

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROPECUARIA

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PELETIZACIÓN EN LA
PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS PARA CERDOS ETAPA PRECEBA”**

AUTOR: Loor Loor Dina Esther

TUTOR: Mvz. Mejía Chanaluisa Kleber Fernando, Mg. Sc.

El Carmen, agosto del 2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Loor Loor Dina Esther**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **"Implementación de un sistema de peletización en la producción de alimentos para cerdos etapa preceba"**

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 8 de agosto del 2025.

Lo certifico,



MVZ. Klever Fernando Mejía Chanaluiza. Mg

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PELETIZACIÓN EN LA
PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS PARA CERDOS ETAPA PRECEBA**

AUTOR: Dina Esther Loor Loor

TUTOR: Mvz. Mejía Chanaluisa Kleber Fernando, Mg. Sc.

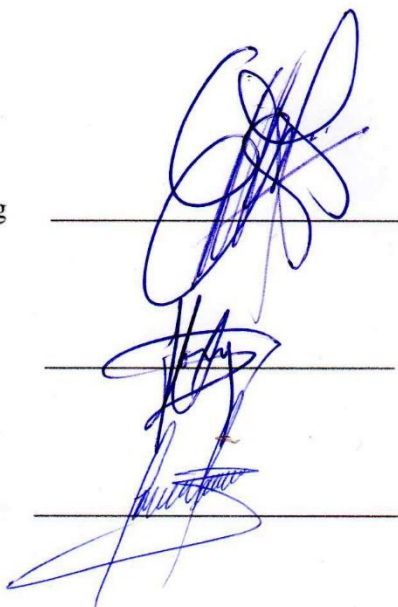
TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIA

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO Ing. Tacuri Troya Elizabeth, Mg

MIEMBRO Ing. Vivas Cedeño Jorge, Mg

MIEMBRO Ing. Marco De la Cruz, Mg

Three blue ink signatures are written over three horizontal lines. The top signature is large and stylized. The middle signature is smaller and more compact. The bottom signature is also smaller and appears to be a cursive script.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Dina Esther Loor Loor con cedula de ciudadanía 235056394-2, estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy autor de la tesis titulada **“Implementación de un sistema de peletización en la producción de alimentos para cerdos etapa preceba”**, esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total de su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos Y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados

Atentamente,



Dina Esther Loor Loor

DEDICATORIA

*Dedico esta tesis a mi querida familia, quienes han sido el pilar fundamental en cada paso y logro que he alcanzado. A mis padres **Wilson Loor & Nelly Loor**, que, con su amor incondicional, sacrificio y enseñanzas han sido la luz que guía mi camino. Ustedes me han enseñado el valor del esfuerzo y la importancia de perseguir mis sueños, y cada página de este trabajo lleva consigo su influencia y dedicación. A mis hermanos, gracias por ser mis cómplices y mis mayores motivadores, cada risa compartida y cada conversación me han impulsado a seguir adelante. Esta tesis es un testimonio de todo lo que ustedes representan para mí. Espero poder honrar todo lo que he aprendido y disfrutar de los frutos de este esfuerzo junto a ustedes. La dedicación que han puesto en mi refleja en cada rincón de este trabajo.*

A mi hermana que a pesar que no está físicamente presente siempre la llevo aquí en mi corazón y mente y tengo la dicha y satisfacción de saber que ella también fue parte de este proceso académico gracias por tus consejos, por tu sabiduría y por ese amor incondicional que me tenías. Gracias por estar siempre a mi lado en este viaje académico y en la vida....

Dina Loor

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis.

*En primer lugar, agradezco a **Dios**, por darme la fortaleza, la salud y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa.*

*A mi **familia**, por su amor incondicional, paciencia y apoyo constante; por alentarme en los momentos difíciles y celebrar cada pequeño logro conmigo.*

*A mi **tutor Dr. Fernando Mejía**, por su orientación, dedicación y valiosas sugerencias que enriquecieron este trabajo.*

*A mis **profesores y compañeros**, por compartir conocimientos, experiencias y motivación a lo largo de mi formación académica.*

*A mi colega amiga y porque no decirlo mi segunda hermana la **Ing. Mavelyn Domínguez**, gracias por esas experiencias, risas y lágrimas compartidas dentro y fuera del salón de clases.*

Finalmente, a todas aquellas personas que, con un gesto, una palabra o un consejo, contribuyeron a que este proyecto se hiciera realidad. Este logro no es solo mío, sino también de quienes me acompañaron en este camino.

ÍNDICE

TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	I-3
AGRADECIMIENTO	I-5
RESUMEN	I-8
I. CAPÍTULO I	I-10
1. INTRODUCCIÓN.....	I-10
1. Problema.....	I-11
2. Justificación.....	I-13
3. . Objetivo	I-15
1. 1.3.1 Objetivo General.....	I-15
2. 1.3.2 Objetivos Específicos:.....	I-15
4. . Metodología.....	I-16
5. UBICACIÓN	I-17
1. DISEÑO EXPERIMENTAL	I-18
6. VARIABLES DEL ESTUDIO	I-19
1. 1.Variable Independiente	I-19
2. 2.Variable Dependiente.....	I-19
7. . Procedimiento.....	I-20
1. 1.5.1. Revisión literaria	I-20
2. 1.5.2 Diagnóstico inicial.....	I-21
3. 1.5.3 Recolección de datos mediante encuestas.....	I-21
4. 1.5.4 Diseño del sistema de peletización	I-21
5. 1.5.5 Implementación piloto y monitoreo	I-22
6. 1.5.6 Consumo de alimento	I-22
7. 1.5.7 Análisis de resultados e informe final	I-22
8. Métodos.....	I-23
1. Técnicas.....	I-23
II. CAPÍTULO II	II-23
1. MARCO TEÓRICO	II-23
1. 2.1. DEFINICIONES.....	II-23
2. 3. ANTECEDENTES	II-28
3. 4 TRABAJOS RELACIONADOS	II-29
III. CAPITULO III	III-32
1. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	III-32
2. 1. Innovación del Mercado Porcino y las Necesidades Tecnológicas.....	III-33
3. 2. Objetivos de la investigación.....	III-34

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	III-38
1. Evaluación del consumo del alimento.....	III-39
2. Análisis Estadístico	III-40
IV. CAPITULO IV	42
1. 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
1. 4.1 CONCLUSIONES	42
2. 4.2 RECOMENDACIONES	42
Bibliografía.....	43
3. ANEXOS	XXXV

RESUMEN

La producción porcina representa una de las principales actividades pecuarias a nivel mundial, destacándose por su dinamismo y creciente demanda. Dentro de este sistema, la alimentación constituye el componente más significativo del costo de producción, representando entre el 60 % y 80 % del total. En particular, la etapa preceba que comprende desde el destete hasta los 70 días de edad es un período crítico en el desarrollo del cerdo, ya que durante esta fase los animales atraviesan cambios fisiológicos y nutricionales relevantes que impactan directamente en su crecimiento, salud y eficiencia alimenticia. Este estudio se llevó a cabo en la Universidad Laica Eloy Alfaro e Manabí, Extensión El Carmen en la Granja experimental Rio Suma.

