



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Proyecto de investigación para la
obtención del título de Ingeniero
Agropecuario.

Título del Proyecto de Investigación:

**“CERDOS MESTIZOS LANDRACE X PIETRAIN EN
CRECIMIENTO ALOJADOS EN CAMAS PROFUNDAS DE
ASERRÍN, BASADO EN UNA ALIMENTACIÓN ALTERNATIVA”**

Autor:

Danny Rolando Sigcha Ortega

Director de la Investigación:

Ing. Zoot. Bolívar Montenegro M.Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Sigcha Ortega Danny Rolando**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. _____

Sigcha Ortega Danny Rolando

C.I. 050371460-2

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. Zoot. M. Sc. **BOLÍVAR MONTENEGRO**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **SIGCHA ORTEGA DANNY ROLANDO**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**CERDOS MESTIZOS LANDRACE X PIETRAIN EN CRECIMIENTO ALOJADOS EN CAMAS PROFUNDAS DE ASERRÍN, BASADO EN UNA ALIMENTACIÓN ALTERNATIVA**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

.....

Ing. Zoot. M. Sc. **BOLÍVAR MONTENEGRO**

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito Ing. Zoot. Bolívar Montenegro M.Sc., en calidad de Director del Proyecto de Investigación **“CERDOS MESTIZOS LANDRACE X PIETRAIN EN CRECIMIENTO ALOJADOS EN CAMAS PROFUNDAS DE ASERRÍN, BASADO EN UNA ALIMENTACIÓN ALTERNATIVA”**, de autoría de la estudiante de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, Danny Rolando Sigcha Ortega, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 4%, el mismo que es permitido por el mencionado Software y los requerimientos académicos establecidos.

URKUND	
Documento	Danny Sigcha.docx (D30047886)
Presentado	2017-08-09 10:45 (-05:00)
Presentado por	gerardo francisco segovia freire (gsegovia@uteq.edu.ec)
Recibido	gsegovia.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	Fwd: Analisis de Documento de trabajo de graduacion Mostrar el mensaje completo
	4% de estas 57 páginas, se componen de texto presente en 7 fuentes.

Atentamente,

Ing. Zoot. Bolívar Montenegro M.Sc.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECURIA
PROYECTO DE INVESTIGACION

Título:

**“CERDOS MESTIZOS LANDRACE X PIETRAIN EN
CRECIMIENTO ALOJADOS EN CAMAS PROFUNDAS DE
ASERRÍN, BASADO EN UNA ALIMENTACIÓN ALTERNATIVA”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Ph.D. DELSITO ZAMBRANO GRACIA

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dra. Ph.D. DIANA VASCO MORA

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. ADOLFO SÁNCHEZ LAIÑO MSc.

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR
2017

AGRADECIMIENTO

A Dios por su misericordia porque jamás me ha desamparado en ningún momento de mi vida, porque yo sé lo que quiero pero él lo que necesito, por ser guía y compañero de mi camino.

A mi familia por el amor incondicional que siempre me han brindado y por ende el apoyo desmedido; de forma muy especial a mi padre Sr. Néstor Sigcha por su sacrificio diario para darnos lo mejor de él cada día y ser parte fundamental de este trabajo, a mi sobrino Cristhian Coro por su ayuda de siempre, de la misma forma a mis primos Edian y Widison.

Agradecer de forma cordial a la Familia Buste Zambrano; de manera especial a mi amiga Nuria Buste, por el apoyo físico, intelectual y emocional que me ha brindado a lo largo de carrera, la misma que nos hizo compañeros, las circunstancias amigos y el día a día hermanos, al Sr. Jairo Buste por su apoyo incondicional durante la investigación, a la Sra. Candida Buste por poner a disposición sus predios para la realización de este trabajo, al Sr. Antonio Buste por su fundamental aporte, a la Sra. Antonia Zambrano por la acogida en su finca y el cariño como un miembro más de su familia, al CboS. Javier Buste por el apoyo desinteresado.

A mis amigos por el aporte diferente de cada uno, no sólo como compañeros de carrera o en el proyecto, sino también por el legado que dejan en mi vida; mis amigas Diana Castillo, Cisne Segovia, Susana Espín, Lizbeth Moncada, Karen Rubio, mi amigo Puyi Peñaherrera y Damián Calle, no me queda más que decir gracias amigos.

A los hermanos Congo por facilitarme el material de trabajo (aserrín).

Al Ing. Bolívar Montenegro MSc, por el apoyo y preocupación como director del proyecto de investigación, para el avance y culminación del mismo.

A las autoridades de nuestra prestigiosa Facultad de Ciencias Pecuarias, a la Dra. Yenny Torres, Decana; al Ing. Gerardo Segovia MSc, Director de carrera, que no sólo cumplió con su rol de profesional, sino también de mano amiga en toda mi vida universitaria.

Danny Rolando Sigcha Ortega

DEDICATORIA

Dedicada a mi familia por ser la fuerza que me levanta cada día; A mi padre Sr. Néstor Sigcha, por ser el más grande orgullo y ejemplo por la entrega profunda a sus hijos, a mi esposa Sra. Tatiana Pacheco por el amor, comprensión y sobre todo por el regalo más grande y hermoso mi hijo que está por nacer, a mis hermanas; Sra. Vanessa Sigcha, Sra. Ipatia Sigcha, Sra. Nathaly Sigcha, Darlin Sigcha y mis sobrinos.

RESUMEN

El trabajo de campo se llevó a cabo en la Finca “San Antonio” predios de la familia Buste Zambrano, ubicada en el km 11 de la vía Quevedo–Valencia, Recinto Ana María 1, cantón Valencia, provincia de Los Ríos. Donde se evaluó cerdos mestizos Ladrace x Pietraín en crecimiento, alojados en cama profunda de aserrín, basado en una alimentación alternativa, con una duración de 49 días. Se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 3 (dos tipos de alojamiento y tres dietas alimenticias) y se utilizó 18 cerdos en camas profundas de 2,61 m³ de aserrín y 18 cerdos en piso de concreto, distribuidos al azar en nueve cuartiles de 4,35 m² en los dos tipos de alojamiento. Se evaluó parámetros productivos, ambientales y análisis económico, los resultados más eficientes se presentó en el tipo de alojamiento de cama profunda con promedios totales por animal de 15,10 kg de ganancia de peso; 26,44 kg de consumo de alimento y 1,75 de índice de conversión. En dietas alimenticias, la más representativa fue para balanceado comercial con promedios totales por animal de 17,53 kg de ganancia de peso; 30,16 kg de consumo de alimento y 1,72 de índice de conversión. En las variables ambientales, el sistema de producción de piso de concreto obtuvo el mayor impacto en el consumo de agua de limpieza y presencia de moscas, con promedios de 525 l de agua por animal/día y con 228 moscas atrapadas respectivamente. El sistema de cama profunda con la dieta de balanceado comercial presentó el mayor beneficio/costo. Estos resultados demuestran la eficiencia de la tecnología de cama profunda en las explotaciones porcinas.

Palabras claves: Cerdo, Crecimiento, Cama profunda, Alimentación alternativa, Parámetros productivos.

SUMMARY

The field work was carried out at the "San Antonio" estate, located at 11 km of the Quevedo-Valencia road, Recinto Ana María 1, in the canton of Valencia, in the province of Los Ríos. We evaluated the growing mestizo Ladrace x Pietraín pigs, housed in a deep bed of sawdust, based on an alternative feeding, with a duration of 49 days. A completely randomized design with a factorial arrangement of 2 x 3 (two types of accommodation and three diets) is used and 18 pigs are used in deep beds of 2.61 m³ of sawdust and 18 pigs in concrete floor, distributed at random in nine quarts of 4.35 m² in the two types of accommodation. We evaluated productive parameters, environmental and economic analysis, the most efficient results have been found in the type of deep bed accommodation with animals by 15.10 kg weight gain; 26.44 kg of feed consumption and 1.75 of conversion index. In food diets, the most representative was for the commercial balance with averages per animal of 17.53 kg of weight gain; 30.16 kg of feed consumption and 1.72 of conversion index. In the environmental variables, the concrete floor production system had the greatest impact on cleaning water consumption and the presence of flies, with a mean of 525 liters of water per animal / day and 228 flies trapped respectively. The deep bed system with the commercial balanced diet presented the greatest benefit / cost. These results demonstrate the efficiency of deep bed technology in pig farms.

Key words: Pork, Growth, Deep Bed, Alternative Feeding, Productive Parameters.

TABLA DE CONTENIDO.

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
TABLA DE CONTENIDO.	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
CÓDIGO DUBLÍN	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problemas de la investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
Diagnóstico.....	4
Pronóstico.....	5
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.4. Objetivos.....	5
1.1.4.1. Objetivo general.	5
1.1.4.2. Objetivos específicos.....	6

1.2. Justificación.	6
CAPÍTULO II	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco conceptual.	8
2.2. Marco referencial.	10
2.2.1. Origen del cerdo.	10
2.2.1.1. Clasificación taxonómica.	10
2.2.2. Producción porcina en Ecuador.	11
2.2.3. Principales razas de cerdo en Ecuador.	11
2.2.3.1. Criollo.	11
2.2.3.2. Landrace.	11
2.2.3.3. Pietrain.	11
2.2.3.4. Large White.	12
2.2.3.5. Duroc.	12
2.2.4. Sistemas de producción porcina.	12
2.2.4.1. Sistema extensivo o tradicional.	12
2.2.4.2. Ventajas del sistema de producción extensivo.	13
2.2.4.3. Desventajas del sistema de producción extensivo.	13
2.2.4.4. Sistema intensivo o convencional.	13
2.2.4.5. Ventajas del sistema de producción convencional.	13
2.2.4.6. Desventaja del sistema de producción convencional.	13
2.2.4.7. Sistema alternativo o ecológico.	14
2.2.4.8. Ventajas del engorde de cerdos en camas profundas.	14
2.2.4.9. Desventaja del engorde de cerdos en camas profundas.	14
2.2.5. Características del aserrín.	14
2.2.6. Manejo de la porcicultura.	14
2.2.6.1. Alojamiento.	15

2.2.6.2.	Alimentación.	15
2.2.6.3.	Requerimiento nutricional.	16
2.2.6.4.	Alimentación alternativa.....	17
2.2.7.	Matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>).....	17
2.2.7.1.	Clasificación taxonómica.	17
2.2.7.2.	Origen.	18
2.2.7.3.	Contenido nutricional.	18
2.2.7.4.	Nutrientes que reemplaza el matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>).	18
2.2.8.	Manejo sanitario del cerdo.	18
2.2.8.1.	Vacunación.	19
2.3.	Trabajos previos a la cría de cerdos alojados en camas profundas.	19
CAPÍTULO III		21
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		21
3.1.	Localización.....	22
3.1.1.	Características agro-climatológicas del lugar experimental.....	22
3.2.	Tipo de investigación.....	22
3.3.	Métodos de la investigación.	22
3.4.	Fuente de recopilación de información.....	23
3.5.	Diseño de la investigación.	23
3.6.	Instrumentos de investigación.	24
3.6.1.	VARIABLES PRODUCTIVAS.	24
3.6.1.1.	Consumo de alimento (kg).	24
3.6.1.2.	Ganancia de peso (kg).	24
3.6.1.3.	Conversión alimenticia.	24
3.6.2.	ANÁLISIS ECONÓMICO (USD).....	25
a.	Ingreso total (USD).	25
b.	Total de costo fijo (USD).	25

c.	Total de costo variable (USD).....	25
d.	Total de costos (USD).	26
e.	Beneficio neto (USD).	26
f.	Rentabilidad (%).	26
g.	Relación beneficio/costo (USD).	27
3.6.3.	VARIABLES AMBIENTALES.....	27
3.6.3.1.	Temperatura (°C).	27
3.6.3.2.	Consumo de agua.	27
3.6.3.2.1.	Consumo de agua del bebedero (l).	27
3.6.3.2.2.	Consumo de agua de limpieza (l).	28
3.6.3.3.	Presencia de moscas (#).	28
3.6.4.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.	28
3.6.4.1.	Preparación de la harina de matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>).	28
3.6.4.2.	Preparación del galpón de cama profunda.	28
3.6.4.3.	Preparación del galpón de piso concreto.	29
3.6.4.4.	Equipos que disponen los galpones.	29
3.6.4.5.	Animales.	29
3.6.4.6.	Manejo sanitario.	29
3.6.4.7.	Dieta.	30
3.6.4.8.	Toma de datos.	30
3.7.	Tratamiento de datos.	31
3.8.	Recursos humanos y materiales.	31
CAPÍTULO IV.....		33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		33
4.1.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	34
4.1.1.	Consumo de alimento (kg).	34
4.1.1.1.	Efecto simple del factor A.	34

4.1.1.2.	Efecto simple del factor B.	34
4.1.1.3.	Efecto simple de la interacción entre factores (AxB).....	34
4.1.2.	Ganancia de peso (kg).....	35
4.1.2.1.	Efecto simple del factor A.	35
4.1.2.2.	Efecto simple del factor B.	35
4.1.2.3.	Efecto simple de la interacción entre factores (AxB).....	35
4.1.3.	Índice de conversión alimenticia.	36
4.1.3.1.	Efecto simple del factor A.	36
4.1.3.2.	Efecto simple del factor B.	37
4.1.3.3.	Efecto simple da la interacción entre factores (AxB).....	37
4.1.4.	Temperatura (°C).	38
4.1.5.	Consumo de agua (m ³ , l).....	39
4.1.5.1.	Agua del bebedero.	39
4.1.5.2.	Agua de limpieza.	40
4.1.6.	Presencia de moscas (#).	40
4.1.7.	Análisis económico (USD).	41
CAPÍTULO V	.....	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	43
5.1.	Conclusiones.	44
5.2.	Recomendaciones.	45
CAPÍTULO VI	.....	46
BIBLIOGRAFÍA	.....	46
6.1.	Literatura citada.	47
CAPÍTULO VII	.....	54
ANEXOS	.....	54
7.1.	Árbol de problema.	55
7.2.	Contenido bromatológico de las dietas.	56

