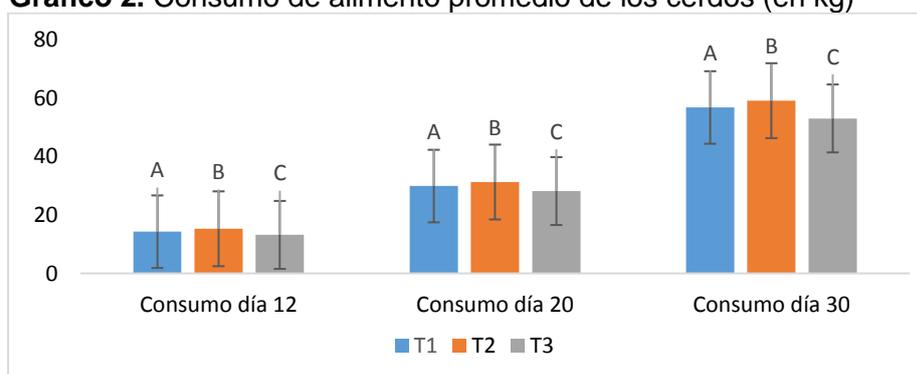
Tabla 6. Consumo de alimento en kg del lote

Tratamientos	Día 12	Día 20	Día 30
T1	71.3	149.48	283.93
T2	76.36	156.36	295.61
T3	65.90	140.90	265.15

Elaborado por: El Autor

En el Gráfico 2, por simple inspección se infiere que, no existen diferencias en el consumo con relación al tratamiento aplicado. Puesto que, si bien existe un crecimiento en términos absolutos del consumo, este se da en razón del paso de los días, y no se aprecia un crecimiento desmedido con diferencias relativas entre los tratamientos aplicados.

Gráfico 2. Consumo de alimento promedio de los cerdos (en kg)

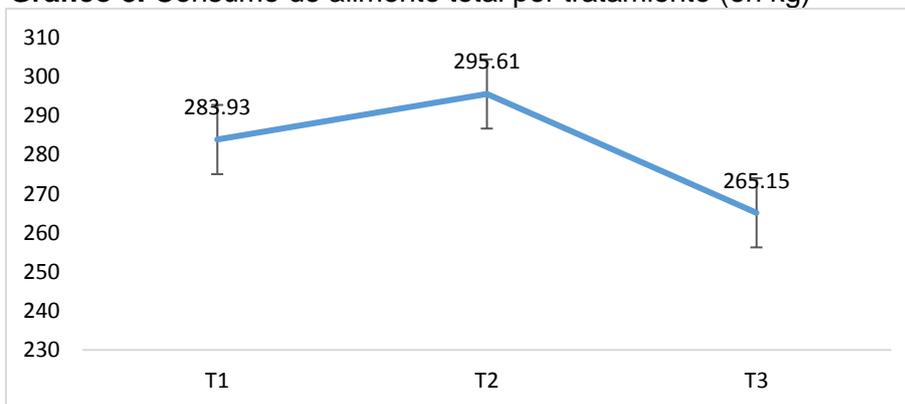


Elaborado por: El Autor

En el Gráfico 3, se aprecia el consumo de alimento total por tratamiento, el cual se expone en términos absolutos. En este sentido, T2, fue el tratamiento de mayor consumo, aproximadamente 30 kg más que el tratamiento T3, y algo más de 10 kg que T2. Este indicador, podría ser

relevante para la evaluación de costos, siempre y cuando no existan diferencias en el peso ganado por tratamiento.

Gráfico 3. Consumo de alimento total por tratamiento (en kg)



Elaborado por: El Autor

En la Tabla 7, se presentan los valores F de Fisher y p, para el período de experimentación considerado, y que representan los niveles de significancia estadística, los cuales permiten determinar si existen diferencias entre el consumo de alimento en los días evaluados respecto de los tratamientos aplicados.

Tabla 7. Comparación entre tratamientos y consumo de alimento (en kg)

	T1	T2	T3	F	p
	M (DE)	M (DE)	M (DE)		
Consumo día 12	14.26 (0.92) ^A	15.27 (1.37) ^B	13.18 (0.82) ^C	4.872	0.028
Consumo día 20	29.90 (0.54)	31.27 (3.71)	28.18 (1.35)	2.267	0.146
Consumo día 30	56.79 (1.46) ^A	59.12 (1.17) ^B	53.03 (0.96) ^C	31.964	0.001

Nota: T1= Alimento comercial mezclado con maíz; T2= Alimento comercial mezclado con polvillo; T3= Alimento comercial. M= Media y DE=Desviación estándar. M= Media aritmética; DE= Desviación estándar. F= F de Fisher; p= p-valor.