Palabras claves: cerdos preceba, peletizadora, alimento pelletizado, premezcla, consumo

ABSTRACT

Pork production is one of the main livestock activities worldwide, characterized by its dynamism and growing demand. Within this system, feeding represents the most significant component of production costs, accounting for between 60% and 80% of the total. In particular, the nursery phase, which runs from weaning to 70 days of age, is a critical period in the development of pigs, as during this phase, animals undergo significant physiological and nutritional changes that directly impact their growth, health, and feed efficiency. This study was carried out at the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, El Carmen Extension, at the Rio Suma Experimental Farm.

Keywords: nursery pigs, pelletizer, pelleted feed, premix, consumption

I. CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la implementación de un sistema de peletización en la producción de alimentos para cerdos durante la etapa preceba, considerando su impacto en el rendimiento animal, la eficiencia alimenticia y los costos de producción.

La producción porcina representa una de las principales actividades pecuarias a nivel mundial, destacándose por su dinamismo y creciente demanda. Dentro de este sistema, la alimentación constituye el componente más significativo del costo de producción, representando entre el 60 % y 80 % del total. En particular, la etapa preceba que comprende desde el destete hasta los 70 días de edad es un período crítico en el desarrollo del cerdo, ya que durante esta fase los animales atraviesan cambios fisiológicos y nutricionales relevantes que impactan directamente en su crecimiento, salud y eficiencia alimenticia. (Barrera C. &, 2019)

En este contexto, la implementación de tecnologías que optimicen el aprovechamiento de los nutrientes es esencial para mejorar la productividad. Una de estas tecnologías es la peletización, proceso mediante el cual se transforman los ingredientes del alimento en pequeñas partículas compactas a través de calor, presión y humedad. Este procedimiento ha demostrado beneficios significativos, como una mayor densidad nutricional, mejor palatabilidad, reducción del desperdicio y mejora en la digestibilidad de los nutrientes (Abdollahi S. &, 2013).

Diversas investigaciones indican que el uso de alimento peletizado durante la etapa preceba puede incrementar la ganancia diaria de peso y disminuir la conversión alimenticia en comparación con dietas en forma de harina (Zhou, 2018). Esto lo convierte

en una alternativa viable para incrementar la eficiencia productiva en unidades porcinas. Sin embargo, su implementación requiere un análisis técnico y económico que permita valorar su aplicabilidad según las condiciones específicas de cada sistema de producción.

1. Problema

En la producción porcina, la alimentación constituye uno de los factores más críticos, no solo por representar el mayor porcentaje del costo total de producción, sino también por su impacto directo en los indicadores zootécnicos, como la ganancia diaria de peso, la conversión alimenticia y la salud intestinal de los animales. Este desafío es aún más evidente durante la etapa preceba, donde los lechones experimentan un período de transición que implica cambios digestivos, inmunológicos y metabólicos significativos (Barrera C. &, 2019). Durante esta fase, los animales son particularmente sensibles al tipo de alimento, su forma física y su digestibilidad.

En muchas explotaciones porcinas de pequeña y mediana escala, el alimento se suministra en forma de harina, una presentación que suele presentar problemas de palatabilidad, homogeneidad y desperdicio. Esto conlleva a una menor eficiencia alimenticia y pone en riesgo el desarrollo óptimo de los cerdos durante la etapa preceba, cuando son especialmente vulnerables a enfermedades digestivas y deficiencias nutricionales (Frontiers, 2019). Estas condiciones afectan directamente el desempeño productivo y económico de los sistemas de producción. Frente a ello, la peletización se presenta como una alternativa tecnológica que permite transformar el alimento en pellets compactos, lo que mejora su presentación, uniformidad y aprovechamiento por parte del animal. (Thomas V. Z.). A pesar de las ventajas comprobadas del uso de alimentos peletizados, muchas unidades productivas no han adoptado esta tecnología, ya sea por desconocimiento técnico, limitaciones económicas o falta de estudios contextualizados a

sus realidades productivas. En particular, se desconoce el impacto real que tendría la implementación de un sistema de peletización en términos de rendimiento animal, costos operativos y beneficios netos durante la etapa preceba en ciertas regiones productoras.

En este sentido, surge la necesidad de investigar cómo la implementación de un sistema de peletización en la elaboración de alimentos para cerdos durante la etapa preceba puede influir en la eficiencia productiva y económica del sistema. Identificar este impacto permitirá proponer alternativas viables que contribuyan al mejoramiento de las prácticas alimenticias, la sostenibilidad del sistema y la competitividad de los pequeños y medianos productores.

Ante esta problemática es donde surge la necesidad de implementar el sistema de peletización, para cerdos en la etapa de preceba, con el único fin de comprobar su eficacia técnica, nutricional y económica y así poder contribuir en la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen. Ya que, en dichas instalaciones, los alimentos para los cerdos son preparados de forma tradicional, como lo son las mezclas en harina, sin aplicar procesos de compactación o peletización. Esta situación genera múltiples limitantes, entre las cuales se destacan:

- **Perdida y manipulación de los alimentos:** Los alimentos que contienen harina son más susceptibles al deterioro a causa de elementos como la humedad, la contaminación por microorganismos y la oxidación de nutrientes. Estas circunstancias impactan de manera negativa en la calidad nutricional del alimento y generan residuos. Además, su manejo es menos eficaz, dado que demanda más tiempo y empeño, lo que resulta en un incremento de los costos operativos.
- **Problemas en el manejo del alimento:** La distribución de alimentos en forma de harina provoca desecho y complica una dosificación correcta. Esto obstaculiza que los cerdos

durante la fase de preceba obtengan la cantidad exacta de nutrientes, impactando su consumo voluntario y su crecimiento homogéneo.

- **Inconsistencias en la calidad del alimento:** Es complicado asegurar la uniformidad en el tamaño, textura y densidad del alimento sin un proceso de peletización. Esta ausencia de uniformidad puede causar variabilidad en el consumo y causar alteraciones en la digestión
- **Restricciones en la formulación y uso de ingredientes:** La falta de tecnología de peletización restringe la incorporación de materias primas locales o alternativas, disminuyendo la oportunidad de elaborar dietas más rentables y sostenibles. Además, limita el uso eficaz de aditivos, prebióticos o enzimas requeridos en esta fase.

En conclusión, la falta de un método de peletización en la elaboración de alimentos para cerdos en fase de preceba, en la granja experimental Río Suma, constituye un impedimento importante para lograr una producción eficaz, segura y lucrativa. La aplicación de esta tecnología posibilitaría la optimización de los recursos, la mejora de la calidad del alimento, la disminución de pérdidas y el impulso de hábitos alimenticios más sustentables y competitivos para la industria porcina de la zona.

2. Justificación

Desde el ámbito investigativo, la implementación de un sistema de peletización en la elaboración de alimentos para cerdos durante la fase de preceba representa una propuesta innovadora con el potencial de transformar las prácticas actuales dentro del sector porcicultor ecuatoriano. Este estudio cobra relevancia debido a su capacidad de generar aportes científicos y tecnológicos orientados a perfeccionar los procesos de formulación, producción y aplicación de pellets en las unidades productivas de la región,

particularmente en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, en su granja experimental Río Suma.

La elección de esta granja como escenario del proyecto responde a su función como núcleo de formación e investigación en el área agropecuaria, además de contar con las condiciones físicas necesarias para realizar pruebas experimentales en alimentación y manejo animal. Dicho espacio permite evaluar de manera controlada los efectos y ventajas de la tecnología de peletización, así como validar los resultados en un contexto realista y representativo de las condiciones locales.