7.3.	Análisis de varianza de los parámetros productivos.	60
7.4.	Imágenes de la investigación.	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Consumo de alimento de cerdos en crecimiento.</i>	16
Tabla 2.	<i>Requerimiento nutricional de cerdos en crecimiento.</i>	16
Tabla 3.	<i>Déficit y super avit. de dietas al incluir un porcentaje de harina de matarratón.</i>	18
Tabla 4.	<i>Condiciones agro-climáticas del Cantón Valencia.</i>	22
Tabla 5.	<i>Descripción de los tratamientos.</i>	23
Tabla 6.	<i>Análisis de Varianza ANDEVA.</i>	23
Tabla 7.	<i>Promedio y significancia estadística para el consumo de alimento (kg) semanal, total y diario en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas x niveles de inclusión de harina de matarratón.</i>	34
Tabla 8.	<i>Promedio y significancia estadística para la ganancia de peso (kg) semanal, total y diario en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas x niveles de inclusión de harina de matarratón.</i>	36
Tabla 9.	<i>Promedio y significancia estadística para el índice de conversión semanal, total y diario en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas x niveles de inclusión de harina de matarratón.</i>	37
Tabla 10.	<i>Descripción del análisis económico (USD) en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas x niveles de inclusión de harina de matarratón.</i>	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Promedio de la temperatura ambiental y a nivel de piso (°C) en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas.</i>	38
Figura 2. <i>Promedio del consumo de agua del bebedero acumulado (l) en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas.</i>	39
Figura 3. <i>Promedio de la presencia de moscas acumulada (#) en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas.</i>	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Árbol de problema del sistema de producción porcina convencional.....</i>	55
Anexo 2. <i>Contenido bromatológico del balanceado de crecimiento IMPROSA.....</i>	56
Anexo 3. <i>Análisis bromatológico de la dieta con 25% Harina de Matarratón + 75% Balanceado de crecimiento.....</i>	57
Anexo 4. <i>Análisis bromatológico de la dieta con 30% Harina de Matarratón + 70% Balanceado de crecimiento.....</i>	58
Anexo 5. <i>Análisis bromatológico de la Harina de Matarratón (Gliricidia sepium).</i>	59
Anexo 6. <i>Cuadrado medio y significancia estadística para el consumo de alimento semanal y total en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas x niveles de inclusión de harina de matarratón.....</i>	60
Anexo 7. <i>Cuadrado medio y significancia estadística para la ganancia de peso semanal y total en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas x niveles de inclusión de harina de matarratón.....</i>	61
Anexo 8. <i>Cuadrado medio y significancia estadística para el índice de conversión alimenticia semanal y total en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas x niveles de inclusión de harina de matarratón.</i>	62
Anexo 9. <i>Desinfección y adecuación de los galpones.</i>	63
Anexo 10. <i>Procesos en la elaboración de harina de matarratón.</i>	64
Anexo 11. <i>Imágenes del experimento.</i>	65

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“CERDOS MESTIZOS LANDRACE X PIETRAIN EN CRECIMIENTO ALOJADOS EN CAMAS PROFUNDAS DE ASERRÍN, BASADO EN UNA ALIMENTACIÓN ALTERNATIVA”				
Autor:	Sigcha Ortega Danny Rolando				
Palabras clave:	Cerdos	Crecimiento	Cama profunda	Alimentación alternativa	Parámetros productivos
Fecha de publicación:	25-mar-15				
Editorial:	Quito: EPN, 2015.				
Resumen:	<p>El trabajo de campo se llevó a cabo en la Finca “San Antonio” predios de la familia Buste Zambrano, ubicada en el km 11 de la vía Quevedo–Valencia, Recinto Ana María 1, cantón Valencia, provincia de Los Ríos. Donde se evaluó cerdos mestizos Landrace x Pietraín en crecimiento, alojados en cama profunda de aserrín, basado en una alimentación alternativa, con una duración de 49 días. Se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 3 (dos tipos de alojamiento y tres dietas alimenticias) y se utilizó 18 cerdos en camas profundas de 2,61 m³ de aserrín y 18 cerdos en piso de concreto, distribuidos al azar en nueve cuartiles de 4,35 m² en los dos tipos de alojamiento. Se evaluó parámetros productivos, ambientales y análisis económico, los resultados más eficientes se presentó en el tipo de alojamiento de cama profunda con promedios totales por animal de 15,10 kg de ganancia de peso; 26,44 kg de consumo de alimento y 1,75 de índice de conversión. En dietas alimenticias, la más representativa fue para balanceado comercial con promedios totales por animal de 17,53 kg de ganancia de peso; 30,16 kg de consumo de alimento y 1,72 de índice de conversión. En las variables ambientales, el sistema de producción de piso de concreto obtuvo el mayor impacto en el consumo de agua de limpieza y presencia de moscas, con promedios de 525 l de agua por</p>				

animal/día y con 228 moscas atrapadas respectivamente. El sistema de cama profunda con la dieta de balanceado comercial presentó el mayor beneficio/costo. Estos resultados demuestran la eficiencia de la tecnología de cama profunda en las explotaciones porcinas.

The field work was carried out at the "San Antonio" estate, located at 11 km of the Quevedo-Valencia road, Recinto Ana María 1, in the canton of Valencia, in the province of Los Ríos. We evaluated the growing mestizo Ladrace x Pietraín pigs, housed in a deep bed of sawdust, based on an alternative feeding, with a duration of 49 days. A completely randomized design with a factorial arrangement of 2 x 3 (two types of accommodation and three diets) is used and 18 pigs are used in deep beds of 2.61 m³ of sawdust and 18 pigs in concrete floor, distributed at random in nine quarts of 4.35 m² in the two types of accommodation. We evaluated productive parameters, environmental and economic analysis, the most efficient results have been found in the type of deep bed accommodation with animals by 15.10 kg weight gain; 26.44 kg of feed consumption and 1.75 of conversion index. In food diets, the most representative was for the commercial balance with averages per animal of 17.53 kg of weight gain; 30.16 kg of feed consumption and 1.72 of conversion index. In the environmental variables, the concrete floor production system had the greatest impact on cleaning water consumption and the presence of flies, with a mean of 525 liters of water per animal / day and 228 flies trapped respectively. The deep bed system with the commercial balanced diet presented the greatest benefit / cost. These results demonstrate the efficiency of deep bed technology in pig farms.

Descripción:

URI:

INTRODUCCIÓN.

La porcicultura representa la principal actividad pecuaria y fuente de proteína animal a nivel mundial (1). En el Ecuador, la población directamente vinculada al sector porcícola, en granjas dedicadas a la producción industrial, es de alrededor de 24 mil personas, llegando a 50 mil la indirectamente beneficiada. En contraste, las personas involucradas en la tenencia y producción familiar se aproximan a los dos millones de individuos que se benefician de la producción de cerdos (2).

A pesar que en estos últimos años el Ecuador presenta un incremento notorio en la producción de la carne de cerdo no se ha logrado la exportación de este producto ya que no cumple con los permisos que los otros países exigen y su producción no alcanza a cubrir la demanda nacional (3); sin embargo, no solo se trata de producir grandes cantidades de animales para satisfacer la demanda alimenticia, considerando las características sanitarias y de producción, además se requiere respetar las leyes de bienestar animal durante todo el ciclo productivo (4).

El potencial del cerdo en relación a su alta productividad de carne y prolificidad, constituye un reto para el porcicultor en lo referente a sacar el mejor provecho de esta característica, ofreciendo un mayor rendimiento a su capital y oportunidades de desarrollo no solo para el sino para todo el sector agropecuario (5). La tecnología de cama profunda puede constituir una alternativa viable en la producción porcina a pequeña escala. Se define bajo el concepto de proveer al animal la habilidad de seleccionar y modificar su propio micro ambiente a través del material de la cama, y contribuye al incremento de la producción de carne de cerdo en países en desarrollo con un menor impacto ambiental (6).

La tecnología de cama profunda es económica pues permite reciclar instalaciones en desuso o construir instalaciones nuevas empleando materiales localmente disponibles. Genera un ahorro considerable de agua, y es además un sistema amigable con el medio ambiente por la baja emisión de residuos, la reducción considerable de malos olores y baja presencia de moscas. Con la utilización de esta tecnología las deyecciones animales sufren un compostaje in situ, se reducen los riesgos de contaminación y se obtiene una composta con potencialidades para ser aplicada en la agricultura como fertilizante orgánico (6).

Existe gran variedad de materiales que pueden servir de cama, de acuerdo con las propiedades de la materia prima a utilizar y con la región de influencia de la explotación, la cama puede utilizarse en tres ciclos de ceba de cerdos antes de ser sacada del módulo, con el fin de disminuir los costos de producción (7).

Si se combina la modalidad de alojamiento de cama profunda, con un sistema de alimentación alternativa mediante utilización de los recursos disponibles en el medio, como el matarratón (*Gliricidia sepium*), que es una especie de alto valor nutritivo (8), se podría obtener un sistema de producción sostenible desde el punto de vista productivo, ambiental y económico; sobre todo, para aquellos productores de pequeña y mediana escala (9).

El presente trabajo de investigación está enfocado a desarrollar eco-producciones porcinas, mediante la implementación de camas profundas de aserrín, con una alimentación alternativa, el objetivo es evaluar el efecto sobre los parámetros productivos, bienestar animal y contaminación ambiental de este tipo de tecnología, en cerdos mestizos Landrace x Pietraín en crecimiento, con relación al sistema convencional de piso de concreto.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problemas de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

Los sistemas productivos, principalmente las producciones porcinas convencionales sobre piso de concreto, tienen importantes connotaciones éticas, productivas, económicas y ambientales, que se refiere a los riesgos de contaminación ambiental por la emisión de residuales líquidos, provenientes del lavado de los corrales, que al no ser asimilada por la naturaleza, se comparte con el ambiente y la sociedad de manera poco benéfica y en perjuicio de la salud humana y del medio, por los efectos directos que ejerce sobre los recursos agua, suelo y aire (10,11).

Aún en la actualidad, se puede observar que muchos de los porcicultores no cuentan con un correcto tratado de los desechos sólidos y los residuales líquidos, y estos siguen siendo depositados a las fuentes cercanas de agua o barrancos, provocando la eutrofización de los ríos, siendo estos inadecuados para el consumo humano.

Por otra parte, se estima que los sistemas de producción convencional, generan elevados costos en infraestructura, mano de obra, alimentación; y consumo abundante de agua y energía eléctrica empleadas en la limpieza de las excretas, esto provocara una insostenibilidad productiva para los pequeños y medianos porcicultores, por su elevado costo de producción y baja ganancia económica.

Diagnóstico.

El diagnóstico estratégico que se llevó a cabo en la investigación, está basado en el análisis participativo del árbol de problemas (véase anexo 1), identificando el problema principal y organizando la información, generando modelos de relaciones causales que lo explica.

La ineficiencia del sistema de producción convencional está relacionada por la dependencia de casas comerciales, debido al uso abundante de balanceados comerciales e insumos; el cual asociado a un inapropiado manejo de excretas y una alta densidad animal, acumula gran cantidad de malos olores producto de los gases tóxicos que son emanados por la descomposición de la eses o encharcamiento de aguas residuales, provocando alta incidencia de estrés a los animales que se evidencia por un mal comportamiento de los mismos.

Estas causas tienen un efecto directo en el rendimiento productivo de una granja porcina, por su elevado costo de producción obtienen rendimientos económicos muy bajos, haciendo a este tipo de producción insostenible para los pequeños y medianos productores.

Por otra parte, causan un gran impacto ambiental y social, ya que al no poseer instalaciones adecuadas para el tratamiento de las excretas y aguas residuales, estas llegan a ser depositadas directamente en las fuentes de agua, causando eutrofización de los riachuelos, ríos, lagos, etc., las mismas que al ser consumida por el ser humano causa graves problemas de salud.

Pronóstico.

La producción porcina se verá drásticamente afectada y cuestionada, por la baja rentabilidad económica y alta contaminación ambiental del modelo de producción convencional.

1.1.2. Formulación del problema.

¿De qué manera se puede explotar de forma eficiente la porcicultura a pequeña escala, mejorando el bienestar y sanidad de los animales, sin causar graves impactos ambientales, con prácticas de bajo costo?

1.1.3. Sistematización del problema.

- ¿Se podrá mejorar los parámetros productivos mediante la implementación de un sistema alternativo de producción porcina?
- ¿Cuál es el grado de contaminación ambiental que produce un sistema alternativo de producción porcina?
- ¿Qué tan rentable es un sistema alternativo de producción porcina?

1.1.4. Objetivos.

1.1.4.1. Objetivo general.

Evaluar el comportamiento productivo de cerdos mestizos Landrace x Pietraín en crecimiento alojados en camas profundas de aserrín, con una alimentación alternativa.

1.1.4.2. Objetivos específicos.

- Determinar los parámetros productivos de cerdos mestizos Landrace x Pietraín en crecimiento alojados en camas profundas de aserrín, con una alimentación alternativa a base de harina de matarratón.
- Evaluar el grado de contaminación ambiental de cerdos mestizos Landrace x Pietraín en crecimiento alojados en camas profundas de aserrín.
- Realizar el análisis económico de las dietas alternativas en cerdos mestizos Landrace x Pietraín en crecimiento alojados en camas profundas de aserrín y piso de concreto.

1.2. Justificación.

En la producción porcina de pequeña escala, la mejora del bienestar de los animales tendrá un impacto directo en la productividad, la sanidad y el medio ambiente, por esta razón se vuelve indispensable la promoción de prácticas de bajo costo para mejorar el bienestar de los animales. El futuro desarrollo tecnológico de la producción animal, descansan sobre otros principios: el primero, la reivindicación de ética, como fundamento filosófico, del que se derivan tres aplicaciones: equidad, bienestar animal, calidad y seguridad de los alimentos (12).

Se justifica la presente investigación de analizar el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento alojados en camas profundas de aserrín, con una alimentación alternativa, como respuesta de los problemas anteriormente mencionados, con el propósito de fomentar un sistema de producción eficiente, de bajo costo y amigable con el medio ambiente, permitiendo que los pequeños y medianos poricultores renueven sus producciones, y mejoren sus ingresos económicos.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

Bienestar animal.

Designa “el modo en que un animal afronta las condiciones de su entorno, el cual está en buenas condiciones de bienestar si está sano, cómodo, bien alimentado, en seguridad, puede expresar sus formas innatas de comportamiento y si no padece sensaciones desagradables de dolor, miedo o desasosiego”. Dentro del BA se consideran los aspectos de sanidad para prevenir enfermedades y el uso de los productos veterinarios en los tratamientos, además del sacrificio humanitario compasivo cuando corresponda (13).

Camas profundas.

Este sistema consiste en la producción de cerdos en instalaciones donde el piso de concreto se sustituye por una cama de 50-60 cm de profundidad que puede estar constituida por heno, cascarilla de arroz o de café, hojas de maíz, bagazo de caña de azúcar, paja de trigo, paja de soya, una mezcla de varios de estos materiales bien deshidratados, entre otros (14).

Contaminación ambiental.

Se define como todo cambio indeseable en las características del aire, el agua, el suelo o los alimentos, que afecta nocivamente a la salud, la sobrevivencia o las actividades de los humanos u otros organismos vivos. La mayoría de los contaminantes son sustancias químicas sólidas, líquidas o gaseosas producidas como subproductos o desechos, cuando un recurso es extraído, procesado, transformado en productos y utilizado (15).

Medio ambiente.

Es el conjunto de componentes físicos, químicos, y biológicos que rodean al ser vivo y con los cuales mantienen sus relaciones, como la energía solar, el agua el suelo, etc. (16).

Porcicultura.

Es la crianza de los cerdos con fines industriales, conociendo todos los principios en los cuales se fundamenta la crianza. Esos fines industriales no excluyen que se realice solo para el ámbito familiar. Saber la técnica o provecho que se puede sacar del cerdo según las condiciones del clima, facilidades del transporte, disposición de herramientas de trabajo, demanda de los productos y mercado (17).