Elaborado por: El Autor

A partir de los análisis ANOVA, empleando el estadístico de Tukey, se determinó que, existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en los cerdos y el consumo de alimento por día (en kg), tanto en el día 12, como al finalizar el tratamiento, con p-valores por debajo del 0.05 (nivel de significancia). Sin embargo, no se encontró diferencias en el día 20. Estos resultados no son determinantes para rechazar la hipótesis nula.

Continuando con el análisis de resultados del presente trabajo, de acuerdo con los hallazgos encontrados en Pacheco (2021), en donde evaluó la respuesta productiva de cerdos criollos en crecimiento, alimentados con productos agrícolas, coincide con los resultados de la presente investigación, en donde indicó que el consumo diario de la ración, T2 (12 % de la ración base sustituido por 12 % de polvillo de arroz), T3 (sustituido por el 12 % de maíz molido), luego T4 (sustituido por el 12 % de plátano cocido) y T0 (ración base).

Por otro lado, en la investigación desarrollada por Hurtado, Nobre y Chiquieri (2010), difiere con los resultados obtenidos en este trabajo, ya que determinaron que en la fase II (50-70 kg) de crecimiento la sustitución parcial y total de maíz por subproductos de arroz redujo el consumo diario de ración; por lo que la ración con 100 % de sustitución de maíz disminuyó la ganancia diaria de peso.

4.3 Peso de lechones

En la Tabla 8, se aprecia la ganancia de peso vivo en los días 12, 20 y 30 en comparación con el inicio del estudio

Tabla 8. Pesos promedio en kg de los grupos en estudio

Grupos	Inicial	Día 12	Día 20	Día 30
T1	32.17	35.17	40.21	47.91
T2	32.35	36.72	40.91	48.61
T3	31.35	37.72	43.03	54.40

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 9, se observa que T3 fue el que mayor peso ganó en el rango de 30 días con un total de 115.22 kg, seguido del T2 con 81.28 kg y por último estuvo el T1 con una ganancia de 78.70 kg.

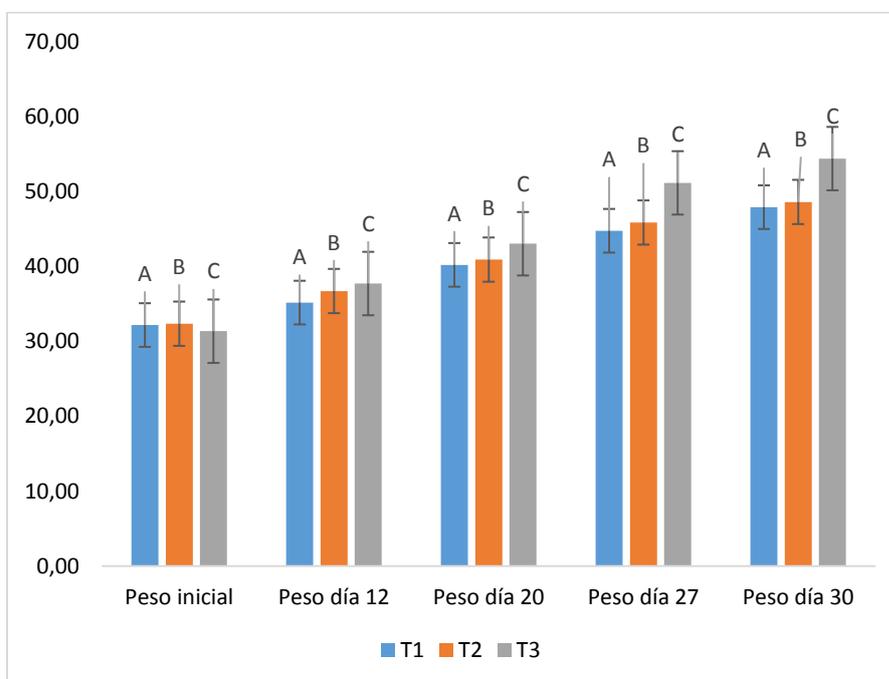
Tabla 9. Ganancia de peso en kg de cada lote

Grupos de estudio	Ganancia de peso en 30 días
T1	78.70
T2	81.28
T3	115.22

Elaborado por: El Autor

En el Gráfico 4, se puede apreciar que, al inicio del experimento, si bien todos los cerdos partieron, aproximadamente, del mismo peso, con el pasar de los días, se empieza a presentar una ínfima diferencia, sobre todo, entre T3 respecto de T1 y T2, la cual es casi imperceptible de manera visual, por lo cual se infiere que no existen diferencias, como se evidencia a continuación.

Gráfico 4. Peso promedio de los cerdos (en kg)



Elaborado por: El Autor

En la Tabla 10, se presentan los valores F de Fisher y p, para el período de experimentación considerado, y que representan los niveles de significancia estadística, los cuales permiten determinar que no existe diferencias entre el peso en los días evaluados respecto de los tratamientos aplicados.