Desde una perspectiva técnica, el uso de alimento peletizado para animales en etapa de preceba ofrece múltiples beneficios: facilita la digestión y absorción de nutrientes, estandariza el consumo, disminuye pérdidas durante el almacenamiento y transporte, y simplifica la distribución del alimento en las instalaciones. Al mismo tiempo, este sistema promueve una gestión más eficiente de los recursos disponibles, reduce el desperdicio de insumos y contribuye a una menor generación de desechos, lo que lo convierte en una alternativa amigable con el medio ambiente.

La incorporación de esta innovación tecnológica en la producción porcina también puede elevar los niveles de eficiencia y sostenibilidad en las granjas de la zona de estudio. Este tipo de avance es particularmente importante en el contexto nacional, donde el sector porcicultor enfrenta el reto de modernizar sus procesos para cumplir con los estándares exigidos por los mercados actuales, tanto locales como internacionales.

A través del presente trabajo investigativo se pretende identificar las estrategias más eficaces en la elaboración de pellets, establecer parámetros de producción ajustados a las condiciones de la región, y formular propuestas que puedan ser adoptadas por los actores

del sector. Además, se analizarán aspectos económicos, considerando los costos y beneficios asociados a la implementación del sistema, así como factores sociales relacionados con la disposición de los productores y operarios a adoptar nuevas tecnologías.

Este proyecto, desarrollado en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, tiene también como objetivo reforzar los lazos entre la institución académica, los sectores productivos y las comunidades rurales, incentivando la transferencia de saberes y la creación de soluciones prácticas e innovadoras.

Por ende, este estudio se justifica porque puede ofrecer una base técnica para que productores y técnicos del sector porcino comprendan los beneficios y limitaciones de la peletización en la etapa preceba. Asimismo, busca generar propuestas viables y contextualizadas para mejorar la competitividad y sostenibilidad de pequeñas y medianas explotaciones, fortaleciendo la seguridad alimentaria y el desarrollo rural.

3. . Objetivo

1. 1.3.1 Objetivo General

- ❖ Implementar un sistema de peletización en la producción de alimentos para cerdos etapa preceba.

2. 1.3.2 Objetivos Específicos:

- ❖ Determinar el equipo adecuado para la óptima fabricación de los alimentos balanceados mediante un sistema de implementación de peletización en etapa de preceba.
- ❖ Evaluar el consumo de alimento peletizados en cerdos en etapa de preceba
- ❖ Evaluar la optimización del alimento peletizados según el consumo diario en etapa de preceba.

4. . Metodología

El presente estudio se presentará con un enfoque mixto, cuantitativo y cualitativo para obtener una imagen completa del proceso de implementación del sistema de peletización a nivel de la fabricación de piensos para cerdos en la etapa de preceba, en este caso la granja experimental Río Suma de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, con el propósito de finalizar por medio de la obtención de datos, para la cual faciliten la toma de decisiones. El desarrollo del proyecto se contempla para varias fases del proceso que están interconectadas, de manera que aseguran la coherencia y la profundidad del proyecto.

Uno de los objetivos tiene un componente no experimental con características y variables cualitativas, ya que se seleccionó el equipo el cual más se perfilo a la necesidad de la implementación de la planta de alimentos para cerdos en etapa de preceba. Se efectuó un estudio bibliográfico e investigaciones con los proveedores, por medio de ello se analizaron los costos y beneficios, se terminó decidiendo por la máquina peletizadora eléctrica modelo 9KLP150, con una producción de 120kg/h – 150kg/h, mediante el tamiz o matriz obtenemos los pellets de una medida de 6.0 mm lo que resulta adecuado para la etapa de desarrollo de preceba. La máquina peletizadora eléctrica tiene características como:

- Potencia: 4,5 kw/6HP
- RPM: 1440 (50Hz/60Hz)
- Voltaje: 220V AC monofásico
- Corriente: 22A.

Según las recomendaciones técnicas, el consumo promedio diario de alimento para lechones en la etapa de preceba —desde aproximadamente los 6 kg hasta los 30 kg de peso corporal— oscila entre **500 y 700 gramos por día**, dependiendo del peso inicial,

la genética y el tipo de alimento suministrado (Contexto Ganadero, 2019).

En estudios productivos realizados bajo condiciones controladas, se ha observado que el consumo promedio en esta etapa es de **0,684 kg/día**, acompañado de una ganancia diaria de peso de 0,499 kg/día, lo cual demuestra una eficiencia alimentaria adecuada cuando se aplican buenas prácticas nutricionales. La implementación de dietas peletizadas en esta etapa puede mejorar aún más la eficiencia de conversión y la digestibilidad, comparado con las dietas en forma de harina, al reducir el desperdicio y facilitar el consumo voluntario. (Rodriguez, 2020)

Y para la variable optimización del alimento peletizado o el desperdicio se evaluó en función a los dos tipos de alimento, es decir, se hizo una comparación en dos grupos de diez animales de la misma raza Pietrain x Landrace.

Para esto se utilizó una prueba estadística de estudios dependientes pareadas, se utilizaron dos tipos de tratamientos, dos grupos experimentales con diez animales. Cada animal se convierte en una unidad experimental, se lo evalúa de forma individual en las dos variables de consumo y desperdicio, es decir, se colocó una cantidad de alimento a cada animal, para después realizar el debido cálculo por medio de la prueba estadística T Student. En función a eso se determinó cuál de los dos tratamientos se expresó mejor en las variables a medir, tanto el consumo de alimento como el consumo de alimento desperdiciado.

5. UBICACIÓN

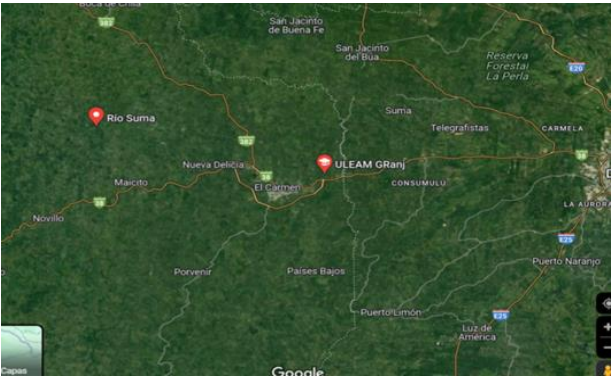
En la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Extensión El Carmen en el Granja experimental Rio Suma.

PROVINCIA: Manabí

CANTON: El Carmen

COORDENADAS: UTM: X=674967, Y=9971156 y Z=266msnm

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio



Características agroecológicas de la zona.

Tabla 1. Características meteorológicas presentadas en el ensayo.

Características	El Carmen
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1 026,2
Precipitación media anual (mm)	2 806
Altitud (msnm)	260

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022).

1. DISEÑO EXPERIMENTAL

El estudio se llevó a cabo en la granja experimental Río Suma, perteneciente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, en la extensión El Carmen. El período experimental duró cuatro semanas, durante las cuales se evaluó el impacto de la peletización del alimento sobre variables cuantitativas clave en cerdos en etapa de preceba. Se empleó un diseño completamente aleatorio, con dos tratamientos.

T1: Alimento con dieta en forma de harina (premezcla)

T2: Alimentación con pellet elaborado en la Granja con el sistema propio de peletización.