Relación beneficio/costo.

Es un híbrido de diversas técnicas de gerencia, finanzas, y los campos de las ciencias sociales. Presenta tanto los costos como los beneficios en unidades de medición estándar (usualmente monetarias), que permita comparar directamente. La idea básica del análisis B/C es que no importa que tan buena sea una solución al problema, o la alternativa, o propuesta, la pregunta es si el costo de la solución sobrepasa el costo del problema (18).

Sistema de producción.

Es un grupo de componentes que funcionan para lograr un propósito en común. Son capaces de reaccionar al ser estimulados por fuentes externas. El sistema no está afectado por sus propios productos y tiene límites específicos en base de todos los mecanismos de retroalimentación significativa, y son manejados por el hombre con técnicas de herramientas características para lograr un producto deseado (19).

Sostenibilidad.

Se denomina así, a un conjunto de procedimientos y prácticas orientadas al manejo exitoso de los recursos para la producción agroecológica, dirigida a satisfacer las necesidades humanas cambiantes, al mismo tiempo conservando los recursos naturales y aumentando la calidad del medio ambiente (20).

Aserrín de madera.

Este material es un residuo o desecho de las labores de la producción maderable. Tiene diferentes usos: en la carpintería se usa para fabricar tableros, en la higiene para facilitar la limpieza del derrame de líquidos en el suelo, se ha usado también como cama o lecho para animales y en los últimos años ha aumentado su uso para la fabricación de pellets destinados a la alimentación de calderas de biomasa (21).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Origen del cerdo.

La domesticación del cerdo tuvo lugar en china, unos 4.900 años antes de nuestra era. Por eso se cree que es uno de los primeros animales utilizados por el ser humano. Algunos pueblos consumían su carne, pero otros lo consideraban animal indeseable. En Europa la verdadera domesticación del cerdo se da alrededor de 4.500 años antes de Cristo. Posteriormente, en la edad media, las poblaciones de los cerdos domesticado podrían haberse dividido en tres grandes grupos (22).

Cerdos mediterráneos: derivado de *Sus mediterraneus* o jabalí del mediterráneo. Ancestro del cerdo ibérico, de origen africano el cual se extendió por el sur de Europa, animal de perfil subcóncavo con cabeza y cuerpo más cortó que él *Sus scrofa ferus* (23).

Cerdos nórdicos: derivados de *Sus scrofa ferus*, cerdo céltico o jabalí europeo. Cerdo salvaje de gran talla, perfil rectilíneo, extremidades largas, cuerpo aplanado y tronco recogido, originario del Norte de Europa a orillas del mar Báltico de donde se extendió por todo el continente (23).

Cerdos asiáticos: derivados de *Sus vitatus* o cerdo de corbata, más pequeño que los otros dos y de origen asiático (23).

2.2.1.1. Clasificación taxonómica.

Reino:	Animal
Tipo:	Cordados
Subtipo:	Vertebrados
Clase:	Mamíferos
Orden:	Ungulados (con pezuña)
Suborden:	Artiodáctilos
Familia:	Suidae
Subfamilia:	Suinos
Género:	Sus
Especie:	S. scrofa; S. vitatus; S. mediterraneus

Fuente: (22)

2.2.2. Producción porcina en Ecuador.

Hasta el año 2015 se registró un importante incremento en la producción nacional de carne de cerdo que equivale al 45% del período 2010 al 2015, esta producción nacional abastece alrededor del 95% del consumo interno. Se estima que el 60% de la producción proviene de alrededor de 1.700 granjas tecnificadas y semitecnificadas según el censo porcícola MAGAP 2010, y el 40% de producción familiar o de traspatio, donde participan alrededor de 90 mil propietarios de cerdos de acuerdo al registro de Agrocalidad de vacunación PPC del año 2015, contribuyendo alrededor del 2% del PIB Agropecuario y genera empleo directo e indirecto para alrededor de 100.000 personas que representan el 2,2% del PEA. Esto indica la importancia socio-económica de esta actividad productiva (24).

2.2.3. Principales razas de cerdo en Ecuador.

2.2.3.1. Criollo.

El cerdo criollo, es un animal producto de las mezclas de razas que se han adaptado a las condiciones deficientes de alimentación, con un manejo inadecuado de las condiciones higiénico-sanitarias, que dispone de pocas instalaciones tecnificadas y que no ha tenido selección genética. Es un animal de pelo enrulado o liso, oscuro, con poca carne y jamón, de un tipo muy rústico, es de poco peso y de baja conversión alimenticia (25).

2.2.3.2. Landrace.

Raza originaria de Dinamarca en el año 1870, mediante el cruzamiento de cerdas oriundas con verracos Large White importados de Inglaterra, seguida de una cuidadosa selección para obtener cerdos de alta producción (26). Se caracteriza esta raza, por su color totalmente blanca bien pigmentada, de gran longitud corporal, las orejas son muy grandes y caídas hacia delante, tapando prácticamente los ojos (27).

Las hembras son prolíferas y de buena habilidad materna, el macho llega a pesar 324,32 kilos y la hembra 270,27 kilos (27). Muy prolíficos, con un promedio de 12 lechones con muy buen peso al nacer. Muy versátil, ya que se utiliza como línea pura, materna o paterna (28).

2.2.3.3. Pietrain.

Raza originaria de Bélgica, por su abundante musculatura y poca grasa es una de las razas empleadas para producir líneas de madres destinadas a elaboración de cerdos

híbridos, seleccionada, sobre todo por la calidad de su canal. Los cerdos son de longitud corta, dorso ancho y espaldas musculadas (28). El color característico de la raza es blanco con manchas negras distribuidas de forma irregular por el cuerpo del animal. La cabeza es corta con frente medianamente ancha, orejas cortas dirigidas hacia delante y arriba, el vientre es paralelo a la línea del dorso, las extremidades son cortas y finas, las pezuñas son cerradas (29).

2.2.3.4. Large White.

Raza originaria del condado Yorkshire en el nordeste de Inglaterra. Goza fama internacional desde finales del siglo XIX (26). Esta raza es de color totalmente blanca y posee una pigmentación rosada. Son animales largos, la cara es de una longitud media, relativamente ancha y marcadamente cóncava, las orejas se mantienen rectas con una ligera inclinación hacia delante (27).

2.2.3.5. Duroc.

Es una raza que tiene su origen en Estados Unidos, encontrándose en la actualidad, ampliamente distribuida por todo el mundo, por su alto valor de crecimiento y calidad de la carne, por ser bastante magra y tener un alto grado de infiltración de grasa, excelente para la producción de jamón serrano (30). Esta raza presenta un prototipo racial que engloba animales de tamaño y longitud medios, pelo largo, color rojo ladrillo de la piel y orejas caídas de mediana longitud con las puntas hacia abajo sin que dificulten la visión. El tronco es de longitud media, profunda y arqueada. Extremidades largas, medianamente finas y derechas con pezuñas fuertes de color negro (29).

2.2.4. Sistemas de producción porcina.

El objetivo de la producción de cerdos es que el porcicultor logre de una manera eficiente y rentable satisfacer las necesidades humanas de una alimentación de alta calidad, añadiendo carne de cerdo sabrosa y con un alto valor nutritivo (27).

2.2.4.1. Sistema extensivo o tradicional.

El sistema extensivo consiste en integrar los cerdos de forma natural con el medio que lo rodea con una mínima exigencia técnica y de manejo, a diferencia del sistema intensivo (31). En este tipo de explotación las construcciones son rudimentarias, hay poca inversión de capital. Este es el sistema que ha sido adoptado por pequeños productores campesinos;

está basado en la alimentación con desperdicios, la forma de manejo de la explotación es bastante precaria, por lo general aquí abundan explotaciones con 2 a 5 cerdos y no hay ningún control sobre el comportamiento reproductivo de la piara y mucho menos de la producción (5).

2.2.4.2. Ventajas del sistema de producción extensivo.

Exige menor inversión en instalaciones, si se cuenta con buenas pasturas reduce el costo en la alimentación. En la alimentación pueden encontrarse diferentes variantes: La más difundida está basada en pasturas con suplementación de granos (32).

2.2.4.3. Desventajas del sistema de producción extensivo.

La desventaja de estos sistemas es que no son eficientes productivamente, tanto en la producción de pastos o alimentos, como en la productividad de los productos alimenticios que ofrecen, además que requieren de mayor cantidad de áreas de terreno para poderlos impulsar (33).

2.2.4.4. Sistema intensivo o convencional.

En este sistema se tiene al cerdo completamente estabulado, se le proporciona toda clase de comodidades a fin de garantizar las mejores condiciones ambientales a los animales (2). En esta explotación hace uso de técnicas avanzadas de producción, la alimentación es balanceada, los animales son de razas puras e híbridos y hay una inversión de capital que implica la presencia de instalaciones costosas. El animal que se beneficia en este tipo de explotación por lo general va orientado a los camales de las grandes ciudades o se procesa en las industrias cárnicas (27).

2.2.4.5. Ventajas del sistema de producción convencional.

Este tipo de explotación está destinada a obtener muy buena conversión de alimento en carne, bajo riesgo sanitario para los animales como para el hombre. Se obtiene excelente calidad de carne, altos índices reproductivos como productivos. Requiere de poca superficie destinada a la producción (32).

2.2.4.6. Desventaja del sistema de producción convencional.

Son sistemas que atentan contra el medio ambiente y son ecológicamente insostenibles, además de depender de insumos externos y alto consumo de energía, son altamente contaminantes y no viables para la pequeña y mediana producción (33).

2.2.4.7. Sistema alternativo o ecológico.

Esta nueva estrategia de producción de cerdos es fundamental, para iniciar un cambio en el paradigma, que hasta el momento se ha establecido, y dar pie a un nuevo esquema donde sea prioritaria la producción eficiente con pocas instalaciones, funcionales y económicas, que conlleven a esquemas más ecológicos donde se logre bajo impacto ambiental y adecuado bienestar animal, todo ello unido a la sustentabilidad del sistema, por lo que se plantea el uso de los galpones de cama profunda y máxima incorporación de materias primas que por sus requerimientos agroecológicos compitan en condiciones ventajosas con los cereales y la soya (34).

2.2.4.8. Ventajas del engorde de cerdos en camas profundas.

Este tipo de explotación presentando ventajas como: preservar el comportamiento natural del cerdo, requiere de menor costo de instalaciones, ya que no es utilizado piso de concreto, generar menos efectos contaminantes de fuentes de agua y de olores desagradables y no hay problemas de moscas debido a que el calor generado en la compostación de la cama no permite el desarrollo de las larvas (35).

2.2.4.9. Desventaja del engorde de cerdos en camas profundas.

Requiere de disponibilidad continua y costo de flete para conseguir el material de la cama. Tiene poca durabilidad las instalaciones de este tipo de explotación. A parte, requiere de gran cantidad de mano de obra o maquinaria para mover la cama y hay mayor incidencia de parásitos internos y externos en los cerdos (12).

2.2.5. Características del aserrín.

Es un material de desecho que se produce como resultado de los diferentes procesos por los que pasa la madera y se presenta en dos tipos de grano, fino y grueso, resultados obtenidos dependiendo del tipo de mecanizado y las sierras (36). En camas profundas para cerdos la aspiración de este material puede producir Pneumoconiosis, una lesión pulmonar producida por la aspiración de micropartículas (37).

2.2.6. Manejo de la porcicultura.

El manejo general de granjas porcinas comerciales se basa en la planificación de actividades, que es especialmente importante para gestionar técnicamente la granja. El primer objetivo de la planificación es establecer un flujo constante de animales, lo más

homogéneo posible, con objeto de poder realizar una óptima gestión de los medios de producción (instalaciones, mano de obra) (38).

2.2.6.1. Alojamiento.

La elección del tipo de instalación requiere equilibrar la inversión de capital, los requisitos de trabajo y la habilidad para administrar. Cualquiera que sea el tipo de instalación que se escoja, la consideración más importante para el productor debe ser el bienestar de los animales y de los trabajadores. La clave del buen cuidado de los cerdos se encuentra más bien en la habilidad del productor para manejar las instalaciones que en el tipo de instalación que se proporcione (39).

Los galpones de engorde deberán ser muy bien ventilados, con una altura adecuada de los techos, excelentes comederos para que tengan acceso al alimento en todo momento así como acceso permanente al agua fresca para bebida. En esta área, se hace la mayor inversión en alimento y es donde el inventario de cerdos es más alto que en las otras áreas de la granja. Se recomienda utilizar densidades no menores a 1 m² por cerdo y máximo de 2,5 m² para un mayor confort animal. En los corrales se debe alojar un mínimo de 15 cerdos y un máximo de 20 para optimizar espacio, comederos y bebederos (40).

2.2.6.2. Alimentación.

El período que comprende el desarrollo y el engorde del cerdo es una de las etapas más importantes de la vida productiva del animal, pues aquí se consume entre el 75 y el 80% del total del alimento necesario en su vida productiva. Siendo este rubro el principal costo de producción, la utilización eficiente del alimento repercutirá en la rentabilidad de la operación porcina (41).

El período de desarrollo y engorde empieza cuando los cerdos tienen un sistema digestivo capaz de utilizar dietas simples. Sin embargo, es importante considerar que en la etapa de crecimiento es donde existe una mayor síntesis de tejido magro y en la de finalización donde prevalece la deposición de grasa, por lo que las dietas deben estar bien balanceadas para obtener una conversión de alimento eficiente (41).

Tabla 1. *Consumo de alimento de cerdos en crecimiento.*

EDAD SEMANA	CONSUMO		
	Diario kg	Semanal kg	Acumulado kg
5	0,38	2,70	2,70
6	0,52	3,68	6,38
7	0,74	5,20	8,88
8	0,83	5,80	11,00
9	1,00	7,00	12,80
10	1,11	7,80	14,80

Fuente: (42)

2.2.6.3. Requerimiento nutricional.

En la formulación de las dietas se deben considerar los objetivos de la explotación, como son, canales de calidad con más del 55% de magrez, mejorar la eficiencia para que disminuya la conversión alimenticia ($< 2,8$) y que aumenten 750 g de ganancia diaria de peso (GDP). Las necesidades nutritivas en cuanto a energía (EM) y proteína (aminoácidos digeribles que eviten el exceso de nitrógeno) van a determinarse de acuerdo al nivel y naturaleza de las reservas del animal (43).