Tabla 10. Comparación entre tratamientos y peso por día (en kg)

	T1	T2	T3	F	p
	M (DE)	M (DE)	M (DE)		
Peso inicial	32.18 (4.67)	32.36 (3.54)	31.36 (4.93)	0.073	0.93
Peso día 12	35.18 (4.10)	36.72 (4.20)	37.72 (6.32)	0.331	0.724
Peso día 20	40.21 (3.53)	40.91 (3.07)	43.03 (4.62)	0.747	0.495
Peso día 30	47.92 (3.98)	48.61 (4.03)	54.40 (4.67)	3.53	0.062

Nota: T1= Alimento comercial mezclado con maíz; T2= Alimento comercial mezclado con polvillo; T3= Alimento comercial. M= Media y DE=Desviación estándar. M= Media aritmética; DE= Desviación estándar. F= F de Fisher; p= p-valor.

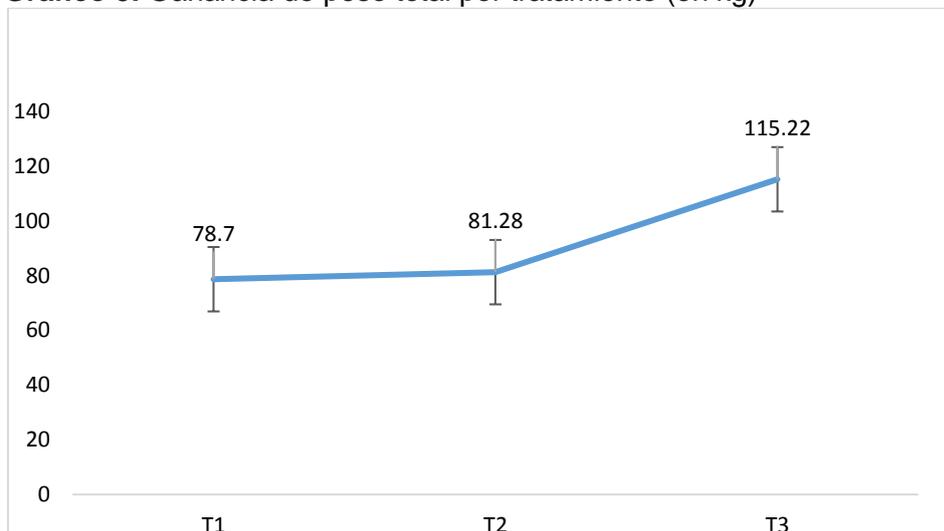
Elaborado por: El Autor

A partir de los análisis ANOVA, empleando el estadístico de Tukey, se determinó que, no existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, durante el período de experimentación y el peso obtenido. Esto, ya que el p-valor proporcionó valores por encima del 0.05 (nivel de significancia), en todos los días del período analizado, lo que implica aceptar la hipótesis nula que plantea igualdad entre los tratamientos respecto del peso.

En el Gráfico 5, se puede visualizar la ganancia de peso total de los cerdos según el tratamiento aplicado, al finalizar el experimento. A simple vista, T3 es superior a T1 y T2, en términos absolutos, sin embargo, como se

pudo determinar de forma previa, tal diferencia no es estadísticamente significativa.

Gráfico 5. Ganancia de peso total por tratamiento (en kg)



Elaborado por: El Autor

La investigación de Pacheco (2021), en donde evaluó la respuesta productiva de cerdos criollos en crecimiento alimentados con productos agrícolas, coincide con los resultados de este estudio, ya que la ganancia de peso en la ración T3 (sustituido el 12 % de ración base por 12 % maíz molido) fue menor con 16.25 kg, siendo superado por T2 (12 % polvillo de arroz) con 20.75 kg, T4 (12 % plátano verde cocido) con 21.83 kg y T1 (ración balanceado comercial) con 23.50 kg. Es decir, se infiere que ambos estudios presentan una tendencia similar.

De acuerdo a esta variable, en el estudio realizado por Zambrano (2019), en donde analizó dos dietas alimenticias para cerdos de la raza Pietrain, se determinó que los resultados no fueron similares a los expuestos en el presente trabajo, ya que evidenció que en cuanto al T1 (balanceado comercial) se obtuvo mayor ganancia de peso a los 120 días de edad con 48.41 kg, respecto al T2 (mezcla afrecho, melaza, palmiste, polvillo, pasta de soya, maíz y concentrado) con 42.61 kg de peso vivo promedio por animal,

mostrando diferencias significativas, lo cual no fue posible determinar en este estudio.