Ambos tratamientos se evaluarán en condiciones controladas, manteniendo las mismas variables ambientales, condiciones homogéneas de manejo, higiene y ambiente (temperatura, ventilación). Este diseño es similar al utilizado en estudios pioneros sobre forma física del alimento en lechones destetados. (Laitat M, 2004)

6. VARIABLES DEL ESTUDIO

1. 1.Variable Independiente

Tipo de alimento

Corresponde a la forma física en la que se suministra el alimento a los cerdos en etapa de preceba. Para este estudio se consideran dos tratamientos:

Alimento peletizado: formulado con el mismo perfil nutricional que el alimento tradicional, pero procesado mediante un sistema de compresión y compactación para formar pellets, lo que permite aumentar la densidad, uniformidad y palatabilidad del producto. Este formato mejora la manipulación, reduce el desperdicio y facilita una mejor digestibilidad, (Thomas M. v., 2021).

Alimento en forma de harina (premezcla): mezcla de ingredientes molidos y sin compactación, que presenta mayor riesgo de segregación de partículas, pérdidas durante el manejo y menor uniformidad en el consumo por parte de los animales (Soto, 2018)

El propósito de esta variable es determinar si la presentación del alimento influye significativamente en los parámetros de consumo y aprovechamiento nutricional durante la etapa de preceba.

2. 2.Variable Dependiente

Consumo de alimento diario (CAD)

Se refiere a la cantidad promedio de alimento ingerida por cada cerdo al día, medida en kilogramos (kg/día). Este indicador permite evaluar el grado de aceptación del alimento y su relación con la forma física en que se presenta.

Según (Rostagno, 2017), en la etapa de preceba, los lechones presentan un consumo promedio diario que oscila entre 1,20 y 1,50 kg, dependiendo del peso vivo, la genética y las condiciones ambientales.

Variables de control

Para evitar que factores externos interfieran con los resultados, se mantendrán constantes las siguientes condiciones:

Genética y edad de los cerdos: todos los animales serán mestizos comerciales de similar edad y peso inicial.

Condiciones de alojamiento: temperatura, humedad y espacio por animal según lo recomendado por el NRC (2012). (Kansas State University, 2021)

7. . Procedimiento

1. 1.5.1. Revisión literaria

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva de estudios nacionales e internacionales relacionados con la peletización de alimentos para cerdos en etapa preceba. Se consultaron manuales técnicos y publicaciones científicas que detallaban cómo la forma física del alimento influye en la eficiencia alimenticia y en la reducción del desperdicio. (Groesbeck, 2009). Y estudios sobre calidad de pellet y sus efectos productivos, Asimismo, se analizaron guías de control de calidad física del pellet, como el estándar que establece parámetros de durabilidad y granulometría óptima.

2. 1.5.2 Diagnóstico inicial

Se efectuó un diagnóstico de las condiciones iniciales en la granja experimental, documentando el tipo de alimento utilizado (harina), la granulometría, el estado físico del producto, su almacenamiento y el sistema de distribución en comederos. Se observó la presencia de desperdicio de alimento en el piso y la acumulación de partículas finas, así como la forma en que los cerdos manipulaban el alimento. Este diagnóstico permitió identificar oportunidades de mejora en la presentación física del alimento, siguiendo recomendaciones de evaluación de calidad de pellet establecidas por (Kansas State University, 2021). (Nemechek, 2015)

3. 1.5.3 Recolección de datos mediante encuestas

Se aplicaron encuestas estructuradas al personal técnico de la granja para recopilar información sobre la facilidad de manejo del alimento, el grado de aceptación por parte de los animales, el nivel de desperdicio observado y las dificultades operativas. Las respuestas fueron registradas y sistematizadas, complementándose con notas de campo tomadas durante las jornadas de trabajo.

4. 1.5.4 Diseño del sistema de peletización

Se elaboró el diseño técnico de un sistema piloto de peletización, definiendo parámetros como la humedad de acondicionamiento (12–16 %), temperatura de prensado (70–85 °C), diámetro de orificio del dado (2–3 mm) y porcentaje máximo de partículas finas (< 20 %), según lo reportado por (Nemechek, 2015). El diseño incluyó la selección de equipos, disposición de componentes y un plan de control de calidad para evaluar la densidad y durabilidad de los pellets producidos.

5. 1.5.5 Implementación piloto y monitoreo

Se implementó el sistema de peletización en la planta de alimento, produciendo lotes de dieta en forma de pellet. Estos fueron suministrados a un grupo experimental, mientras que otro grupo recibió la misma fórmula en forma de harina. Durante cuatro semanas se registraron diariamente la cantidad de alimento ofrecido, el remanente en comederos, el consumo neto, el comportamiento alimentario y la calidad del pellet (durabilidad y porcentaje de finos).

6. 1.5.6 Consumo de alimento

Se determinó el consumo promedio diario por animal a partir de la diferencia entre el alimento ofrecido y el remanente. Se observó que el grupo alimentado con pellets presentó menor desperdicio y un patrón de consumo más uniforme, lo que coincidió con hallazgos de (Mills, 2012) quienes documentaron mejoras en la conversión alimenticia y aprovechamiento de nutrientes con dietas peletizadas.

7. 1.5.7 Análisis de resultados e informe final

Se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos, presentando gráficos comparativos de consumo, desperdicio y observaciones conductuales entre los grupos. Se integraron los resultados con la literatura revisada, concluyendo que la peletización del alimento en la etapa preceba redujo el desperdicio y mejoró la eficiencia alimenticia. El informe final incluyó recomendaciones para la adopción del sistema y lineamientos para su escalamiento a nivel productivo.

8. Métodos

Se utilizará la estadística descriptiva en un trabajo no probabilístico para los dos primeros objetivos de esta investigación.

Para los objetivos de evaluación de parámetros productivos se establecerán dos grupos de estudio y se utilizará una estadística inferencial ejecutando la prueba de T (t-Student) para determinar si un único grupo difiere de un valor conocido, utilizando además las medidas de tendencia central como promedio, mediana y moda, con representación gráfica de los resultados.

1. Técnicas

Las metodologías de investigación son los métodos, recursos y herramientas que se emplean para recoger y examinar datos y saber. Son esenciales en el desarrollo de esta indagación científica, puesto que facilitarán la organización de las fases de la investigación, supervisar la calidad y cantidad de los datos y orientar la validez de la hipótesis.

En esta investigación se emplearán métodos preexperimentales, como la investigación documental y bibliográfica, para los objetivos; además, se utilizarán técnicas como la observación y el análisis de datos experimentales de estadística inferencial.

II. CAPÍTULO II

1. MARCO TEÓRICO

1. 2.1. DEFINICIONES

2.1.1. Peletización: La peletización se define como un proceso donde se compactan

ingredientes que han sido triturados, aplicando presión, calor y humedad. Después, estos ingredientes se hacen pasar por una matriz con agujeros, lo que les da una forma cilíndrica uniforme. Este método ayudó a aumentar la densidad del alimento, su manejo y la aceptación por parte de los animales. En la industria del cerdo, usar pellets en la fase previa al engorde mejoró la eficiencia en la alimentación y disminuyó el desperdicio (Nemechek, 2015).

2.1.2. Alimentación en la etapa preceba:

La etapa preceba en la producción porcina comprende el periodo posterior al destete, cuando los lechones son más susceptibles a trastornos digestivos, estrés nutricional e inmunológico, debido al cambio de una dieta líquida a una dieta sólida (Behnke, 2001). Durante esta fase, que abarca aproximadamente desde los 7 hasta los 25–30 kilogramos de peso vivo, es fundamental proporcionar una alimentación altamente digestible, palatable y adaptada a las necesidades metabólicas del animal.