Tabla 2. *Requerimiento nutricional de cerdos en crecimiento.*

Nutrientes	Crecimiento			
	3 – 5 kg	5 – 10 kg	10 – 20 kg	20 – 50 kg
Energía Neta (kcal)	2448	2448	2412	2475
Energía Digestible (kcal)	3542	3542	3490	3402
Energía Metabolizable (Kcal)	3400	3400	3350	3300
Proteína Cruda	26	23.7	20.9	18
Calcio	0.9	0.8	0.7	0.6
Fosforo Total	0.7	0.65	0.6	0.5
Fosforo Disponible	0.55	0.4	0.32	0.23
Arginina	0.59	0.54	0.46	0.37
Histidina	0.48	0.43	0.36	0.3
Isoleucina	0.83	0.73	0.63	0.51
Leucina	1.5	1.32	1.12	0.9
Lisina	1.5	1.35	1.15	0.95
Metionina + Cistina	0.86	0.76	0.65	0.54
Fenilalanina + Tirosina	1.41	1.25	1.06	0.87
Treonina	0.98	0.86	0.74	0.61
Triptófano	0.27	0.24	0.21	0.17
Valina	1.04	0.92	0.79	0.64

Fuente: (44)

2.2.6.4. Alimentación alternativa.

La producción porcina a pequeña escala, basada en alimentos comerciales no ha tenido un desarrollo importante y progresivo. Esto es debido a que los concentrados comerciales representan el 70% de los costos de su producción, es por eso que se busca hacer remplazos de concentrados comerciales por alternativas alimenticias. Dando esto una oportunidad para los pequeños productores porcicultores, que la producción de este tipo de animales sea rentable (45).

2.2.7. Matarratón (*Gliricidia sepium*).

El matarratón es una leguminosa arbórea, perenne, caducifolia, que posee raíces profundas crece de 10 a 15 metros de altura y 40 cm de diámetro. Los tallos pueden diferir en arboles adultos y plantas jóvenes siendo en los primeros de corteza un poco fisurada de color gris verdoso a pardo verdoso y los últimos liso de color gris verdoso; el tallo cuando es adulto generalmente es torcido, de color café verdoso, resquebrajado, con ramas inicialmente erectas y luego de algunos meses de crecimiento se disponen en ángulos de 45 grados tratando de desarrollarse en forma horizontal (46).

2.2.7.1. Clasificación taxonómica.

Reino: Plantae

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabácea

Género: *Gliricidia*

Especie: *G. sepium*

Nombre Común: Madre del cacao, Madre cacao, Matarratón criollo, Matarratón de Castilla, Piñón florido (47).

2.2.7.2. Origen.

El Matarratón (*Gliricidia sepium*) es una leguminosa arbórea, perenne, nativa desde México hasta la parte norte de América del Sur, encontrándose ampliamente distribuido en las regiones tropicales del mundo, con multiplicidad de usos. Se ha difundido en las áreas tropicales de América, África, Asia y Australia, naturalizándose en lugares húmedos y secos (48).

2.2.7.3. Contenido nutricional.

El matarratón contiene nitratos, nitritos y glucósidos cianogénicos precursores del ácido cianhídrico que inhiben la citocromo-oxidasa y provocan la muerte por anoxia histotóxica, a la cual los monogástricos son más sensibles que los rumiantes. El matarratón contiene un alto contenido de proteína bruta, con valores que van desde 18,8 hasta 27,6% en las hojas, de fibra 45%, calcio 1,7% y niveles bajos de fósforos en 0,2%, con un 65% digestibilidad (49).

2.2.7.4. Nutrientes que reemplaza el matarratón (*Gliricidia sepium*).

Tabla 3. Déficit y super avit. de dietas al incluir un porcentaje de harina de matarratón.

Nutrientes	Balanceado comercial	Matarratón	Balanceado comercial + 25% Harina de matarratón		Balanceado comercial + 25% Harina de matarratón	
			Déficit	Súper Avit.	Déficit	Súper Avit.
Proteína %	18	24,45	---	4,30	---	4,20
Fibra %	4	25,27	---	14,10	---	5,78

2.2.8. Manejo sanitario del cerdo.

El manejo sanitario debe proveer el control de las enfermedades mediante un conjunto de medidas que se relacionan íntimamente y que son todas igualmente indispensables, como son: la alimentación, que juega un papel decisivo en la sanidad; medidas de higiene (limpieza y desinfección de instalaciones, prohibición de visitas, ausencia de animales domésticos y silvestres en contacto con los cerdos, remoción diaria de estiércol, uso de bandejas con desinfectantes en todos los accesos a las instalaciones); plan de vacunaciones y control parasitario, y además un comportamiento tranquilo y amable del personal (2).

2.2.8.1. Vacunación.

La vacunación es una técnica de medicina preventiva cuyo objetivo consiste en procurar resistencia inmune frente a un organismo infeccioso específico. Todos los cerdos deben estar protegidos contra las enfermedades mediante un programa de vacunación rutinario que se diseña en función de las enfermedades de la granja y la zona, y bajo la asesoría de un médico veterinario, como parte de las buenas prácticas de producción. Es importante tener en cuenta que la vacunación por sí sola no confiere la protección total de los cerdos. Por lo tanto, no deben descuidarse los demás aspectos de la prevención ya que todos, en conjunto, intervienen en la reducción del riesgo a enfermedades (50).

2.3. Trabajos previos a la cría de cerdos alojados en camas profundas.

La investigación del sistema de cama profunda en la producción porcina a pequeña escala, demostró que hubo diferencias significativas en el consumo y la conversión alimentaria ($P < 0,05$), siendo cama profunda quien presentó el menor consumo de alimento diario (2,53 kg/animal) y la mejor conversión de alimento (3,42 kg/kg), en comparación al piso de concreto (14).

En la evaluación del bienestar animal en porcinos de levante y ceba en dos explotaciones (cama profunda y piso de concreto) en Cundinamarca, afirma que los ambientes de los sistemas de producción, influyen en el comportamiento de los animales, pero no afecta significativamente el peso ni la ganancia media diaria, por otra lado, las diferencias identificadas en el peso, es decir, ganancia media diaria, se puede atribuir a la alimentación, lo cual se ve reflejado en la diferencia de días (35).

En la evaluación de parámetros técnicos de ganancia de peso diaria y conversión alimenticia en la utilización de cascarilla de arroz como cama profunda comparada con una cama testigo convencional en cemento, en la etapa de ceba de cerdos, no encontraron diferencias significativas en las variables evaluadas bajo un ($P \geq 0,05$), no obstante mencionan que los tratamientos con viruta de madera presentaron la mejor ganancia de peso promedio de 0,763 kg/animal/día (51).

Al evaluar el comportamiento productivo de cerdos nacidos y terminados en cuatro modalidades distintas de alojamiento, se observó una mejor respuesta en los cerdos alojados en galpones con piso sólido, para las variables: peso medio a matadero (105,58 kg) y ganancia diaria de peso (0,809 kg/d) en comparación a los otros dos tipos de

alojamientos, donde no hubo diferencia para el peso medio a matadero; mientras que la mortalidad fue mayor en los galpones con piso de rejilla (3,86), en relación a piso sólido y cama profunda. Por otra parte, la conversión de alimento resultó mejor (2,47 kg/kg) en las estructuras con piso de rejilla que las otras dos estructuras.

En la investigación del efecto de la alimentación con recursos alternativos sobre la cría de cerdos en cama profunda, se obtuvo un efecto marcado de las dietas ($P < 0,01$) sobre las variables ganancia de peso y consumo total en las dos etapas. Así se obtuvo que los cerdos alimentados con 50% de raíz de batata (*Ipomeas batatas*), presentaron valores similares en todas las variables evaluadas en comparación a la dieta convencional. En el tratamiento con raíz de batata + harina de follaje de morera y raíz de batata + harina de follaje de nacedero, se observaron diferencias en las variables productivas ganancia de peso y conversión alimenticia a favor de las dietas convencional y 50% de raíz de batata.

Al evaluar el uso de camas profundas en los sistemas de engorde de cerdo en el sector campesino de Cuba. Se demostró diferencias significativas en el consumo y la conversión alimentaria ($P < 0,05$), entre los cerdos alojados en cama de heno, cama de bagazo y heno, y piso de concreto: 2,53; 2,50; 2,74; 3,42; 3,38 y 3,60 respectivamente. Se ahorraron 360 m³ de agua. Se concluye, que la tecnología de cama profunda es una alternativa que satisface las demandas actuales de los productores porcinos provenientes del sector campesino en Cuba (52).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La investigación se llevó a cabo en la Finca “San Antonio” predios de la familia Buste Zambrano, ubicada en el km 11 de la vía Quevedo–Valencia. Recinto Ana María 1, cantón Valencia, provincia de Los Ríos. Se ubica en las coordenadas geográficas 0° 57' 9'' de Latitud Sur y 79° 20' 54'' de Longitud Oeste, en un relieve de 60 msnm, con una temperatura que varía entre los 18 y 26 °C.

3.1.1. Características agro-climatológicas del lugar experimental.

Características agroclimáticas que presenta el Cantón Valencia, Provincia de Los Ríos.

Tabla 4. *Condiciones agro-climáticas del Cantón Valencia.*

Parámetros	Promedio
Temperatura:	26 °C
Humedad relativa:	85 %
Precipitación, anual:	2.000 - 2.500 mm
Altitud:	60 msnm
Zona ecológica:	bh – T
Topografía:	Ligeramente Ondulada

Fuente: GAD. Municipal del Cantón Valencia, 2017

3.2. Tipo de investigación.

La presente investigación fue de tipo experimental, donde se evaluaron parámetros productivos, económicos y ambientales de cerdos en crecimiento alojados en camas profundas de aserrín, basado en una alimentación alternativa.

La investigación contribuyó al desarrollo de sistemas de producción alternativo que promueva el uso eficiente de recursos disponibles en la zona, siendo amigable con el ambiente.

La presente investigación es concerniente para futuros trabajos que investigaran de una forma más profunda en el uso de nuevos métodos alternativos de producción y alimentación de cerdos.

3.3. Métodos de la investigación.

El método que se empleo es de tipo experimental, se evaluaron dos tipos de alojamiento; la cama profunda de aserrín y piso de concreto, con distintos niveles de incorporación de

Gliricida sepium en la dieta alimenticia, sobre los parámetros productivos (Consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia), parámetros ambientales (temperatura, consumo de agua de limpieza y presencia de moscas). Se realizó el análisis económico de los tratamientos.

3.4. Fuente de recopilación de información.

La información cuantitativa de las variables de respuesta de la medición diaria del efecto de los tratamientos (fuentes primarias de información), los resultados obtenidos se compararon con datos existentes en literaturas (fuentes secundarias de información), como tesis, revistas indexadas y evidencia científica comprobable y documentada.

3.5. Diseño de la investigación.

En la investigación se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial x 2 (tipos de alojamiento) x 3 (niveles de alimentación), tal como se observa en la tabla 4.

Tabla 5. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Factor		R	U.E.	Total. U.E.
	Alojamiento (A)	Alimentación (B)			
1	CP	BC	3	2	6
2	PC	BC	3	2	6
3	CP	HM25% + BC75%	3	2	6
4	PC	HM25% + BC75%	3	2	6
5	CP	HM30% + BC70%	3	2	6
6	PC	HM30% + BC70%	3	2	6
Total					36

*R= Repetición.

*BC= Balanceado comercial

*UE= Unidad experimental.

*HM= Harina de matarratón

*CP= Cama profunda

*PC= Piso concreto

El esquema del análisis de varianza se observa en la tabla IV.

Tabla 6. Análisis de Varianza ANDEVA.

Fuente de Variación	Fórmula	Grados de Libertad
Tratamiento	t-1	5
Factor A	a -1	1
Factor B	b -1	2
Interacción	(a-1)(b-1)	2
Error experimental		12
Total		17

3.6. Instrumentos de investigación.

Entre los instrumentos que se evaluó para resolver la formulación y sistematización del problema, se analizó el efecto diario de las variables, mediante el uso de registros para luego esta ser plasmadas en los resultados.

3.6.1. Variables productivas.

3.6.1.1. Consumo de alimento (kg).

El consumo de alimento se valoró diariamente, el cual se determinó mediante la diferencia entre el alimento suministrado y el residuo, para luego este resultado ser sumado durante 7 días, con el fin de considerar el consumo semanal. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$CA = SA - R$$

Dónde:

- CA: Consumo de alimento.
- SA: Suministro de alimento.
- R: Residuo.

3.6.1.2. Ganancia de peso (kg).

Se consideró un peso inicial de los animales y se registró pesos semanales durante toda la fase de la investigación. La ganancia de peso se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$GP = PF - PI$$

Dónde:

- GP: Ganancia de peso.
- PF: Peso final.
- PI: Peso inicial.

3.6.1.3. Conversión alimenticia.

Se estimó al final del experimento. Para el cálculo se relacionó el consumo de alimento y la ganancia de peso semanal, mediante la siguiente fórmula:

$$CVA = CAS / GPS.$$

Dónde:

- CVA: Conversión alimenticia.
- CAS: Consumo de alimento semanal.
- GPS: Ganancia de peso semanal.

3.6.2. Análisis económico (USD).

a. Ingreso total (USD).

Para el ingreso total se consideró un valor por kg de peso vivo, el mismo que fue multiplicado por el total de kg de peso obtenido de los animales. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$TI = P \text{ kg} \times T \text{ kg}$$

Dónde:

- TI = Total de ingreso.
- P kg = Precio por kilogramo.
- T kg = Total de kilogramos.

b. Total de costo fijo (USD).

Se consideró costo fijo al valor de las depreciaciones del galpón y equipos. Para obtener el total de costo fijo se aplicó la siguiente fórmula:

$$TCF = \Sigma CF$$

Dónde:

- TCF = Total de costo fijo.
- ΣCF = Suma de los costos fijos.

c. Total de costo variable (USD).

Se consideró costo variable a los valores que varían proporcionalmente con el volumen de actividad. Para obtener el total de costo variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$TCV = \Sigma CV$$

Dónde:

TCV = Total de costo variable.

ΣCV = Suma de los costos variable.

d. Total de costos (USD).

El total de costos se obtuvo de la suma de los costos fijos y variables, mediante la siguiente fórmula:

$$TC = \Sigma CF + \Sigma CV$$

Dónde:

- TC = Total de costos.
- ΣCF = Sumatoria de costo fijo.
- ΣCV = Sumatoria de costo variable.

e. Beneficio neto (USD).

El beneficio neto se calculó mediante la diferencia entre el total de ingresos y el total de costos, mediante la siguiente fórmula:

$$BN = TI - TC$$

Dónde:

- BN = Beneficio neto.
- TI = Total de ingresos.
- TC = Total de costos.

f. Rentabilidad (%).

La rentabilidad se estimó en base al beneficio neto dividido para el total de costos. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$R\% = (BN / TC) * 100$$

Dónde:

- R% = Porcentaje de rentabilidad.
- BN = Beneficio neto.
- TC = Total de costos.

g. Relación beneficio/costo (USD).

Para el cálculo se relacionó el beneficio neto y el costo de producción de cada uno de los tratamientos, mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{R.B/C = BN / TC.}$$

Dónde:

- R.B/C = Relación beneficio/costo.
- BN = Beneficio neto.
- CT = Total costo.

3.6.3. Variables ambientales.

3.6.3.1. Temperatura (°C).

Esta variable se cuantificó diariamente en tres horarios, con lecturas de un termómetro digital, con el propósito de obtener una temperatura promedio diario, las mismas que posteriormente fueron promediadas durante el tiempo que se desarrolló la investigación (42 días).