4.4. Conversión alimenticia

En la Tabla 11, se puede observar que la menor conversión alimenticia la obtuvo el T3 con 2.30, seguido del T1 con 3.60 y al final el T2 con un valor de 3.63 durante el tiempo que duró el estudio

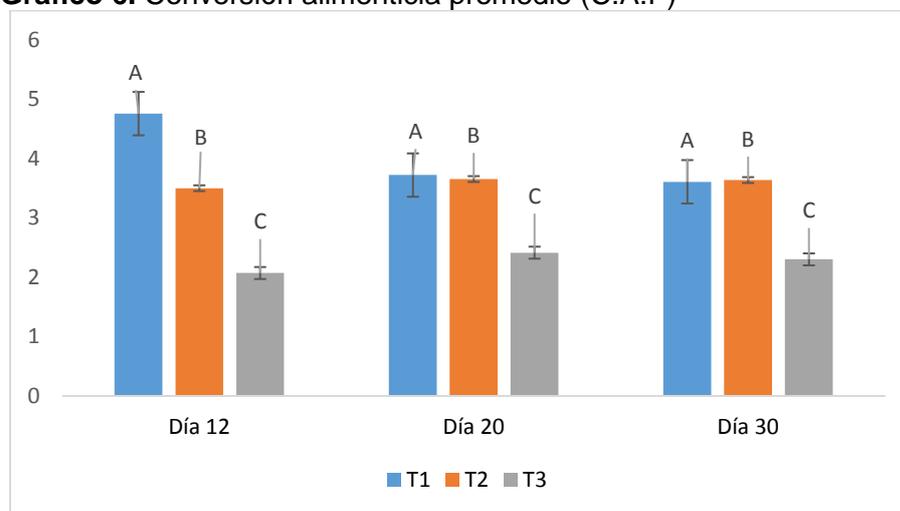
Tabla 11. Conversión alimenticia de cada tratamiento

Tratamientos de estudio	Consumo de alimento	Ganancia de peso	Conversión alimenticia
T1	283.93	78.70	3.60
T2	295.61	81.28	3.63
T3	265.15	115.22	2.30

Elaborado por: El Autor

En el Gráfico 6, se puede apreciar que, en los primeros doce días, existe una marcada diferencia entre los tratamientos T1, T2 y T3 respecto de la conversión alimenticia. La cual, se ve mermada, a simple vista, entre T1 y T2, sin embargo, se mantiene respecto de T3. Esto, permite deducir que, el T3 posee la menor conversión alimenticia, al menos, durante el período considerado en el experimento.

Gráfico 6. Conversión alimenticia promedio (C.A.P)



Elaborado por: El Autor

En la Tabla 12, se presentan los valores F de Fisher y p, para el período de experimentación considerado, y que representan los niveles de significancia estadística, los cuales permiten determinar si existen diferencias en la conversión alimenticia en los días evaluados respecto de los tratamientos aplicados, y si tales diferencias, se pueden considerar relevantes, para inferir que uno u otro tratamiento ofrece mejor rendimiento en esta variable.

Tabla 12. . Comparación entre tratamientos y conversión alimenticia

	T1	T2	T3	F	p
	M (DE)	M (DE)	M (DE)		
Conversión día 12	5.11 (1.65) ^A	3.62 (0.77) ^B	2.25 (0.82) ^C	7.667	0.007
Conversión día 20	3.79 (0.61) ^A	3.67 (0.34) ^B	2.42 (0.18) ^C	16.949	0.000
Conversión día 30	3.63 (0.31) ^A	3.65 (0.29) ^B	2.31 (0.14) ^C	44.960	0.000

Nota: T1= Alimento comercial mezclado con maíz; T2= Alimento comercial mezclado con polvillo; T3= Alimento comercial. M= Media y DE=Desviación estándar.

Elaborado por: El Autor

Al igual que, con la variable peso, analizada de forma previa, a partir de los análisis ANOVA, empleando el estadístico de Tukey, se determinó que, existe diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en los cerdos y la conversión alimenticia, durante todo el período analizado, con p-valores por debajo del 0.05 (nivel de significancia). Estos resultados indican que es posible rechazar la hipótesis nula, la cual refiere que existe igualdad entre los tratamientos respecto de la conversión alimenticia, con lo cual, se acepta la hipótesis alternativa de diferencias.

En la investigación realizada por Pacheco (2021), los resultados fueron similares a los del presente trabajo, ya que determinó que el T3 (12 % de maíz molido) presentó aumento en este valor, siendo superior a los demás tratamientos, obteniendo 2.88, seguido del T4 (12 % de plátano verde cocido) con 2.27, luego T2 (12 % de polvillo de arroz) con un 2.08 y T1 (balanceado comercial) con 1.84 de conversión alimenticia.

De acuerdo al estudio efectuado por Paulino (2016), acerca de la nutrición y cerdos en la etapa de crecimiento y finalización, determinó que un cerdo de 98 días de edad debe tener una conversión de 2.41, misma que tiene similitud con los resultados obtenidos en el T3 de este trabajo, pero se contrasta con los valores obtenidos en el T1 y T2 que obtuvieron cifras más altas.