Una nutrición deficiente en esta etapa puede afectar el desarrollo intestinal, comprometer el crecimiento y aumentar la morbilidad y mortalidad. Por ello, se hace necesario implementar estrategias nutricionales que mejoren la eficiencia alimenticia, minimicen el estrés digestivo y optimicen el desempeño zootécnico (Chávez Delgadillo, 2019)

2.1.3. Beneficios del alimento peletizado en cerdos preceba

Diversos estudios han demostrado que el alimento peletizado incrementa el consumo voluntario, mejora la conversión alimenticia y eleva la ganancia de peso en lechones. Según (Behnke, 2001), los cerdos alimentados con pellets presentan una mayor eficiencia energética en comparación con aquellos alimentados con dietas en harina, debido a la mayor densidad del alimento y a la reducción del desperdicio. (Militao, 2011) señalan que la peletización, especialmente cuando se utiliza acondicionamiento térmico previo, mejora la digestibilidad aparente de la proteína y la energía. Por su parte, (Zijlstra, 2009)

destacan que el control adecuado de la temperatura durante el proceso es fundamental, ya que temperaturas excesivas pueden reducir la disponibilidad de aminoácidos y la actividad enzimática.

A nivel latinoamericano, (Ruiz, 2024) comparó el uso de alimento peletizado frente a alimento no procesado en cerdos en crecimiento, y encontró mejoras significativas en la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y salud intestinal en los animales alimentados con pellets.

2.1.4. Proceso de peletización

La peletización es una técnica de procesamiento de alimentos que consiste en la compactación de ingredientes molidos mediante la aplicación de presión, calor y humedad, formando pequeños cilindros o gránulos conocidos como pellets. Este proceso permite transformar una mezcla de ingredientes en harina en un alimento de mayor densidad y estabilidad física (Kempen, 2009).

Durante la peletización, el alimento pasa por un acondicionador, donde se agrega vapor para elevar la temperatura (70–85 °C) y la humedad (16–18 %), lo cual promueve la gelatinización del almidón, mejora la cohesión del producto final y favorece la digestibilidad de los nutrientes (Militao, 2011). Además, el tratamiento térmico reduce la carga microbiana del alimento, lo que contribuye a una mejor bioseguridad en sistemas intensivos de producción (Chávez, 2019).

2.1.5. Sistema de peletización: El sistema de peletización consistió en un grupo de máquinas —molino, mezcladora, acondicionador, prensa peletizadora, enfriador y tamiz— que trabajaron de forma consecutiva para convertir materias primas en un alimento balanceado en forma de pellets. Este sistema permitió manejar aspectos como la temperatura, la humedad, el tiempo que se mantiene y la presión aplicada, que son

factores claves en la calidad final.

2.1.6. Calidad de pellets: La calidad del pellet se analizó tomando en cuenta su resistencia, durabilidad, cantidad de polvo y homogeneidad. Una buena calidad significó pellets sólidos, uniformes y con poco porcentaje de partículas pequeñas, lo que aseguró un uso más eficiente y menos pérdidas durante el manejo.

2.1.7. Molienda: La molienda disminuyó el tamaño de las partículas de los ingredientes a un rango ideal de 500–700 μm para cerdos preceba (Reimer, 2009). Esto hizo que el pellet fuera más fácil de digerir y más unido, previniendo problemas como el polvo en exceso o el desgaste rápido de la matriz.

2.1.8. Mezclado: Era muy importante mezclar bien los ingredientes para que cada pellet tuviera la cantidad correcta de nutrientes. Esta fase empleó mezcladoras horizontales o de paletas, alcanzando una uniformidad mínima del 90 %.

2.1.9. Extrusión: La extrusión fue el proceso de empujar la masa preparada a través de una plantilla con agujeros usando rodillos de presión. Este proceso produjo calor debido a la fricción y la presión, lo que ayudó a que el almidón se gelatinice parcialmente y a que las proteínas se desnaturalicen (Jiang, 2019).

2.1.10. Enfriamiento: El enfriamiento se llevó a cabo usando aire forzado, lo que ayudó a bajar la temperatura y humedad del pellet, previniendo el crecimiento de hongos y el apelmazamiento durante el almacenamiento (Abdollahi, 2013).

2.1.11. Granulometría: La granulometría se refiere al tamaño de las partículas antes de compactarlas. Una granulometría controlada tuvo un impacto directo en la cohesión y resistencia del pellet (Reimer, 2009).

2.1.12. Aditivos para alimentación: Los aditivos que se usaron fueron vitaminas, minerales, aminoácidos sintéticos, probióticos y enzimas, los cuales mejoraron la digestibilidad y la salud del intestino. Su inclusión fue exacta y se basó en el perfil

nutricional necesario.

2.1.13. Humedad del pellet: El pellet final mostró niveles de humedad entre 10 y 12 %, lo que previene el crecimiento de microorganismos y extiende la duración del alimento (Abdollahi, 2013).

2.1.14. Dureza del pellet: La dureza se evaluó como la capacidad del pellet para no romperse al ser manejado. Una dureza correcta redujo el polvo y mantuvo el producto en buenas condiciones.

2.1.15. Porcentaje de polvo: Un pequeño porcentaje de polvo (< 5 %) fue un indicador de buena calidad, ya que previno que los animales rechazaran el alimento y disminuyó las pérdidas (Groesbeck, 2009).

2.1.16. Durabilidad del pellet: La durabilidad se refiere a la habilidad del pellet para conservar su forma después de ser transportado y manejado, evaluada a través de pruebas estándar como el Índice de Durabilidad del Pellet (PDI).

2.1.17. Tecnología de compresión: La tecnología de compresión utilizada en la matriz y los rodillos estableció la densidad y textura final del pellet, afectando su dureza y duración (Jiang, 2019)

2.1.18. Inclusión de ingredientes energéticos: Agregar maíz, sorgo y aceites vegetales brinda energía necesaria para un crecimiento rápido en la etapa previa a la cebada (Rostagno, 2017).

2.1.19. Digestibilidad: El proceso de hacer pellets aumentó la digestibilidad de los nutrientes al gelatinizar parcialmente el almidón y romper las estructuras de las proteínas, lo que facilita la acción de las enzimas (Abdollahi, 2013).

2.1.20. Uniformidad del pellet: La uniformidad aseguró que cada pellet tuviera el mismo tamaño, forma y densidad, garantizando que los cerdos consumieran de manera uniforme.

2.1.21. Tiempo de procesamiento: El tiempo total que tardó el proceso desde la molienda hasta el enfriamiento fue de entre 30 y 60 minutos, variando según la capacidad de la planta y el tipo de materia prima.

2.1.22. Seguridad alimentaria: La peletización, al utilizar calor y humedad de manera controlada, disminuyó la cantidad de microorganismos y patógenos, lo que mejoró la seguridad del alimento (Jiang, 2019).

2. 3. ANTECEDENTES

En los últimos años, la investigación sobre la alimentación de cerdos en etapa de preceba ha demostrado que la forma física del alimento influye significativamente en el consumo, la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia. Estudios técnicos evidenciaron que el uso de dietas peletizadas incrementó la eficiencia alimenticia en un 5,5 %, permitiendo que los lechones alcanzaran un peso promedio de 1,4 kg más al día 49 en comparación con aquellos alimentados con dietas en harina (Behnke, 2001). Estos hallazgos, aunque obtenidos hace más de una década, continúan sirviendo como referencia para investigaciones actuales debido a su relevancia productiva.