3.6.3.2. Consumo de agua.

3.6.3.2.1. Consumo de agua del bebedero (l).

Para esta variable se tomó una lectura inicial del medidor de agua, y luego se registró lecturas semanales durante el tiempo de la investigación. El consumo de agua se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{VS: VF - VI}$$

Dónde:

VS= Volumen semanal.

VI= Volumen inicial.

VF= Volumen final.

3.6.3.2.2. Consumo de agua de limpieza (l).

Se analizó el consumo de agua una vez a la semana, posteriormente dichos valores fueron sumados al final de la investigación. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen total} = \text{Volumen de agua por minuto} \times \text{Tiempo de limpieza.}$$

3.6.3.3. Presencia de moscas (#).

Se cuantificaran semanalmente, mediante la captura por trampas colocadas estratégicamente en los galpones.

3.6.4. Procedimiento experimental.**3.6.4.1. Preparación de la harina de matarratón (*Gliricidia sepium*).**

Se inició con la cosecha de forraje de matarratón (durante cinco semanas), posteriormente se dio un proceso pos cosecha que consiste en saneamiento (retiro de materiales extraños) y secado al sol (durante dos días), para posterior a esto moler con un molino a matillo (MMC-1), convirtiéndole en harina, para luego ser incorporado al balanceado según los niveles establecidos en la investigación. Una vez establecidas las dietas se tomó muestras de 500 g para ser enviadas al laboratorio de Bromatología en la Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo, para así conocer su contenido nutritivo.

3.6.4.2. Preparación del galpón de cama profunda.

Se preparó un área de 39,15 m², en la cual se realizó nueve cuartiles de 4,35 m², con madera semidura (Moral), en cada cuartil se colocó un volumen de 2,61 m³ de aserrín. Previo a la incorporación de la cama se desinfecto el piso y las paredes mediante la técnica de flameada, posterior a esto se aplicó cal viva en el piso a razón de 1 kg por cada 2 m². La cama se colocó en dos capas de 30 cm de profundidad, en cada capa se aplicó BIORBOSS (Cipermetrina) a dosis de 1 ml/l de agua, a más de esto se realizó una desinfección general del galpón con creolina al 10% a razón de 2 ml/l de agua.

3.6.4.3. Preparación del galpón de piso concreto.

Se preparó un área de 39,15 m², en la cual se realizó 9 cuartiles de 4,35 m², para las divisiones se utilizó madera semidura (Moral). Se realizó la desinfección del piso y las paredes del galpón mediante la técnica de flameada, posterior a esto se encaló las paredes a dosis de 1 kg de cal por cada 5 l de agua, a más de esto se realizó una desinfección general del galpón con creolina al 10% a razón de 2 ml/l de agua.

3.6.4.4. Equipos que disponen los galpones.

Los galpones constan de los siguientes equipos:

- **Tanque elevado.**

Se utilizaron dos tanques elevado marca Plastigama, con capacidad de 250 l para piso de concreto y 500 l para cama profunda, los cuales fueron destinados para distribuir el agua de bebida, en cada galpón respectivamente.

- **Medidor de agua.**

A demás constan con medidores de agua (ASM), instalado al tanque elevado que fue destinado para registrar el consumo de agua de bebida de cada tipo de alojamiento.

- **Bebedero.**

Se utilizó nueve bebederos de bronce tipo chupón en cada tipo de alojamiento.

- **Comedero.**

Se construyó nueve comederos artesanales de madera semidura (Moral) tipo tolva, con dos compartimientos para cada tipo de alojamiento.

3.6.4.5. Animales.

Se utilizaron 36 animales mestizos (Landrace x Pietrain) con edad promedio de 35 días, distribuidos al azar en los dos tipos de alojamiento. Los cuales se mantuvieron 5 días de adaptación para ingresar al experimento.

3.6.4.6. Manejo sanitario.

En la primera semana del experimento, se aplicó Alfatrín a dosis 1 ml/animal vía intramuscular para controlar infecciones y Complejo B a dosis 1,5 ml/animal vía

intramuscular para estimular el sistema inmunitario, durante dos días seguidos. Dosis recomendadas por el médico veterinario de la casa comercial.

En la tercera semana del experimento se aplicó Ivermít, a dosis de 1,5 ml/animal vía subcutánea, para prevenir y controlar paracitos interno y externo. Dosis recomendadas por el médico veterinario de la casa comercial.

En la quinta semana se aplicó una vacuna cerdovirac de virus vivo, sepa China a dosis de 2 ml/animal, para prevenir la peste porcina clásica. Dosis recomendadas por el médico veterinario de la casa comercial.

3.6.4.7. Dieta.

Se suministró las siguientes dietas:

Dieta 1. Balanceado comercial de crecimiento.

Dieta 2. 25% Harina de marratón + 75% Balanceado comercial de crecimiento.

Dieta 3. 30% Harina de marratón + 70% Balanceado comercial de crecimiento.

3.6.4.8. Toma de datos.

Para obtener los datos del consumo de alimento, se registró el peso del alimento suministrado y el residuo (diario a las 07h00 en adelante) con una balanza digital Camry EK5055. En cuanto a la ganancia de peso, se registró un peso inicial y posteriormente semanal (a partir de las 07h30), con una balanza digital TCS (Electromic Price Platarform). La conversión alimenticia se registró al final del experimento mediante los datos obtenidos de consumo de alimento y ganancia de peso.

Para contabilizar el número de moscas presentes en los tipos de alojamiento se utilizó trampas para moscas sin insecticida, en estas se contabilizo el número de moscas atrapadas (semanal a las 16h30). Por otra parte, para registrar la temperatura (en tres horarios 09h00; 12h30; 16h00), se realizó lecturas con un termómetro digital Thermo meter, Modelo-TA318. En cuanto al consumo de agua de limpieza se registró en base a una fórmula ya descrita en esta metodología, y por último el consumo de agua del bebedero se realizó en base a lecturas semanales de un medidor de agua ASM.

3.7. Tratamiento de datos.

El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza (ANDEVA) y los promedios fueron comparados mediante la prueba de Tukey ($P < 0,05$), con la utilización de un paquete estadístico de software libre (53). Cuadros, figuras y el procesamiento de los datos se realizará en hojas de cálculo de EXCEL del paquete Office de Microsoft.

3.8. Recursos humanos y materiales.

Talento humano que contribuyó al desarrollo de la investigación es el que a continuación se nombra:

- Director del proyecto de investigación Ing. Zoot. M.Sc. Bolibar Montenegro.
- Estudiante y autor del Proyecto de Investigación Danny Sigcha ortega.

Para la investigación se utilizaran los siguientes materiales.

- Galpón de piso concreto
- Galpón de cama profunda
- 36 cerdos mestizos Landrace x Pietrain
- Aserrín
- Tanques de cisterna Plastigama
- Medidores de agua ASM
- Tubos de agua de ½ pulgada
- 18 chupones
- 18 comederos
- *Gliricidia sepium*
- Balanceado comercial
- Balanza digital Camry EK5055
- Balanza digital TCS (Electronic Price Plataform Scale)
- Motosierra STIHL (MS387)
- Taladro
- Moledora MMC-1
- Termómetro digital Thermo meter, Modelo-TA318
- Martillo
- Serrucho

- Clavos
- Balde
- Pala
- Sacos
- Cuaderno de campo
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Lápiz y borrador
- Caja de primeros auxilios
- Hojas A4
- Computadora
- Cal viva
- Biorboss
- Creolina
- Botiquín de primeros auxilio
- ALFATRIM 24% de 100 ml
- Ivermic de 100 ml
- Complejo B de 100 ml
- Cerdovirac cuatro frascos de 10 dosis

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1.1. Consumo de alimento (kg).

4.1.1.1. Efecto simple del factor A.

Al analizar el consumo de alimento, en los tipos de alojamiento cama profunda y piso de concreto se encontró significancia al ($P>0,05$), con excepción en la semana 6 que no fue significativo. En la tabla 7, se demuestra que cama profunda (CP) fue superior en el consumo de alimento en todas las semanas que duró la investigación, con promedio diario de 0,63 kg/animal.

4.1.1.2. Efecto simple del factor B.

En cuanto al consumo de alimento, según las dietas, balanceado comercial (BC); 25 % harina de matarratón (HM) + 75% balanceado comercial; y 30% harina de matarratón + 70% balanceado comercial, se encontró significancia al ($P>0,01$). Así, se demuestra en la tabla 7, que con la dieta convencional se obtiene un mayor consumo de alimento, con una media diaria de 0,72 kg/animal, siendo este estadísticamente diferente según Tukey ($p>0,05$) para las dietas balanceado + harina de matarratón al 75 + 25 % y 70 + 30 %.

4.1.1.3. Efecto simple de la interacción entre factores (AxB).

No se encontró interacción entre los factores. Véase anexo 6.

Tabla 7. Promedio y significancia estadística para el consumo de alimento (kg) semanal, total y diario en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas x niveles de inclusión de harina de matarratón.

CONSUMO DE ALIMENTO EN Kg								
FACTOR A	SEMANAS						TOTAL	DÍA
	1	2	3	4	5	6		
Cama Profunda	2,12a*	2,95a	4,14a	4,81a	5,90a	6,52a	26,44a	0,63
Piso Concreto	2,02 b	2,67 b	3,81 b	4,38 b	5,44 b	6,18a	24,48 b	0,58
FACTOR B								
BC	2,49a	3,34a	4,69a	5,52a	6,80a	7,32a	30,16a	0,72
BC75%+HM25%	1,88 b	2,59 b	3,68 b	4,16 b	5,12 b	5,90 b	23,23 b	0,55
BC70%+HM30%	1,84 b	2,51 b	3,55 b	4,10 b	5,09 b	5,83 b	23,01 b	0,55
CV%	3,12	7,73	4,65	4,25	4,07	5,78	3,95	

*Medidas con las mismas letras en la columna no presentan diferencias significativas (Tukey, $p>0,05$).

Estos datos obtenidos en el consumo de alimento difieren con los resultados obtenidos por Sulbaran, *et/al* (54), quienes evaluaron el comportamiento productivo de cerdos nacido y terminados en cuatro modalidades distintas de alojamiento donde se encontró diferencias para ($P>0,05$), siendo cama profunda quien presentó el menor valor promedio del consumo diario de 1,59 kg/animal en comparación con los corrales de piso de concreto. Así mismo Cruz, *et/al* (14), quienes evaluaron el sistema de cama profunda a pequeña escala, encontró diferencias significativas para ($P>0,05$), siendo el sistema de cama profunda quien presento el menor valor de consumo diario por animal de 2,53 kg.

Por otra parte en dietas alimenticias, según Tepper, *et/al* (9) quien analizó el efecto de la alimentación con recursos alternativos sobre la cría de cerdos en cama profunda, demuestra que a medida que se aumenta la incorporación harina de follajes en las dietas alimenticias, los animales disminuyen el consumo notablemente por ser recursos con altos contenidos de fibra, esto concuerda con los datos anteriormente expuestos en esta investigación.

4.1.2. Ganancia de peso (kg).

4.1.2.1. Efecto simple del factor A.

Con relación a la variable ganancia de peso, en los tipos de alojamiento cama profunda y piso de concreto se encontró significancia al ($P>0,05$) en las semanas 5 y 6. En la tabla 8, se demuestra que el tipo de alojamiento de cama profunda presentó el mayor promedio semanal, siendo estadísticamente diferente para el sistema de piso de concreto según Tukey ($P>0,05$) con una media diaria de 0,36 kg/animal.

4.1.2.2. Efecto simple del factor B.

En cuanto a la ganancia de peso, según las dietas, balanceado comercial (BC); 25 % harina de matarratón (HM) + 75% balanceado comercial; y 30% harina de matarratón + 70% balanceado comercial, se encontró significancia al ($P>0,01$). Por lo tanto en la tabla 8, se demuestra que la dieta de balanceado comercial obtuvo el mayor promedio semanal y con una media diaria de 0,42 kg de ganancia de peso por animal.

4.1.2.3. Efecto simple de la interacción entre factores (AxB).

No se encontró interacción entre factores. Véase anexo 7.

Tabla 8. Promedio y significancia estadística para la ganancia de peso (kg) semanal, total y diario en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas x niveles de inclusión de harina de matarratón.

GANANCIA DE PESO (kg)								
FACTOR A	SEMANAS						TOTAL	DÍA
	1	2	3	4	5	6		
Cama Profunda	1,11a	1,93a	2,47a	2,44a	3,34a	3,81a	15,10a	0,36
Piso Concreto	1,20a	1,71a	2,40a	2,22a	3,13 b	3,04 b	13,70 b	0,33
FACTOR B								
BC	1,63a	2,18a	2,90a	2,90a	3,90a	4,02a	17,53a	0,42
BC75%+HM25%	0,96 b	1,66 b	2,29 b	2,19 b	3,11 b	3,06 b	13,27 b	0,32
BC70%+HM30%	0,88 b	1,62 b	2,11 b	1,89 b	2,70 c	3,20 b	12,40 b	0,30
CV (%)	14,37	17,27	10,46	12,51	4,72	13,92	5,43	

* Medidas con las mismas letras en la columna no presentan diferencias significativas (Tukey, $p > 0.05$).

Estos resultados difieren con los datos presentado por Vilorio, *et al* (55), quienes compararon tres tipos de estructura física de corral para cerdos en la fase de finalización en granjas comerciales, donde cama profunda presentó menor GP (0,81 kg/d) en comparación del piso de concreto. Resultados semejantes son presentado por Cruz, *et al* (52) quienes evaluaron el uso de camas profundas en los sistemas de engorde de cerdos en el sector campesino de Cuba, donde cama profunda registró una GP diaria de 0,74 kg, siendo este numéricamente inferior en comparación al piso de concreto.

Por otra parte Morales (35), quien evaluó el bienestar animal en porcinos de levante y ceba en cama profunda y corral convencional, afirma que las diferencias de ganancia de peso diaria se pueden atribuir a la alimentación, sin embargo hace referencia que en el ambiente de cama profunda se obtiene mayor GP que en el corral convencional.

4.1.3. Índice de conversión alimenticia.

4.1.3.1. Efecto simple del factor A.

Con respecto al índice de conversión alimenticia, en los tipos de alojamiento cama profunda y piso de concreto se encontró significancia al ($P > 0,05$) en la semana 6. En la tabla 9, se refleja que cama profunda presento el mejor índice de conversión total de 1,76, a diferencia de piso de concreto que presentó un índice total de 1,80.

4.1.3.2. Efecto simple del factor B.

En cuanto al índice de conversión, según las dietas, balanceado comercial (BC); 25 % harina de matarratón (HM) + 75% balanceado comercial; y 30% harina de matarratón + 70% balanceado comercial, se encontró significancia al ($P>0,05$) en las semanas 1; 5 y en el promedio total. Siendo la dieta de balanceado comercial quien presentó el mejor índice de conversión total con una media de 1,72, diferenciándose estadísticamente según Tukey ($P>0,05$) de la dieta 30% harina de matarratón + 70% balanceado comercial quien obtuvo un índice de 1,86, tal como se observa en la tabla 9.