En el trabajo desarrollado por Mínguez (2020), sobre la evaluación de consumo, ganancia media diaria y conversión alimenticia en cerdos en etapa de desarrollo y terminación, se observó una conversión alimenticia promedio de 2.53, presentando resultados similares a los obtenidos en el T3 de este estudio, pero se contrastan con el T1 y T2, cuyos valores altos están por encima de los rangos superiores a 2- 3 de conversión alimenticia.

4.5 Costo de producción por concepto de alimentación

En la Tabla 13, se evidencia que el costo de producción de un saco de 40 kg fue menor en el T2 con un valor de USD 20.36, seguido del T1 con un costo de USD 22.23 y por último el T3 con USD 26.50 de inversión.

Tabla 13. Costo de saco de 40 kg por tratamiento

Grupos de estudio	Costo saco 40 kg (USD)
T1	22.23
T2	20.36
T3	26.50

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 14, se observa que el T3 tuvo mayor costo de inversión en alimento con USD 175.56, luego T1 con USD 157.83 y por último el T2 con USD 150.48 durante el tiempo que duró la experimentación.

Tabla 14. Costo de inversión por tratamiento

Grupos de estudio	Consumo de alimento (kg)	Inversión en alimento (USD)
T1	283.93	157.83
T2	295.61	150.48
T3	265.15	175.56

Elaborado por: El Autor

Por otro lado, la investigación desarrollada por Pacheco (2021), en donde evaluó la respuesta productiva de cuatro cerdos en crecimiento alimentados con productos agrícolas, difiere con los resultados de este estudio, ya que el mayor costo de inversión fue en T3 (12 % de maíz) con USD 99.25 , seguido de T1 (balanceado comercial) con USD 88.45, luego el T4 (12 % de plátano precocido) con USD 85.45 y por último T2 (12 % de polvillo de arroz) tuvo un costo de USD 84.64 durante la etapa de experimentación.

De acuerdo al estudio desarrollado por Zambrano (2019), donde analizó dos dietas utilizadas en la crianza de cuatro cerdos de la raza Pietrain, coincide con el análisis presentado en este trabajo, ya que evidenció que el mayor costo de inversión lo obtuvo el T1 (100 % balanceado comercial) con USD 542 respecto al T2 (mezcla afrecho, melaza, palmiste, polvillo, pasta de soya, maíz y concentrado) con USD 502, sin embargo aunque en costos fue superior la inversión en T1, esta dieta obtuvo mejores rendimientos en los parámetros productivos, ya que todos los cerdos pasaron de los 90 kg incluso llegando hasta 101.90 kg, es decir que por cada dólar que invirtió tuvo USD 0.15 de ganancia.

4.6 Costo de producción de un kilogramo de carne

En la Tabla 15, se observa que el costo de producción de un kilogramo de carne fue menor en el T3 con un precio de USD 1.52, seguido del T2 con un costo de USD 1.85 y por último el T1 con un valor de USD 2.01 por cada kilogramo ganado.

Tabla 15. Costo de un kilogramo de carne

Grupos de estudio	Inversión en alimento (USD)	Ganancia de peso (kg)	Costo kilo de carne (USD)
T1	157.79	78.70	2.01
T2	150.46	81.28	1.85
T3	175.66	115.22	1.52

Elaborado por: El Autor

La investigación realizada por Pacheco (2021), difiere con los resultados evidenciados en este estudio, ya que el costo de producción de un kilogramo de peso vivo fue USD 0.94 para el T1 (balanceado comercial), USD 0.98 para el T4 (12 % plátano precocido), USD 1.02 para el T2 (12 % de polvillo de arroz), al final USD 1.53 para el T3 (12 % de maíz) durante la fase de crecimiento, sin embargo coincide en que el menor costo de producción de kilogramo de carne se obtuvo en el tratamiento basado 100 % en alimento comercial.

En el trabajo realizado por Pico (2010), que evaluó la utilización de diferentes niveles de maní forrajero en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento y engorde, coincide con los resultados obtenidos en el T3 de esta investigación, ya que determinó que el costo de producción de un kilogramo de carne en el T1 (balanceado de crecimiento) y T2 (balanceado de crecimiento + 5 % de maní forrajero) fue de USD 1.45, luego T3 (balanceado de crecimiento + 10 % de maní forrajero) con USD 1.58 y el T4 (balanceado de crecimiento + 15 % de maní forrajero) con 1.59; sin embargo contrastan con los costos presentados en el T1 y T2 de este experimento.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