Investigaciones realizadas por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Asuntos Rurales de Ontario (OMAFRA) demostraron que el diámetro del pellet influía directamente en el consumo de alimento y en el peso al destete. En dicho estudio, los lechones que consumieron pellets de 12 mm registraron un aumento en el consumo de alimento de 650 g/día y alcanzaron un peso superior en 1,4 kg en comparación con los que recibieron pellets de menor tamaño, sin que se observaran retrasos en el crecimiento posterior al destete. Resultados similares fueron reportados en estudios técnicos más recientes, en los que se observó que durante la fase nursery los pellets de mayor diámetro favorecieron una ganancia diaria de peso más alta, especialmente durante los primeros

siete días después del destete, así como un incremento en el consumo promedio diario (A. B. Clark, 2018).

En el ámbito de la tecnología de procesamiento de alimentos, un estudio experimental evaluó el efecto de diferentes tiempos de acondicionamiento del pellet (15, 30 y 60 segundos) en comparación con la dieta en harina. Se observó que el acondicionamiento térmico aumentó la gelatinización del almidón entre 1,67 y 1,87 veces respecto a la harina, mejorando así su digestibilidad. No obstante, aunque los lechones alimentados con dieta en harina mostraron en algunos casos una mayor ganancia de peso diaria, la eficiencia alimenticia (relación ganancia/consumo) fue consistentemente superior en aquellos que consumieron pellets no reprocesados a harina (Sci, 2015)

En conjunto, estos antecedentes demostraron que la peletización, además de optimizar el aprovechamiento de los nutrientes, también influye en la aceptabilidad del alimento y en el comportamiento de consumo en la etapa preceba, lo que la posiciona como una tecnología de alto valor para mejorar los indicadores productivos en la porcicultura moderna, incluso en contextos como el ecuatoriano, donde la competitividad y la eficiencia alimentaria son factores determinantes para la rentabilidad del sector.

3. 4 TRABAJOS RELACIONADOS

En los últimos años, se han realizado varias investigaciones para analizar cómo la peletización del alimento afecta el rendimiento de los cerdos en varias etapas, incluyendo la fase de preceba. Los resultados han sido consistentes y demuestran que este sistema es más eficiente que la alimentación en forma de harina. En la Escuela Agrícola Panamericana de Zamorano (Honduras), (Velásquez, 2022) realizó un análisis comparativo entre dos dietas para lechones en las etapas antes y después del destete: ALCON® en forma de pellets y PRODUMIX® en forma de harina. El estudio,

realizado desde que los lechones tenían 5 hasta 70 días, incluyó lechones de las razas Yorkshire y Landrace, y se midieron aspectos como el aumento de peso, la eficiencia en el uso de alimento y el consumo diario de comida. Los resultados mostraron que el alimento en forma de pellets tuvo una mejor eficiencia alimentaria acumulada (1,50 frente a 1,69) y una mayor ganancia diaria promedio (469,15 g frente a 362,26 g). Sin embargo, no hubo diferencias significativas en el consumo de alimento y el peso corporal en días específicos. Esto indica que la forma del alimento afecta directamente la utilización de nutrientes y la conversión de energía (Velásquez, 2022). En Brasil, un estudio realizado por la Universidad de Federal do Paraná (2023) examinó cómo la forma del alimento (pellet frente a harina) y el peso inicial de los lechones influyen en la etapa de destete. Se utilizaron dietas isoenergéticas e isonutritivas para asegurar que las variaciones en el rendimiento se debieran solamente a la forma en que se presentaron los alimentos. Los resultados mostraron que los lechones que comieron pellets tuvieron una mejor conversión de alimento y un mayor consumo total, especialmente en los que tenían más peso al inicio. Esto se debe a que digerían mejor y desperdiciaban menos al comer.

Asimismo, un estudio realizado en Estados Unidos por Rosentrater, estudió el impacto del tiempo de acondicionamiento del pellet (15, 30 y 60 segundos) y comparó el pellet entero con el pellet que fue reprocesado a harina. El estudio mostró que mantener el calor por mucho tiempo hizo que el almidón se gelatinizara más y mejoró la forma en que los animales usan la comida, pero esto solo pasó si el pellet se mantuvo entero. Esto resalta que la estructura física es clave para aprovechar bien la dieta (Rosentrater et al., 2020).

También, investigaciones recientes han trabajado en la creación de dietas en forma de pellets con aditivos como probióticos, prebióticos y ácidos orgánicos, con el objetivo de

mejorar la salud intestinal y el rendimiento de los lechones en crecimiento, evitando el uso de antibióticos que promuevan el crecimiento. Por ejemplo, un estudio en *Animals* de MDPI (2020) demostró que los programas de alimentación sin medicamentos, junto con dietas de pellets, ayudaron a mantener el aumento de peso y la eficacia en la alimentación, además de disminuir los casos de diarrea después del destete y promover un microbioma intestinal más equilibrado. Esto indica que la peletización puede aumentar los beneficios de los ingredientes funcionales al mejorar la uniformidad y la accesibilidad de los nutrientes.

En el contexto de América Latina, ejemplos como el realizado por (Castaño, 2021) en Colombia mostraron que hacer pellets con el alimento reduce el desperdicio en hasta un 15%, aumenta la duración del pellet y mejora la consistencia en la cantidad que comen, aspectos importantes para maximizar el rendimiento en la etapa preceba, cuando el sistema digestivo del lechón aún está en desarrollo. En resumen, los estudios revisados concuerdan en que hacer pellets con el alimento proporciona ventajas productivas y económicas para cerdos en etapa de preceba, mejorando factores como la conversión de alimento, el aumento diario de peso y la digestibilidad de los nutrientes. Estos descubrimientos apoyan la adopción de sistemas de peletización como una forma efectiva de mejorar la producción de cerdos, especialmente en áreas productoras como Manabí, Ecuador, donde la cría de cerdos es importante tanto económicamente como socialmente.

III. CAPITULO III

1. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Descripción del sistema o proceso

La presente investigación se orienta a implementar y evaluar un sistema de peletización para la producción de alimentos balanceados destinados a cerdos en etapa de preceba, con el objetivo de mejorar la eficiencia alimenticia, la digestibilidad de nutrientes y la rentabilidad del sistema productivo. La etapa de preceba, que comprende aproximadamente desde las 6 hasta las 10 semanas de edad, es crítica para el desarrollo de los lechones, dado que su sistema digestivo aún se encuentra en proceso de maduración y presenta alta susceptibilidad a deficiencias nutricionales y problemas digestivos. Además, dentro de los aspectos más importantes de esta investigación se incluye la compra de una máquina para hacer pellets, lo que llevó a seleccionar una muestra de diez cerdos, divididos en dos grupos, de la raza Pietrain x Landrace. Un grupo recibió alimento en forma de pellets, y otro grupo recibió premezcla en forma de harina. Bajo la idea de que la peletización de los alimentos es un proceso mecánico que transforma la materia prima en pellets con la misma forma física, lo que ahorra espacio y hace más fácil el manejo, la ingesta y la digestión del alimento por los animales.