4.1.3.3. Efecto simple da la interacción entre factores (AxB).

No se encontró interacción entre factores. Véase anexo 8.

Tabla 9. Promedio y significancia estadística para el índice de conversión semanal, total y diario en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas x niveles de inclusión de harina de matarratón.

CONVERSIÓN ALIMENTICIA							
FACTOR A	SEMANAS						TOTAL
	1	2	3	4	5	6	
Cama Profunda	2,03 a*	1,55 a	1,69 a	2,02 a	1,79 a	1,72 b	1,76 a
Piso Concreto	1,77 a	1,62 a	1,60 a	1,99 a	1,74 a	2,09 a	1,80 a
FACTOR B							
BC	2,14 b	1,56 a	1,62 a	1,93 a	1,75 ab	1,83 a	1,72 b
BC75%+HM25%	2,02 ab	1,57 a	1,62 a	1,91 a	1,64 b	2,00 a	1,76 ab
BC70%+HM30%	1,54 a	1,63 a	1,69 a	2,17 a	1,91 a	1,89 a	1,86 a
CV (%)	17,73	17,50	8,84	10,33	7,32	13,64	4,44

*Medidas con las mismas letras en la columna no presentan diferencias significativas (Tukey, $p \geq 0.05$).

Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Maciel (56), donde se evaluó los sistemas de cama profunda y a campo en lechones en posdestete, y no se encontraron diferencias significativas. En concordancia López (51), al evaluar parámetros productivos en camas profundas comparadas con un testigo convencional en la etapa de ceba de cerdo, demuestra que la mejor eficiencia del índice de conversión se obtuvo en camas profundas.

Por otra parte, estos resultados difieren con los obtenidos por Sulbaran, *et/al* (54), quien presento menor eficiencia del índice de conversión en el sistema de cama profunda, en comparación con el sistema convencional.

4.1.4. Temperatura (°C).

La temperatura (T) promedio (tanto en el ambiente como a nivel del piso), que presentó los tipos de alojamiento cama profunda y piso de concreto, durante toda la etapa de la investigación en la época de invierno se ve reflejada en la figura 1, donde cama profunda obtuvo una temperatura ambiental promedio de 30°C siendo esta menor con 0,5°C a la temperatura que presentó el piso de concreto. Por lo contrario a la temperatura a nivel del piso, en cama profunda presentó la mayor temperatura de 30,4°C, a diferenciándose con 1,3°C del piso de concreto que presentó una temperatura promedio de 29,1°C.

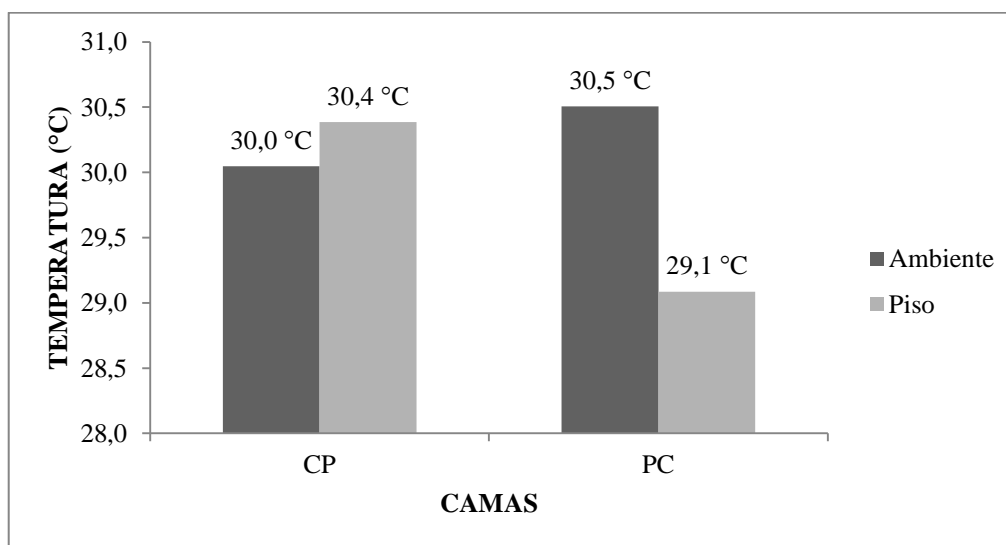


Figura 1. Promedio de la temperatura ambiental y a nivel de piso (°C) en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas.

Resultados superiores son presentados por Ake, *et/al* (56), quienes evaluaron el comportamiento reproductivo de cerdas gestantes y su efecto sobre el ambiente, en el sistema de cama profunda, donde obtuvo temperaturas superficiales de la cama, superior al del ambiente con 1,4 a 3,3°C.

Por otra parte Campiño y Gonzalez (57), quienes analizaron el comportamiento de la temperatura de la cama profunda de cerdos de engorde utilizando racimos vacíos de palma de aceite, determino que la temperatura va a variar de acuerdo al punto de medición, ya que esta guarda relación con las zonas húmeda, sucia y seca.

4.1.5. Consumo de agua (m³, l).

4.1.5.1. Agua del bebedero.

El consumo de agua del bebedero se ve afectado por la temperatura que presenta el tipo de alojamiento a nivel del piso, por ende el tipo de alojamiento de cama profunda donde obtuvo una mayor temperatura a nivel del piso, presenta un mayor consumo de agua acumulado con un promedio total de 208,2 l/animal, siendo este dos veces superior al consumo en PC, quien presento un consumo total de 101,5 l/animal, tal como se observa en la figura 2. No obstante, cabe recalcar que al no ser necesario la limpieza del galgón los animales no tienen acceso a chacras o zonas húmedas para refrescarse, por ende utilizan el agua del bebedero para humedecer su cuerpo y así controlar su temperatura corporal, por lo que hace notable también el consumo de agua del bebedero.

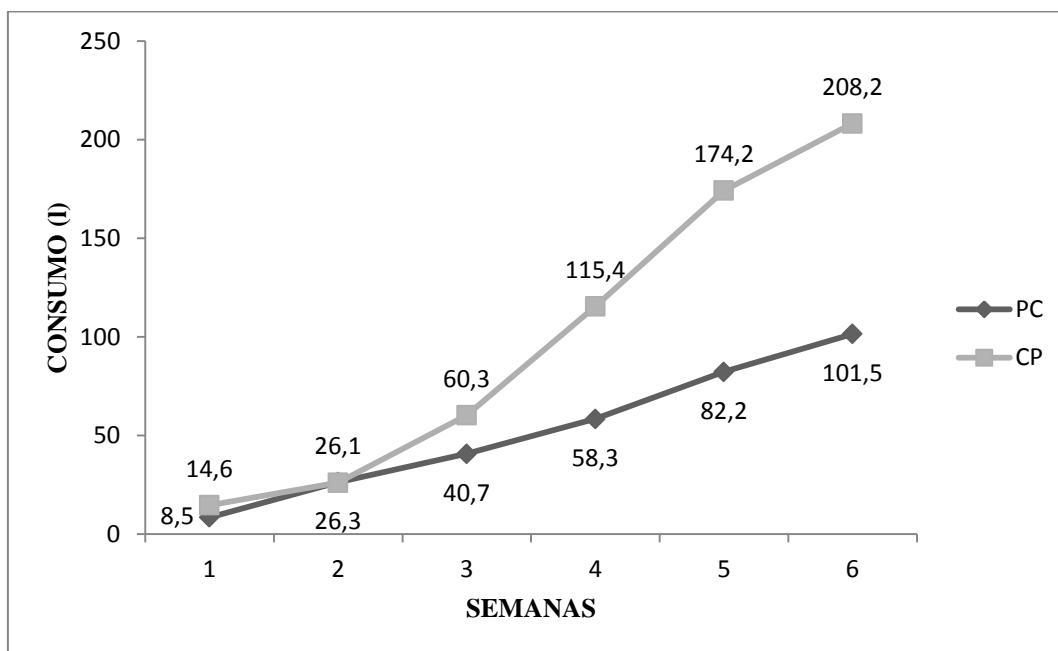


Figura 2. Promedio del consumo de agua del bebedero acumulado (l) en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas.

En relación a esto Baulanger (57), al controlar el consumo de agua en porcinos, determinó que las necesidades de consumo de agua/día de un lechón son de 3 l, siendo este promedio inferior a los datos obtenidos en esta investigación en comparación al tipo de alojamiento de cama profunda.

4.1.5.2. Agua de limpieza.

En cuanto al agua de limpieza solo está determinado por el tipo de alojamiento de piso de concreto, el cual hace necesario la limpieza diaria para bajar la presencia de olores y evitar que se presente enfermedades en los animales por falta de asepsia. Así se obtiene, que durante todo el proceso de la investigación se utilizaron 9,45 m³ de agua, esto representa un ahorro considerable de agua de limpieza por animal de 525 l, en el sistema de producción de cama profunda.

Tomando en cuenta que esta investigación se realizó con cerdos en la etapa de crecimiento considerado a partir de los 45 días de edad en promedio, Robert, *et/al* (58), presentaron un consumo de agua de limpieza de 45 l/animal/día, siendo este superior a lo presentado anteriormente. Por otra parte, estos resultados difiere a los obtenidos por Chao, *et/al* (59), quienes evaluaron el gasto de agua de limpieza de cerdos en ceba, presento un consumo de agua promedio animal/día de 25,51 l. Estas diferencias pueden estar relacionadas a la habilidad que tenga el encargado de la limpieza y el tipo de tecnología que esté utilizando.

4.1.6. Presencia de moscas (#).

El número de moscas acumuladas semanal se ve reflejado en la figura 3, donde se demuestra que el sistema de producción de piso de concreto tiene un incremento agresivo de presencia de moscas en la época de invierno, llegando a ser capturado 228 moscas en el tiempo que duro la investigación, en cuanto a cama profunda su presencia es mínima llegando a ser capturado solo 67 moscas durante la investigación.

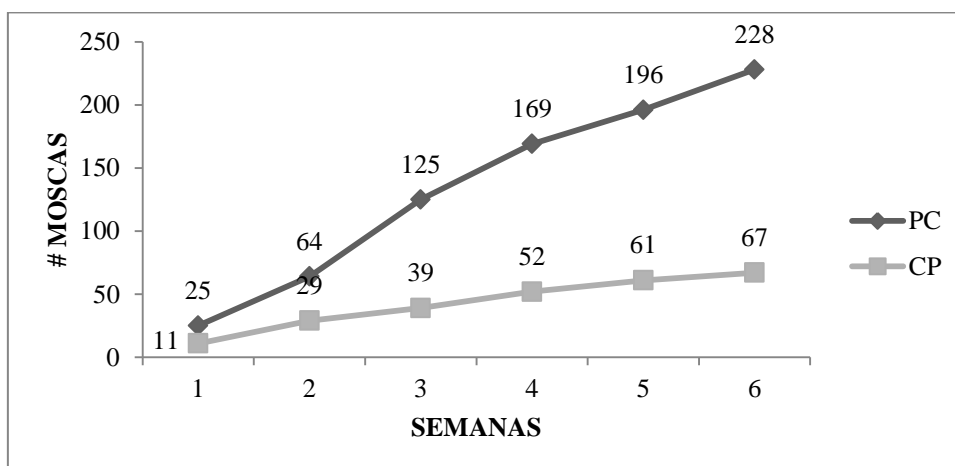


Figura 3. Promedio de la presencia de moscas acumulada (#) en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas.

En relación con los datos obtenidos, González (60) al innovar y desarrollar tecnologías en porcinos para la producción familiar, afirma que el sistema de producción de cama profunda reduce considerablemente la presencia de moscas en comparación con la tecnología convencional, esto hace que mejore la calidad de vida y las relaciones sociales de los productores con su entorno.

En cuanto Cruz, *et/al* (14), describe la presencia de moscas como un factor de suma importancia en la bioseguridad de las granjas porcinas por la amplia gama de enfermedades que se encuentran asociadas a estos vectores.

4.1.7. Análisis económico (USD).

Dentro del análisis económico que se puede observar en la tabla 10, se obtiene que, en el total de ingresos brutos (TIB) entre los tipos de alojamiento, cama profunda fue superior en comparación con el piso de concreto. En cuanto a las dietas, el mejor ingreso fue para balanceado comercial, no obstante en el nivel de inclusión de 25% de harina de matarratón fue menor su ingreso en comparación al nivel de inclusión del 30% de harina de matarratón, en el sistema de producción de cama profunda.

Por otra parte en los costos totales, el sistema de producción cama profunda fue superior en comparación del sistema convencional piso de concreto, en cuanto a las dietas alimenticias, balanceado comercial obtuvo los mayores costos de inversión, tal como se observa en la tabla 10.

Según los datos obtenidos en la tabla 10, nos permite determinar que el sistema de producción cama profunda obtiene los mejores rendimientos económicos con la dieta de balanceado comercial donde se encontró un beneficio neto (BN) de 132,70 USD por el total de animales bajo ese tratamiento, así mismo se obtiene una rentabilidad del 24,95%. En cuanto al beneficio/costo (B/C) se obtiene que por cada USD invertido, se gana 0,25 USD.

Tabla 10. Descripción del análisis económico (USD) en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas x niveles de inclusión de harina de matarratón.

CONCEPTO.	Cama Profunda			Piso Concreto		
	T1*	T2	T3	T1	T2	T3
1. INGRESOS						
N. Cerdo	6	6	6	6	6	6
Kg peso vivo	157,50	133,20	134,40	133,60	125,00	114,20
USD/Kg	4,06	4,06	4,06	4,06	4,06	4,06
TIB (USD)	639,45	540,79	545,66	542,42	507,50	463,65
2. EGRESOS						
COSTOS FIJOS						
Galpón (USD/N.cerdo)	1,90	1,90	1,90	3,81	3,81	3,81
Equipos (USD/N.cerdo)	1,83	1,83	1,83	1,63	1,63	1,63
CTV (USD/N.cerdo)	3,73	3,73	3,73	5,44	5,44	5,44
COSTOS VARIABLES						
Cerdo (USD/N.cerdo)	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00
B (USD/N.cerdo)	127,14	73,09	70,85	116,93	71,92	63,52
HM (USD/N.cerdo)	0,00	6,70	9,17	0,00	6,55	7,93
Transporte (USD/N.cerdo)	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
Desparasitante (USD/N.cerdo)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Antibióticos (USD/N.cerdo)	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
Vitamina (USD/N.cerdo)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Vacuna (USD/N.cerdo)	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Desinfectantes (USD/N.cerdo)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Mano de obra (USD/N.cerdo)	26,18	26,18	26,18	34,03	34,03	34,03
Luz (USD/N.cerdo)	1,78	1,78	1,78	3,62	3,62	3,62
Aserrín (USD/N.cerdo)	5,00	5,00	5,00	-	-	-
CTF (USD/N.cerdo)	508,02	460,67	460,90	502,50	464,04	457,02
TC (USD/N.cerdo)	511,75	464,40	464,63	507,94	469,48	462,46
BN (USD/N.cerdo)	127,70	76,39	81,04	34,47	38,02	1,20
Rentabilidad %	24,95	16,45	17,44	6,79	8,10	0,26
B/C (USD)	0,25	0,16	0,17	0,07	0,08	0,00

*T1= Balanceado comercial.