- No existieron diferencias significativas en el consumo con relación al tratamiento aplicado, sin embargo los cerdos que estuvieron en el T3 con 100 % de balanceado comercial alcanzaron un peso final promedio de 54.40 kg a los 100 días de edad, seguido del T2 con 50 % de polvillo y 50 % de balanceado comercial que obtuvieron un peso de 48.61 kg y por último, el T1 con 47.91 kg de peso promedio con 50 % de harina de maíz y 50 % de balanceado comercial, por lo tanto con base a estos resultados obtenidos se recomienda al T3, ya que evidenció los mejores resultados, es decir, aun cuando no se determinaran diferencias significativas en términos estadísticos (pudiendo ser por contar con una muestra relativamente pequeña), si se presentaron variaciones en términos absolutos., específicamente, en la ganancia neta por lote cerdos de 115. 22 kg en relación a los 81.28 kg y 78.70 de las otras dietas, denotando que la adición de materias primas influyó de manera negativa en el análisis de esta variable.
- En cuanto a la conversión alimenticia se determinó que, existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en los cerdos y la conversión alimenticia, tanto en el día 12, como al finalizar el tratamiento, siendo el T3 quien menor conversión obtuvo con 2.30, seguido del T1 con 3.60 y por último T2 con 3.63, estos valores cual demostraron que el T3 fue la dieta más eficiente en la transformación de alimento a kilogramos de carne.

- El costo de producción de un saco de 40 kg de alimento fue superior en el T3 con USD 26.50, seguido del T1 con USD 22.23 y T2 con un precio de USD 20.36, sin embargo este rubro se compensa con la ganancia del peso vivo y conversión alimenticia que se obtuvo con el T3, lo cual se demuestra en el costo de kilogramo de carne con un rubro de USD 1.52 para T3, luego T2 con USD 1.85 y por último T1 con 2.01, siendo esta última una de las variables de mayor prioridad para el porcicultor.

5.2 Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se recomienda lo siguiente:

- Realizar un estudio durante un periodo de tiempo más prolongado y con mayor cantidad de unidades experimentales, para poder obtener una base estadística más amplia y poder realizar un mejor análisis de la adición de materias primas a una dieta de cerdos de engorde.
- Reducir la proporción en la adición de harina de maíz y polvillo respecto al balanceado comercial para verificar si así se obtienen resultados más satisfactorios en cuanto a la ganancia de peso, conversión alimenticia y costo de kilogramo de carne producido.
- Realizar un análisis bromatológico de todas las materias primas utilizadas en las diferentes dietas para poder conocer de forma más exacta la composición nutricional de cada una de las mismas, en relación a los datos generales expuestos en las diferentes literaturas.

REFERENCIAS

- Asociación de Porcicultores del Ecuador. (2010). Primer censo porcino. Ecuador: ASPE. Recuperado de: <https://www.aspe.org.ec/>
- Asociación de Porcicultores del Ecuador. (2018). Ecuador, aumentó del consumo de la carne de cerdo. Ecuador: ASPE. Recuperado de: <https://www.aspe.org.ec/>
- Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos. s.f. Aparato Digestivo. México: AMVEC. Recuperado de: <https://www.amvec.com/>
- Benítez, A., Gómez, A., Hernández, J., Navarrete, R. y Moreno, L. (2015). Evaluación de parámetros productivos y económicos en la alimentación de porcinos en engorda. *Abanico Veterinario*, Ed 5, Mes 10.
- Campabadal, C. (2009). Guía Técnica para la Alimentación de Cerdos. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado de: <http://www.mag.go.cr/>
- Castellanos, E. (2017). Conversión alimenticia en la granja porcina. Guatemala: MasPorcicultura. Recuperado: <http://masporcicultura.com/>
- Criollo, N. (2013). *Diagnóstico de la producción porcina en los cantones Macará y Sozoranga de la provincia de Loja*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- De Luna, A. (2006). Valor Nutritivo de la Proteína de Soya. *Investigación y Ciencia*, Ed 36, Mes 9.
- DeRouchey, J. (2014). Sistema digestivo del cerdo: anatomía y funciones. Argentina: Centro de Información de Actividades Porcinas. Recuperado de: www.ciap.org.ar
- Espinosa, C. y Germán, C. (2005). *Manual de producción porcícola*. Argentina: Centro de Información de Actividades Porcinas. Recuperado de: <http://www.ciap.org.ar/>
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (2016). Tabla de la composición química del salvado de arroz desengrasado. España: FEDNA. Recuperado de: <http://www.fundacionfedna.org/>