El proceso general incluye las siguientes etapas:

1. Recepción y preparación de ingredientes.
2. Mezcla uniforme de los ingredientes.
3. Molido y/o trituración para conseguir un tamaño de grano apropiado.

4. Peletización usando una máquina peletizadora, donde la mezcla se expone a altas temperaturas y presiones para crear los pellets.

5. Enfriamiento y almacenamiento del producto final.

Este análisis ayuda a comprender que elegir el equipo adecuado y optimizar cada fase son claves para asegurar un producto de calidad, que sea rentable y que ayude a aumentar la productividad en la producción de cerdos. Diseño y elección de tecnologías, herramientas o equipos a utilizar

La producción de cerdos hoy en día enfrenta varios retos, como la necesidad de mejorar la eficiencia en la alimentación, bajar los costos de operación y aumentar la calidad del alimento balanceado. La adopción de tecnologías nuevas, como los sistemas de peletización, es una estrategia importante para lograr estos objetivos. La peletización es un método que convierte los ingredientes en pellets uniformes, lo que hace más fácil su manejo, almacenamiento y consumo por los animales. También mejora la digestibilidad y disminuye las pérdidas durante el transporte y almacenamiento.

En esta sección se presenta un estudio de mercado que se centra en la implementación de un sistema de peletización para la producción de alimentos para cerdos en la fase de preceba. Se revisaron aspectos técnicos, económicos, logísticos y de sostenibilidad, también se hizo una entrevista a proveedores de máquinas peletizadoras, para identificar criterios de selección, preferencias y sugerencias para adoptar esta tecnología de manera efectiva.

2. 1. Innovación del Mercado Porcino y las Necesidades Tecnológicas

El sector de cerdos en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, en la granja experimental Río Suma, ha tenido un crecimiento constante, motivado por la

necesidad de carne de cerdo de buena calidad y precios accesibles. Sin embargo, los productores enfrentan dificultades como la variación en la calidad de los alimentos, altos costos de producción, complicaciones logísticas en el manejo de los alimentos, y la necesidad de seguir estándares de bienestar animal y sostenibilidad.

La innovación tecnológica, especialmente en la producción de alimentos, puede brindar beneficios competitivos importantes. La peletización, además de hacer que el uso y la gestión del alimento sean más eficientes, puede ayudar a disminuir la contaminación del medio ambiente y mejorar la salud digestiva de los cerdos, siempre y cuando el proceso se realice de forma adecuada.

3. 2. Objetivos de la investigación

1. Determinación del equipo adecuado para la óptima fabricación de los alimentos balanceados mediante un sistema de peletización en etapa de preceba
2. Evaluación del consumo de alimento peletizado en cerdos en etapa de preceba
3. Evaluación de la optimización del alimento peletizado según el consumo diario en etapa de preceba

Se llevaron a cabo los siguientes pasos para desarrollar esta encuesta del mercado:

1. Tipos de sistemas peletizados

Hay varias tecnologías en el mercado de Ecuador para Peletización, entre ellas:

1. Peletización eléctrica, ya que son adecuados para pequeñas producciones y ofrecen buena calidad con gránulos de polvo bajo. Son fáciles de operar y mantener.
2. Peletizadora de alta velocidad con un sistema automático, la cual es una excelente

opción para una producción de alta escala.

1. Criterio de selección

Los hallazgos más importantes en la selección de un sistema de peletización para alimentos de cerdo es:

1. Capacidad de producción: para ajustar la solicitud de demanda, se recomienda tomar un intervalo de 120-150 kg/h.

2. Consumo de energía: bajo consumo para reducir los costos operativos.

3. Mantenimiento: Simple, con la disponibilidad de repuestos en el mercado local.

4. Calidad de pellet: con una pequeña cantidad de polvo, buena cohesión y resistencia a la humedad.

5. Sistema de control de temperatura: para evitar el sobrecalentamiento y la preservación de los nutrientes.

1. Plan de implementación

La introducción de un sistema de peletización implica varias etapas:

Primera fase: planificación de recursos y obtención

1. Preparación detallada del presupuesto, incluido el costo de la compra de equipos, e instalación del equipo, capacitación y otros gastos operativos.

2. Obtención de los equipos y materiales necesarios.

3. Seleccionar el espacio apropiado para la instalación, teniendo en cuenta los aspectos de almacenamiento y seguridad.

Fase 2: Instalación y puesta en marcha

1. Instalación de la maquina peletizadora, conexiones eléctricas y sistemas de enfriamiento.
2. Capacitación del personal en acción, mantenimiento y seguridad.
3. Supervisión del funcionamiento de la peletizadora.

Fase 3: pruebas y configuraciones

1. Los experimentos piloto comienzan con varios alimentos.
2. Monitoreo de parámetros como temperatura, humedad y producción de pellets de calidad.
3. Ajustes necesarios en los parámetros de acción para optimizar el proceso.

Recursos requeridos:

1. Equipos y accesorios de peletización adicional.
2. Fuerza laboral especializada para la instalación y capacitación.
3. Materiales del consumidor (materias primas, aceites, energía eléctrica).
4. La condición del espacio físico para la acción.

Criterios opcionales y de preferencia

Capacidad de producción: todos están de acuerdo en que la potencia entre 120-150 kg/h es adecuada para la mayor producción media, lo que le permite equilibrar entre inversión y volumen.

Consumo de energía: se considera que la prioridad tiene un bajo consumo para reducir los costos operativos.

Mantenimiento: es esencial el mantenimiento y la disponibilidad de repuestos locales. Esto se propone capacitar a los empleados para tareas básicas y suficiente soporte técnico.

Calidad del granulo/pellet: la cohesión bajo contenido de polvo y resistencia a la humedad son aspectos importantes para evitar la pérdida y garantizar la recepción de los animales.

Cuando se instaló el equipo, se realizaron pruebas operativas para evaluar su rendimiento y adaptación a las necesidades del proceso. Estas pruebas incluyeron:

1. Verificación básica: la granulación comenzó con fórmulas estándar para controlar la producción y la calidad de los gránulos.

2. Evaluación del producto resultante: se evaluó la densidad, resistencia al desgaste, porcentaje de polvo y dimensión granular.

3. Control de potencia de producción: para medir la cantidad de pellets producidos durante un período determinado para medir si la capacidad instalada de 150 kg/t está registrada. Los resultados mostraron que el sistema se comportó correctamente profundizando los gránulos con las características deseadas de la época; Además, también proporcionó algunas pautas para encontrar áreas de mejora mediante la optimización de los parámetros y, por lo tanto, conduce a parámetros y procesos perfectos, aumentando así la eficiencia y reduciendo las pérdidas. El proceso de inspección la cual asegura que el procedimiento de fabricación y equipos implementados cumpla con los requisitos técnicos, financieros y de calidad establecidos en la propuesta, que establece que el sistema de producción de alimentos de cerdos preceba es sostenible y económicamente viable.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio muestran diferencias significativas en el consumo y desperdicio de alimento entre los tratamientos evaluados (pienso granulado y alimento harinoso), mostrando el efecto positivo del proceso de peletización en la eficiencia alimenticia de los cerdos en la etapa de engorde.

En relación al consumo de alimento, se observó que el consumo promedio de alimento granulado por día por animal fue de 1220 kg/día, mientras que el consumo de alimento en harina fue de 1055 kg/día. Esto corresponde a una diferencia de 0,165 kg/día a favor del pienso granulado. Este mayor consumo se puede atribuir a las propiedades físicas del pellet, como su mayor densidad, menor generación de polvo y mejor palatabilidad, que facilitan su consumo por parte de los animales. Además, el proceso de granulación mejora la uniformidad del pienso, evita la elección de ingredientes por parte del cerdo y garantiza un aporte de nutrientes más equilibrado.