T2 = 25% harina de matarratón + 75% balanceado comercial.

T3 = 30% harina de matarratón + 70% balanceado comercial.

Según Álvarez (61), al evaluar parámetros productivos en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional, demuestra que con mayores densidades poblaciones y un buen manejo de la cama puede generar mejores ingresos bruto.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

Al evaluar los parámetros productivos de cerdos mestizos Landrace x Pietraín en crecimiento, se obtiene que el sistema de camas profundas con la dieta de balanceado comercial fue superior en el consumo de alimento y ganancia de peso semanal, diario y total, así mismo presenta el mejor índice de conversión total, el cual hace eficiente a este tipo de sistema de producción.

El sistema de producción convencional piso de concreto presenta el mayor impacto de contaminación ambiental por destinar grandes volúmenes de agua de limpieza, y por la gran cantidad de presencia de moscas, que son diseminadoras de enfermedades tanto para animales como para los humanos, causando efectos negativos en la calidad de vida de los productores y de su entorno.

El sistema de producción de cerdo en cama profunda presento la mejor relación beneficio/costo, en comparación del sistema convencional de piso de concreto. Por otra parte, la dieta convencional actuó de manera eficiente en la relación beneficio/costo, en comparación de las dietas alternativas.

5.2. Recomendaciones.

Usar el sistema de cama profunda de aserrín en la etapa de crecimiento de cerdos en invierno, con resultados eficientes en los parámetros productivos y rentabilidad económica, con bajo impacto ambiental, manteniendo óptimas condiciones de vida del productor y de su entorno social.

Realizar nuevas investigaciones de cerdos en la etapa de crecimiento alojados en cama profunda de aserrín en la época de verano, ya que las condiciones ambientales varían, pudiendo afectar al comportamiento productivo de los animales.

Implementar alimentaciones alternativas al sistema de cama profunda, que mejoren los rendimientos productivos sin encarecer los costos de producción.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada.

1. Pesado F, Rodríguez E. BM. Editores. Max. [Online].; 2016 [cited 2016 Septiembre 20]. Available from: <http://bmeditores.mx/carne-cerdo-en-mundo-las-importaciones-exportaciones-del-producto-por-mexico/>.
2. Samaniego L. Diagnóstico de la producción porcina en el Canton Loja, Provincia de Loja. Tesis de Grado. Loja: Universidad Nacional de Loja, Ingeniería en Administración y Producción Agropecuaria; 2014. Report No.: 6024/1.
3. Salazar E. Plan de exportación de carne de cerdo a Colombia, de la Asociación de Productores de Noroccidente de Pichincha para el periodo 201 -2019. Tesis de grado. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial , Ingeniería en Comercio Exterior, Integración y Aduanas; 2015. Report No.: 123456789.
4. Rodarte L. Producción porcina alternativa: un enfoque conductual y de bienestar animal. Tesis doctoral. Montecillo, Texcoco, Edo. de Mexico: Colegio de Postgraduados, Postgrado de recursos genéticos y productividad ganadera ; 2013. Report No.: 10521.
5. Abalco E. Elaboración de un manual técnico de crianza y manejo de ganado porcino (*Sus Scrofadomesticus*). Tumbaco, Pichincha. Tesis de Grado. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias; 2012. Report No.: T-UCE-0004-29.
6. Cruz E, Almaguel R. Comportamiento Productivo de cerdos alojados en un sistema de crianza en Cama Profunda. *Los Porcicultores y su Entorno*. 2015 Febrero;(91).
7. Arango F, Alvares E, Hurtado V. Análisis comparativo de la ceba de cerdos en un sistema de cama profunda y piso de concreto en una granja comercial de Villavicencio, Colombia. *Rev Sist Prod Agroecol*. 2012 Abril; III(1).
8. Cardozo V. El matarratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de rumiantes.. Tesis de grado. Bogota: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Agrícola, pecuarias y del medio ambiente. ; 2013. Report No.: 10596/1076.

9. Tepper R, González C, Figueroa R, Araque H, Sulbaran L. Efecto de la alimentación con recursos alternativos sobre la cría de cerdos en cama profunda. *Revista de investigación y difusión científica agropecuaria*. 2012 Feb;(23-33).
10. Cruz E, Almaguel R, Ly J. Evaluación del bienestar animal de cerdos en crecimiento-ceba alojados en sistema de cama profunda. *REDVET*. 2011 Julio; XII(7).
11. Cruz E, Almaguel R. Tecnología de cama profunda para la producción porcina. *Agricultura Orgánica*. 2013; 19(3).
12. Feijoo J. Evaluación del bienestar animal de ceba alojados en sistema de cama profunda. Tesis de grado. Machala: Universidad Técnica de Machala, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2014. Report No.: 48000/1455.
13. Senasa. Manual de bienestar animal. "Un enfoque práctico para el buen manejo de especies domésticas durante su tenencia, producción, concentración, transporte y faena". Primera ed. Winter N, editor. Buenos Aires - Argentina: Coordinación de relaciones institucionales, información y comunicación del Senasa; 2015.
14. Cruz E, Almaguel R, Mederos C, Ganzáles C. Sistema de cama profunda en la producción porcina a pequeña escala. *Revista Científica*. 2009 Octubre; 19(5).
15. Infante H, Cabello H, Reyes J. eumed.net. Enciclopedia virtual. [Online].; 2014 [cited 2016 Septiembre 28. Available from: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1304/index.htm>.
16. Vázquez R. Ecología y medio ambiente. Primera ed. Enrique J, editor. México, D.F.: Grupo Editorial Patria; 2014.
17. Moran C, Navia C. Estudio de factibilidad comercial para la creación de una granja porcina eco-amigable ubicada en la Parroquia Juan Gómez Rendón del Cantón Guayaquil- Provincia del Guayas. Tesis de grado. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, Administración de Empresas; 2014. Report No.: 123456789/9921.
18. Castañer J. Estudios Técnicos Inc. [Online].; 2014 [cited 2016 Septiembre 28. Available from: http://gis.jp.pr.gov/Externo_Econ/Talleres/PresentationCB_JP_ETI.pdf.

19. Magaña F. SlideShare. [Online].; 2011 [cited 2016 Septiembre 28. Available from: <http://es.slideshare.net/lupita2312/unidad-2-sistemas-de-produccion-animal>.
20. Jácome G. Estrategias para el diseño de sistemas agropecuarios sustentables. In Desarrollo Rural Sostenible IX Módulo; 2016; Quevedo. p. 33.
21. Noble J. Efecto de tres camas sobre problemas de patas y pecugas de pollos broilers, en Santo Domingo de los Tsáchilas. Tesis de grado. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ingeniería Agropecuaria; 2013. Report No.: 43000/541.
22. Biblioteca del campo. Manual Agropecuario. Tecnologías orgánicas de la granja integral agroecológica. Segunda ed. Torres C, editor. Bogota - Colombia: Fundación Hogares Juveniles Campesinos; 2010.
23. INTA. FAO. [Online]. Nicaragua; 2010 [cited 2016 Octubre 8. Available from: <http://www.fao.org/3/a-as542s.pdf>.
24. Orellana J. El Productor. El periodico del campo. [Online].; 2016 [cited 2016 Octubre 9. Available from: <http://elproductor.com/2016/10/07/la-porcicultura-una-actividad-que-ha-frenado-su-crecimiento/>.
25. Escobar J. Caracterización y sistemas de producción de los cerdos criollos del Canton Chimbo. Tesis de grado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Ingeniería Zootécnica ; 2007. Report No.: 123456789/1752.
26. Cruz M. Evaluación de la producción y calidad seminal en sementales porcinos del Establecimiento Provincial de Inseminación Artificial, Granma. Tesis de grado. Cuba: Universidad De Granma, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; 2012. Report No.: 27000/683.
27. Espinoza D. Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la crianza, engorde y faenamamiento de cerdos en la Parroquia de Pifo. Tesis de grado. Quito: Universidad Central Del Ecuador , Escuela de Administración de Empresas; 2012. Report No.: 25000/488.

28. Ávila J. Mejoramiento genético y manejo de la hembra porcina. Trabajo de experiencia recepcional. México: Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas ; 2012. Report No.: 123456789/31348.
29. Fegas. Federación Española de asociaciones de ganado selecto. [Online].; 2010 [cited 2016 Octubre 10. Available from: http://feagas.com/index.php/es/razas/especie-porcina#.WAAN_iT8YQs.
30. Cachaguay S. Proyecto de crianza y comercialización de cerdos para generar fuentes de empleo e ingresos en la Parroquia de Lloa. Tesis de grado. Quito: Universidad Central del Ecuador, Escuela de Administración de Empresas; 2012. Report No.: 25000/493.
31. Quintero I. Producción intensiva de lechone: análisis histórico de una granja en Zacatepec, Puebla. Tesis doctoral. Puebla - México: Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas; 2010. Report No.: 10521/274.
32. Amanto F. Producción porcina. Actividad curricular. Buenos Aires - Argentina: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Departamento de producción animal; 2014.
33. Unión Europea. Sistema de producción animal 1. Primera ed. Marín G, editor. Colombia: Espacio Gráfico Comunicaciones S.A; 2011.
34. Gonzales C. Sistemas alternativos de producción de cerdos en Venezuela. Tesis de grado. Maracay - Venezuela: Universidad Central de Venezuela, Instituto de Producción Animal; 2005.
35. Morales A. Evaluación del bienestar animal en porcinos de levante y ceba en dos explotaciones en Cundinamarca. Tesis de grado. Bogota: Universidad de la Salle, Facultad de Medicina Veterinaria; 2008. Report No.: T14.08/M791.
36. Barrera A. Aserrín como material expresivo en el diseño de interiores. Tesis de grado. Cuenca : Universidad del Azuay, Escuela de Diseño de Interiores; 2016. Report No.: 5922/12241.

37. Cruz E, Almaguel R, Mederos C, Ly J. Camas profundas en la crianza porcina. Una alternativa sostenible para la producción familiar. Instituto de Investigación Porcina. 2011; 21(1).
38. Paramio T, Manteca X, Milan J, Piedrafita J, Izquierdo D, Gasa J, et al. Manejo y producción de porcino. Manual. Barcelona - España: Universidad Autónoma de Barcelona, Departament de Ciència Animal i dels Aliments; 2010.
39. Huntzicker S, Miller Z, Peterson M, Wachter D. Guía para cerdos sanos. Estados Unidos: Universidad de Wisconsin, Extensión Cooperativa; 2009. Report No.: A3858-03S.
40. Castellano E. Instalacionesporcinas.com. [Online].; 2013 [cited 2016 10 14. Available from: <http://instalacionesporcinas.com/Regalos/instalaciones-engorde.pdf>.
41. MAG. Guía técnica para alimentación de cerdos. Primera ed. Campabadal C, editor. Costa Rica: Asociación Americana de Soya-IM; 2009.
42. IMPROSA. IMPROCERDO Línea de alimentos balanceado para cerdos. 2015. Industrial procesadora santay S.A.
43. García C, Martínez N, Amaro R, Aguirre F, Angulo S. Manual de evaluación de la unidad de producción porcina. Primera ed. SAGARPA IC, editor. Zacatepec, Morelos, México: Campo Experimental “Zacatepec”; 2008.
44. García R. Diseño de un manual de buenas prácticas de manejo porcícola en la granja Agua Tibia, Villa de San Francisco, Honduras. Tesis de grado. Zamorano - Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, Carrera de Ingeniería Agronómica; 2015. Report No.: 11036/4588.
45. Gomes C, Marin L. Alimentación alternativa para cerdos en el estado de ceba o engorde. Tesis de grado. Guadalajara de Buga: Instituto Técnico Agrícola, Unidad de Ciencia y Tecnología; 2009.
46. Cervo A, Narváez W, Hahn C. Características forrajeras de la especie *Gliricidia sepium* (Jacq.) Stend, Fabacea. *bol.cient.mus.hist.nat.*. 2013 Junio; 33(45).

47. Lemos J. El Matarratón (*Gliricidia sepium*) como alternativa para la producción de leche en ganado bovino. Tesis de grado. Medellín: Universidad Nacional Abierta y A Distancia, Programa de Zootecnia; 2014. Report No.: 10596/2779.
48. Cordozo J. El matarratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de rumiantes. Tesis de grado. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Especialización Nutrición Animal Sostenible; 2013. Report No.: 10596/1076.
49. Hurtado D, Nocua S, Narváez W, Vargas J. Valor nutricional de la morera (*Morus sp.*), matarratón (*Gliricidia sepium*), pasto india (*Panicum máximum*) y arboloco (*Montanoa quadrangularis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). *vet.zootec.* 2012 Marzo; 56(65).
50. Acedo E, Quezada M, Quiroga A, Ruiz Á, Cappuccio J, Machuca M, et al. Sitio Argentino de Producción Animal. [Online].; 2012 [cited 2016 20 15. Available from: http://www.produccion-animal.com.ar/libros_on_line/51-manual_porcino/05-BuenasPracticasCap%205.pdf.
51. López G, Ocampo L. Evaluación de parámetros técnicos de ganancia de peso diaria y conversión alimenticia en la utilización de cascarilla de arroz como cama profunda comparada con una cama testigo convencional en cemento en la etapa de ceba de cerdos en la granja el Naranjal. Tesis de grado. Quindío: Corporación Universitaria Santa Rosa De Cabal – Unisarc –, Programa de Zootecnia; 2015. Report No.: 2215.
52. Cruz E, Almaguel R, Mederos C, Ly J. Uso de camas profundas en los sistemas de engorde de cerdo en el sector campesino de Cuba. *Zootecnia Trop.* 2010 Jul; XXVIII(2: 183-191).
53. SAS Intitute. Statistical Analysis Sistem Version 9.0 Cary, NC, USA: SAS Intitute Inc.; 2002.
54. Sulbaran L, Araque H, González C, Franklin M. Comportamiento productivo de cerdos nacidos y terminados en cuatro modalidades distintas de alojamiento. *Revista Científica, FCV-LUZ.* 2008 Feb; XIX(1, 49 - 54, 2009).