- Gallegos, J., Camacho, J. y Germán, C. (2005). Producción de cerdos. México: Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. Recuperado de: <http://www.colpos.mx/>
- Gil, F., Ramírez, G., Ayala, D., López, O., Latorre, R., Martínez, F., Sánchez, C., Arencibia, A., Orenes, M. y Vásquez, J. (2008). Anatomía interactiva del cerdo. España: Universidad de Murcia. Recuperado de: <https://www.um.es/>
- Hurtado, A. y Mejía, L. (2010). Manejo Sanitario Eficiente de los Cerdos. *Inatec*, Ed 2, Mes 9.
- Hurtado, V., Nobre, R. y Chiquieri, J. (2011). Rendimiento de cerdos alimentados con raciones conteniendo subproductos de arroz, durante la fase de crecimiento. *Revista MVZ Córdoba*, Ed 16, Mes 1.
- Instituto Nacional Tecnológico. (2018). *Manejo productivo y reproductivo en porcinos y aves*. Nicaragua: Inatec. Recuperado de: <https://www.tecnacional.edu.ni/>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2017). Manual de porcinos. Argentina: Ministerio de Agroindustria Presidencia de la Nación. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. s.f. Nutrición y alimentación: eficiencia de conversión. Argentina: INTA. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/>
- Interprofesional Porcina del Reino Unido. (2016). Cálculos simples: conversión de alimentos, ganancia diaria de peso y mortalidad. Reino Unido: BPEX. Recuperado de: <https://www.elsitioporcino.com/>
- Leal, C. (2014). *Caracterización de la producción de cerdos de traspatio en los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez en el período del mes de noviembre de 2013 al mes de mayo de 2014*. Tesis de pregrado. Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Macedo, M. (2016). *Efecto del butirato de sodio en el comportamiento productivo de cerdos en fase de iniciación*. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.

- Martínez, M., Palacios, I. y Medina, H. (2016). Composición química del grano de maíz (*Zea mays*) Chococito del municipio de Quibdó, Chocó, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, Ed 7, Mes 1.
- Mínguez, M. (2020). *Evaluación de consumo, ganancia media diaria y conversión alimenticia en cerdos en etapa de desarrollo y terminación*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. (2012). *Sistemas productivos*. Bolivia: Mdr. Recuperado de: <https://www.ruralityerras.gob.bo/>
- Pacheco, C. (2021). *Respuesta productiva de cerdos criollos en crecimiento alimentados con productos agrícolas de la zona de Mocache, en el recinto Los Pantanos*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
- Paz, C. (2020). *La importancia de la selección y el manejo del verraco*. Madrid, España: Porcinews. Recuperado de: <https://porcino.info>
- Paulino, J. (2016). *Nutrición de los cerdos en crecimiento y finalización*. Argentina: Centro de Información de Actividades Porcinas. Recuperado de: <http://www.ciap.org.ar/>
- Pérez, R. (2017). *Estudio del impacto ambiental en una granja porcícola en el municipio Tibirita Cundinamarca*. Bogotá D.C Universidad militar Nueva Granada. Recuperado de: <https://repository.unimilitar.edu.co/>
- Pinelli, A., Acedo, E., Hernández, J., Belmar, R. y Beltrán, A. (2004). *Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas*. México: SAGARPA. Recuperado de: <https://www.amvec.com/>
- Pico, F. (2010). *Utilización de diferentes niveles de harina de *Arachis pinto* en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento y engorde*. Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Rodríguez, M. (2006). *Determinación de la composición química y propiedades físicas y químicas del pulido de arroz (*Oriza sativa* L.)*. Tesis de pregrado. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

- Ruiz, M., Ruiz, J. y Torres, V. (2005). Efecto del polvo de arroz en el consumo y la digestibilidad de raciones integrales basadas en *saccharina rústica* para ovinos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Ed 39, Mes 4.
- Santos, J., Williams, S. y Barrales, H. (2012). Manejo de la reproducción. Argentina: Sitio argentino de producción animal. Recuperado de: <http://www.produccion-animal.com.ar/>
- Sanvicente, M. (2018). Uso de recursos locales en los sistemas de crianza de cerdos a pequeña escala en el sureste de México. México: Porcicultura. Recuperado de: <https://www.porcicultura.com/>
- Tasaka, Y., Tachihara, K., Kagawa, R. y Takada, R. (2019). Effects of rice feeding on growth performance and protein (amino acids) metabolism in weanling piglets. *Animal Science Journal*, Ed 91, Mes 1.
- Urango, L. (2018). Componentes del maíz en la nutrición humana. Medellín, Colombia: UDEA. Recuperado de: <https://revistas.udea.edu.co>
- Vargas, J., Velázquez, F., Delgado, J. y Sánchez, Y. (2015). Caracterización zoométrica del cerdo criollo en los cantones Mocache y Vinces, Provincia Los ríos, Región, Costa, Ecuador. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, Ed 6, Mes 4.
- Vélez, J. (2010). *Plan de negocios para un emprendimiento en producción de carne porcina*. Tesis de pregrado. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Villamagua, L. (2013). *Elaboración de una mezcla alimenticia a base de Chocho y Maíz, que contribuya a mejorar el Estado Nutricional de los niños y niñas menores de 5 años de los Barrios San Vicente, La Loma, Sagrado Corazón, Cochaloma, San Pedro, de la comunidad de Cangahua*. Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Zambrano, E. (2019). *Análisis económico de dos dietas alimenticias en cerdos de razas Pietrain en condiciones estabuladas, en el Cantón Buena Fe*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1. Balanceado comercial