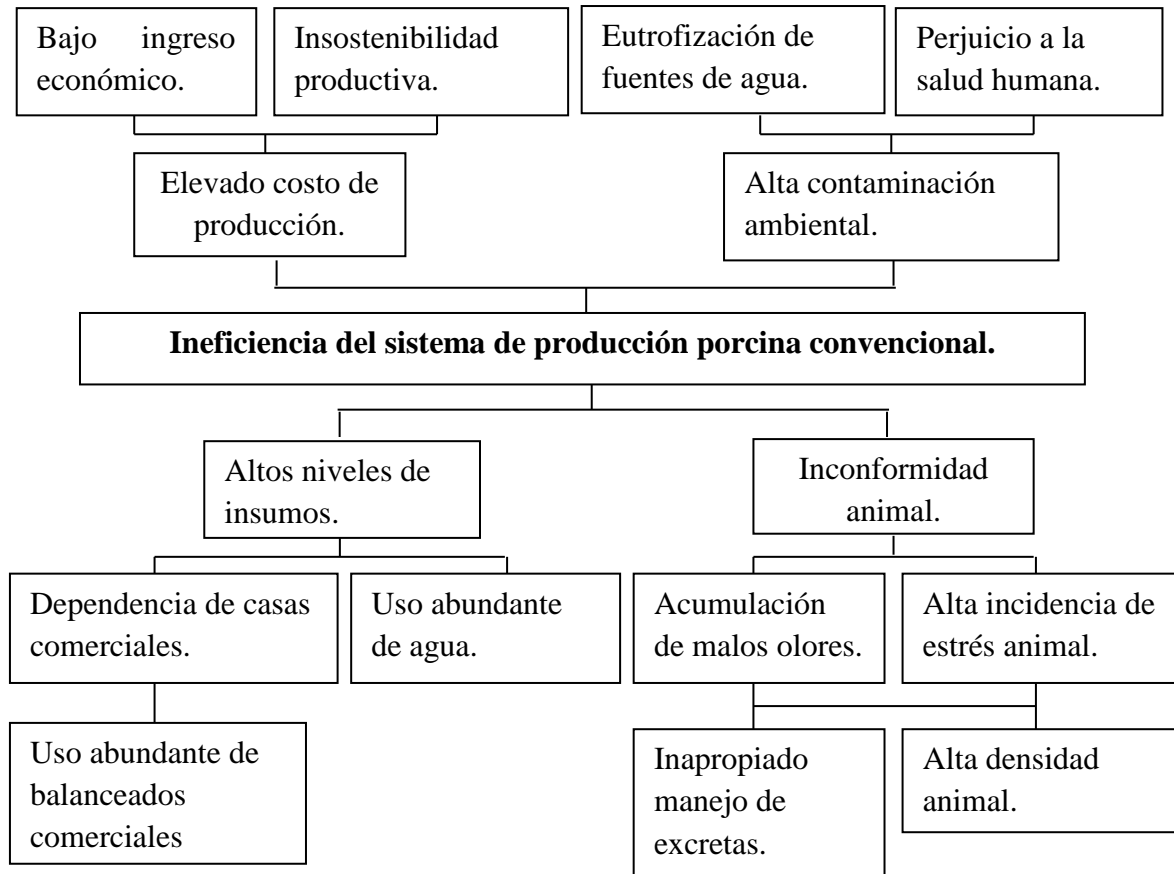
55. Vilorio F, Sulbaran C, Gonzáles M, Almonte M, Gonzáles C. Comparación de tres tipos de estructura física de corral (cama profunda, piso sólido y piso con rejillas) para cerdos en fase de finalización en granjas comerciales. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 2008 Sep; XVI(4: 216-223).
56. Maciel V. Evaluación del sistema de cama profunda en lechones en posdestete. Tesis de ingeniería agronómica. Montevideo - Uruguay: Universidad de la República, Facultad de Agronomía; 2015. Report No.: 123456789/8659.
57. Boulanger A. Sitio Argentino de Producción Animal. [Online].; 2011 [cited 2016 08 05]. Available from: http://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/198-control_agua_y_consumo.pdf.
58. Robert M, Agramonte M, Cruz M, Cruz E. Evaluación microbiológica del sistema de cama profunda en la crianza porcina. Revista CENIC. 2010; XXXXI(1).
59. Chao R, Sosas R, Díaz Y. Gasto de agua de limpieza y tratamiento del residual en naves de ceba porcina. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 2012 Sep; XXI(3).
60. González C. Innovación y desarrollo de tecnologías en porcinos apropiadas para la producción CIEPE F, editor. Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
61. Álvarez L. Evaluación de los parámetros productivos en engorde de cerdos, utilizando el sistema de cama profunda con diferente densidad poblacional. Tesis de Medicina Veterinaria. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2016. Report No.: 5274.
62. Campiño G, Ocampo , A. Comportamiento de la temperatura de la cama profunda en cerdo de engorde utilizando racimos vacíos de palma de aceite *Elaeis guineensis* iacq. Revista ORINOQUIA. 2007 May; XI(1).
63. Aké J, González L, González C, Giácoma G, Sanguinés J. Comportamiento reproductivo de cerdas gestantes en un sistema de cama profunda y su efecto por el ambiente. Revista Científica. 2014 Mar; XXIV(3).

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Árbol de problema.

Anexo 1. Árbol de problema del sistema de producción porcina convencional.



7.2. Contenido bromatológico de las dietas.

Anexo 2. Contenido bromatológico del balanceado de crecimiento IMPROSA.

ELABORADO POR: INDUSTRIAL PROCESADORA SANTAY S.A.
Planta: Km 4½ Vía Durán – Tambo
Telf.: 2804183 – 2800470 – Fax: 2801013
Celular: 0997-831946 • R.U.C. 0990331553001

INPROSA

ALIMENTO PARA CERDOS

CERDO CRECIMIENTO

ANÁLISIS GARANTIZADO		DOSIS SUGERIDA	
Proteína:	18 % min.	Adminístrese 1,6 kg de alimento promedio por día.	
Grasa:	6 % max.	Alimento sin período de retiro.	
Fibra:	4 % max.	Uso Veterinario	
Humedad:	12 % max.		

INGREDIENTES:
Maíz, Pasta de soya, Subproductos de arroz, carbonato de calcio, fosfato monodésico, zeolita, sal, Aceites esenciales, Aminoácidos, Premix vitamínico y mineral, Aditivo fungistático, Aditivo antioxidante, Aditivo absorbente de micotoxinas, aditivo antisalmonella, Promotor de crecimiento.

INDICACIONES DE USO
Suministre como ración única desde los 71 días de edad con peso vivo de 28,85 Kg hasta los 119 días de edad con un peso vivo de 65,90 Kg.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO
Conservese en lugar fresco y seco. Apilar sobre pallets, separados de paredes y área o flujos de ventilación. No transportar o almacenar junto con productos químicos y combustibles.
Mantener a temperatura no mayor a 32°C.

CADUCIDAD
Para preservar las propiedades del producto debe ser mantenido en envases cerrados, protegidos de la luz directa del sol, humedad, calor y de las plagas como roedores, insectos y pájaros; evitar principalmente mojar el producto. El producto mojado se deteriora rápidamente. En la etiqueta se especifica el tiempo de validez y el número de lote correspondiente.
El tiempo de vida útil es de **45 días** a partir de la fecha de fabricación.

FECHA ELAB. **VENCE**

LOTE **REG. N°. 16A4-13447-AGROCALIDAD**

1703 170427
FECHA ELAB. VENCE

LOTE P.V.P.
1703130101

Prohibido su consumo para rumiantes y equinos
MANTENER FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS
VENTA LIBRE

40 KG.

**Anexo 3. Análisis bromatológico de la dieta con 25% Harina de Matarratón + 75%
Balanceado de crecimiento.**



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
SEDE SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: SR. DANNY SIGCHA ORTEGA

TIPO DE MUESTRA: FORMULA (1) (25% HARINA MATA RATON + 75% BALANCEADO DE CRECIMIENTO)

DIRECCIÓN: VALENCIA QUEVEDO

IDENTIFICACIÓN: 2926

TELEFONO:0981375074

FECHA DE INGRESO: 20/07/2017

FECHA DE ENTREGA: 01/08/2017

RESULTADOS :

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	HUMEDAD	MATE.SECA	CENIZA	GRASA	PROTEINA	FIBRA	E.L.N.N	ENERGIA
		%	%	%	%	%	%	%	KILO CAL/100gr
2926	25% HARINA MATA RATON +75% BALANCEADO DE CRECIMIENTO	**	91,4	9,6	6,6	23,3	9,25	51,3	** BASE SECA
		8,7		8,8	6,0	21,3	8,45	46,8	326,6

E.L.N.N Elementos no nitrogenados.
 HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
 CENIZA Mufla-Incinerado 550°C
 GRASA Soxhlet solvente hexano
 PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
 FIBRA Método digestión ácido-básica


 ING. ELSA BURBANO C.
 JEFE DE LABORATORIOS


 UTE
 LABORATORIO DE QUIMICA
 SANTO DOMINGO

Anexo 4. Análisis bromatológico de la dieta con 30% Harina de Matarratón + 70% Balanceado de crecimiento.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
SEDE SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: SR. DANNY SIGCHA ORTEGA

TIPO DE MUESTRA: FORMULA (2) (25% HARINA MATA RATON + 75% BALANCEADO DE CRECIMIENTO)

DIRECCIÓN: VALENCIA QUEVEDO

IDENTIFICACIÓN: 2927

TELEFONO:0981375074

FECHA DE INGRESO: 20/07/2017

FECHA DE ENTREGA: 01/08/2017

RESULTADOS :

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	HUMEDAD	MATE.SECA	CENIZA	GRASA	PROTEINA	FIBRA	E.L.N.N	ENERGIA
		%	%	%	%	%	%	%	KILO CAL/100gr
2927	30% HARINA MATA RATON +70% BALANCEADO DE CRECIMIENTO	**	92,1	10,0	8,3	23,1	10,18	48,5	** BASE SECA
		7,9		9,2	7,6	21,3	9,38	44,6	332,4

E.L.N.N Elementos no nitrogenados.
 HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
 CENIZA Mufa-Incinerado 550°C
 GRASA Soxhlet solvente hexano
 PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
 FIBRA Método digestión ácido-básica


 JNG. ELSA BURBANO C.
 JEFE DE LABORATORIOS


 UTE
 LABORATORIO DE QUIMICA
 SANTO DOMINGO

Anexo 5. Análisis bromatológico de la Harina de Matarratón (*Gliricidia sepium*).



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
SEDE SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: SR. DANNY SIGCHA ORTEGA
TIPO DE MUESTRA: (100% HARINA MATA RATON)
DIRECCIÓN: VALENCIA QUEVEDO
IDENTIFICACIÓN: 2928
TELEFONO:0981375074
FECHA DE INGRESO: 20/07/2017
FECHA DE ENTREGA: 01/08/2017

RESULTADOS :

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	HUMEDAD	MATE.SECA	CENIZA	GRASA	PROTEINA	FIBRA	E.L.N.N	ENERGIA
		%	%	%	%	%	%	%	KILO CAL/100gr
2928	100% HARINA MATA RATON	**	93,2	10,6	3,9	25,3	26,16	34,1	** BASE SECA
		6,8		9,9	3,6	23,6	24,38	31,8	253,7

E.L.N.N Elementos no nitrogenados.
HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
CENIZA Mufia-Incinerado 550°C
GRASA Soxhlet solvente hexano
PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
FIBRA Método digestión ácido-básica



ING. ELSA BURBANO C.
JEFE DE LABORATORIOS



LABORATORIO DE QUIMICA
SANTO DOMINGO

7.3. Análisis de varianza de los parámetros productivos.

Anexo 6. Cuadrado medio y significancia estadística para el consumo de alimento semanal y total en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas x niveles de inclusión de harina de matarratón.

F.V.	Gl	CM SEMANAL						TOTAL
		1	2	3	4	5	6	
Factor A	1	0,040 ^{**}	0,37 [*]	0,50 ^{**}	0,85 ^{**}	0,98 ^{**}	0,52 ^{ns}	17,29 ^{**}
Factor B	2	0,800 ^{**}	1,25 ^{**}	2,35 ^{**}	3,87 ^{**}	5,77 ^{**}	4,22 ^{**}	99,08 ^{**}
Interacción AXB	2	0,020 [*]	0,16 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,29 [*]	0,05 ^{ns}	2,70 ^{ns}
Error	12	0,004	0,05	0,03	0,04	0,05	0,13	1,01
Total	17							
CV %		3,12	7,73	4,65	4,25	4,07	5,78	3,95

ns= No significativo.

*= Significativo al P<0,05.

**= Significativo al P<0,01.

CV= Coeficiente de variación.

Anexo 7. Cuadrado medio y significancia estadística para la ganancia de peso semanal y total en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas x niveles de inclusión de harina de matarratón.

F.V.	Gl	CM SEMANAL						TOTAL
		1	2	3	4	5	6	
Factor A	1	0,04 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,20 ^{**}	2,65 ^{**}	8,82 ^{**}
Factor B	2	1,03 ^{**}	0,58 [*]	1,05 ^{**}	1,60 ^{**}	2,23 ^{**}	1,61 ^{**}	45,28 ^{**}
Interacción AXB	2	0,01 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,73 ^{ns}
Error	12	0,03	0,10	0,06	0,08	0,02	0,23	0,61
Total	17							
CV %		14,37	17,27	10,46	12,51	4,72	13,92	5,43

ns= No significativo.

*= Significativo al P<0,05.

**= Significativo al P<0,01.

CV= Coeficiente de variación.

Anexo 8. Cuadrado medio y significancia estadística para el índice de conversión alimenticia semanal y total en el crecimiento de cerdos mestizos “Lanrace x Pietrain”, bajo el efecto de dos sistemas de camas x niveles de inclusión de harina de matarratón.

F.V.	Gl	CM SEMANAL						TOTAL
		1	2	3	4	5	6	
Factor A	1	0,30 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,030 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,59 [*]	0,0100 ^{ns}
Factor B	2	0,60 [*]	0,01 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,130 ^{ns}	0,11 [*]	0,04 ^{ns}	0,0300 [*]
Interacción AXB	2	0,02 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,11 [*]	0,06 ^{ns}	0,0004 ^{ns}
Error	12	0,11	0,08	0,020	0,040	0,02	0,07	0,0100
Total	17							
CV %		17,73	17,50	8,84	10,33	7,32	13,64	4,44

Ns= No significativo.

*= Significativo.

**= altamente significativo.

7.4. Imágenes de la investigación.

Anexo 9. Desinfección y adecuación de los galpones.



Flameada en el galpón destinado a camas profundas.



Aplicación de cal en el galpón destinado a camas profundas.



Flameada en el galpón de piso concreto.



Flameada de las paredes de piso concreto.



Construcción de las divisiones en el sistema de cama profunda.



Construcción de las divisiones en el sistema de piso concreto.



Aplicación de la cama de aserrín.



Instalación de los comederos.

Anexo 10. *Procesos en la elaboración de harina de matarratón.*



Cosecha de hojas de matarratón.



Secado de las hojas de matarratón.



Molida de las hojas seca de matarratón.



Almacenamiento de la harina de matarratón.

Anexo 11. Imágenes del experimento.



Consumo de alimento en el sistema de producción piso de concreto.



Consumo de alimento en el sistema de producción cama profunda.



Comportamiento de los animales en el sistema de producción piso de concreto.



Comportamiento de los animales en el sistema de producción cama profunda.



Toma de temperatura en el piso de concreto.



Toma de temperatura en cama profunda.