Fuente: El Autor

Anexo 2. Harina de maíz



Fuente: El Autor

Anexo 3. Polvillo de arroz



Fuente: El Autor

Anexo 4. Traslado de unidades experimentales



Fuente: El Autor

Anexo 5. Alimento de T1 para cerdos



Fuente: El Autor

Anexo 6. Alimento de T2 para cerdos



Fuente: El Autor

Anexo 7. Anova de consumo de alimento

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
C.A. día 12	Entre grupos	10.945	2	5.473	4.872	0.028
	Dentro de grupos	13.480	12	1.123		
	Total	24.425	14			
C.A. día 20	Entre grupos	23.997	2	11.999	2.267	0.146
	Dentro de grupos	63.504	12	5.292		
	Total	87.501	14			
C.A. día 30	Entre grupos	94.461	2	47.231	31.964	0.000
	Dentro de grupos	17.732	12	1.478		
	Total	112.193	14			

Fuente: El Autor

Anexo 8. Anova de ganancia de peso

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso Inicial	Entre grupos	2.841	2	1.421	0.073	0.930
	Dentro de grupos	234.517	12	19.543		
	Total	237.359	14			
Peso día 12	Entre grupos	16.454	2	8.227	0.331	0.724
	Dentro de grupos	297.912	12	24.826		
	Total	314.365	14			
Peso día 20	Entre grupos	21.542	2	10.771	0.747	0.495
	Dentro de grupos	173.085	12	14.424		
	Total	194.627	14			
Peso día 30	Entre grupos	126.713	2	63.356	3.525	0.062
	Dentro de grupos	215.687	12	17.974		
	Total	342.400	14			

Fuente: El Autor

Anexo 9. Anova de conversión alimenticia

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Conversión alimenticia día 12	Entre grupos	20.412	2	10.206	7.667	0.007
	Dentro de grupos	15.973	12	1.331		
	Total	36.386	14			
Conversión alimenticia día 20	Entre grupos	5.776	2	2.888	16.949	0.000
	Dentro de grupos	2.045	12	0.170		
	Total	7.821	14			
Conversión alimenticia día 30	Entre grupos	5.922	2	2.961	44.960	0.000
	Dentro de grupos	0.790	12	0.066		
	Total	6.713	14			

Fuente: El Autor



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Guerrero Izquierdo Andrés Antonio**, con C.C: # **0929399913** autor del **Trabajo de Integración Curricular: Evaluación del rendimiento de cerdos Landrace con Pietrain alimentados con un balanceado comercial mezclado con diferentes materias primas, en la provincia del Guayas**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 20 de septiembre de 2022

f. _____

Nombre: **Guerrero Izquierdo Andrés Antonio**

C.C: **0929399913**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Evaluación del rendimiento de cerdos Landrace con Pietrain alimentados con un balanceado comercial mezclado con diferentes materias primas, en la provincia del Guayas.		
AUTOR(ES)	Guerrero Izquierdo Andrés Antonio		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Pincay Figueroa, Paola Estefania		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Agropecuaria		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agropecuario		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	20 de septiembre del 2022	No. DE PÁGINAS:	50
ÁREAS TEMÁTICAS:	Producción Pecuaria, Nutrición Animal, Cerdos		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Porcicultura, Genética, Nutrición, Producción, Rentabilidad, Balanceado.		
RESUMEN/ABSTRACT	<p>El elevado costo del alimento balanceado es una de las principales problemáticas en el sector porcino, mismo que representa el 70 % de los costos de producción. El trabajo de investigación se desarrolló en la Finca Agropecuaria Teresita ubicada en el recinto Rosa Amada, de la parroquia Lorenzo de Garaicoa del cantón Simón Bolívar, provincia del Guayas. Para este experimento se realizó un diseño experimental por bloques completamente aleatorio con 5 cerdos por cada tratamiento. En el T1 la alimentación se basó en 50 % de harina de maíz + 50 % de balanceado comercial, el T2 con 50 % de polvillo de arroz + 50 % de balanceado comercial y el grupo testigo o T3 con 100 % de balanceado comercial. El propósito de este estudio fue evaluar el rendimiento de cerdos Landrace con Pietrain alimentados con un balanceado comercial mezclado con diferentes materias primas en la provincia del Guayas. Al finalizar el estudio se evidenció que, no existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el consumo de alimento, sin embargo el T3 obtuvo mayor ganancia de peso y menor conversión alimenticia en comparación al T2 o T3; a pesar de que el costo del saco de 40 kg de alimento balanceado fue menor en T2 y T1 respecto al grupo T3, esto se compensó con el costo de producción de kilogramo de carne en donde en el T3 fue inferior, resultando este último conveniente para el productor.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-967340806	E-mail: andresguerreroi94@outlook.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, M.Sc		
	Teléfono: +593-987361675		
	E-mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			