Estos resultados concuerdan con lo informado en varios estudios de alimentación porcina, donde se ha encontrado que el alimento granulado mejora la ingesta de alimento y fomenta el consumo voluntario, especialmente en una etapa temprana, como la etapa de pre-engorde, cuando el desarrollo digestivo aún está en curso y los animales responden mejor a alimentos con mejores propiedades físicas. Por otro lado, el análisis del desperdicio de alimentos mostró diferencias aún más pronunciadas entre los tratamientos. El desperdicio promedio de alimento granulado fue del 4,69%, mientras que el desperdicio promedio de alimento harinoso fue del 12,08%. Esto supone una reducción del 61,18% en los residuos al utilizar pienso granulado. Esta importante diferencia se explica porque el pienso harinoso es más susceptible a pérdidas por dispersión, manipulación de los animales y formación de polvo, mientras que los pellets mantienen su integridad estructural, reduciendo las pérdidas durante el consumo. La reducción del

desperdicio tiene importantes consecuencias tanto desde el punto de vista económico como productivo, ya que aprovecha mejor el suministro de alimentos, reduce los costes de producción y mejora la eficiencia alimentaria. Además, una menor acumulación de pienso desperdiciado contribuye al mantenimiento de mejores condiciones higiénicas en la zona de alimentación, reduce el riesgo de propagación de microorganismos y mejora el ambiente del corral. En general, los resultados obtenidos confirman que los piensos granulados ofrecen ventajas significativas en comparación con los piensos harinosos en forma de mayor consumo y menos desperdicio. Estas ventajas ayudan a mejorar la eficiencia del sistema de producción porcina, especialmente durante la fase de engorde, donde la ingesta adecuada de alimento es esencial para el crecimiento y desarrollo óptimo de los animales.

1. Evaluación del consumo del alimento

En la evaluación del consumo del alimento balanceado peletizado y la premezcla en harina se encontraron diferencias al ($p < 0,05$), entre los tratamientos proporcionados a los cerdos en la etapa de preceba, por ende, se determinó que hubo un mayor consumo en el alimento peletizado sobre el alimento de harina.

Tabla 2. Consumo diario del alimento en kg para cerdos en la etapa de preceba alimentados con pellets y harina.

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
Harina	1,05	1,08	1,02	1,06	1,07	1,04	1,06	1,09	1,03	1,05
Peletizado	1,2	1,25	1,18	1,22	1,24	1,21	1,23	1,26	1,19	1,22

Optimización del alimento desperdicio en (%total/día)

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
Harina	12,5	10	15	11,67	10,83	13,33	11,67	9,17	14,17	12,5
Peletizado	6250	2340	7810	4690	3120	5470	3910	1560	7030	4690

2. Análisis Estadístico

Se utilizó la prueba t student para medias de dos muestras suponiendo varianzas iguales, tanto para el consumo como para el desperdicio de alimento en los tratamientos de harina y peletizado en cerdos de preceba. Esta prueba fue realizada con dos tratamientos cada una con diez repeticiones al ($p < 0,05$).

Tabla 4. Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales para el consumo de alimento de harina y peletizado (kg)

	Harina	Peletizado
Media	3,185	3,495
Varianza	0,006539	0,001006
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	0,003772	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-11,286208	
P(T<=t) una cola	7E-10	
Valor crítico de t (una cola)	1,734064	
P(T<=t) dos colas	1,3E-09	
Valor crítico de t (dos colas)	2,100922	

Tabla 5. Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales para el desperdicio de alimento de harina y peletizado (g)

	Harina	Pelletizado
Media	145	60
Varianza	472,2222	666,6667
Observaciones (Harina)	10	10
Varianza agrupada	569,4444	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	7,964862	
P(T<=t) una cola	0,99999987	
Valor crítico de t (una cola)	1,734064	
P(T<=t) dos colas	2,609E-07	
Valor crítico de t (dos colas)	2,100922	

IV. CAPITULO IV

1. 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. 4.1 CONCLUSIONES

Concluyo diciendo que la implementación de la peletizadora resulto ser eficiente en la elaboración de los alimentos peletizados, por ende, cumple con los requerimientos del proyecto en cuanto a la eficiencia y producción de los alimentos peletizados.

Se determinó que el consumo de alimento peletizado fue superior en comparación con el alimento en forma de harina, evidenciándose diferencias significativas entre ambos tratamientos. Esto demuestra que el alimento peletizado presenta mayor aceptabilidad y facilita la ingesta por parte de los lechones en etapa de preceba, contribuyendo a una alimentación más eficiente y uniforme.

En conclusión, la implementación del sistema de peletización en la producción de alimentos para cerdos en etapa de preceba representa una alternativa viable, eficiente y sostenible, que permite mejorar el consumo de alimento, reducir el desperdicio, optimizar el uso de los recursos y fortalecer la eficiencia productiva en la granja experimental Río Suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

2. 4.2 RECOMENDACIONES

Recomiendo que se realicen seguimientos en el control del alimento peletizado para evitar fallas en la alimentación en los cerdos en la etapa de preceba.

También recomiendo la implementación del sistema de peletización de alimentos para los cerdos en la etapa de preceba, ya que esta es muy viable para mejorar la producción alimenticia y también ayuda a la reducción de los costos en la alimentación.

Bibliografía

Abdollahi, M. R., Svihus, B., & Ravindran, V. (2013). *Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value*. *Animal Feed Science and Technology*, 179(1-4), 1-23. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.10.011>

Barrera, F., Cuarón, J. A., & Avilés, C. (2019). *Nutrición del cerdo en crecimiento y finalización*. Universidad Autónoma de México.

NRC (National Research Council). (2012). *Nutrient Requirements of Swine* (11th ed.). National Academies Press.

Zhou, Y., Yang, H., & Wang, X. (2018). *Effects of feed form and feed particle size on performance and digestive function in pigs*. *Animal Nutrition*, 4(1), 73–77. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.11.003>

Rostagno, H. S., et al. (2017). *Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos*. 4ª ed. Universidad Federal de Viçosa, Brasil.

Soto, A., Martínez, C., & Ramírez, J. (2018). Efecto de la forma física del alimento en el rendimiento productivo de cerdos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 31(2), 123-132.

Thomas, M., van Zuilichem, D. J., & van der Poel, A. F. (2021). Physical quality of pelleted animal feed: 1. Criteria for pellet quality. *Animal Feed Science and Technology*, 270, 114699.

Beaulieu, A. D., Patience, J. F., & Gillis, D. (2009). *The effect of diet form and particle size on performance and carcass characteristics of pigs from weanling to market weight*. *Canadian Journal of Animal Science*, 89(3), 455–463.

Behnke, K. C. (1994). *Factors affecting pellet quality*. Maryland Nutrition Conference for Feed Manufacturers, 44–54.

Castaño, G. A., et al. (2021). *Evaluación de la calidad física y nutricional del alimento peletizado en porcicultura intensiva*. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 34(2), 145–156.

Engormix. (2020). *Effects of creep feed pellet diameter on suckling and nursery pig performance*. Engormix. https://en.engormix.com/pig-industry/piglets-nutrition/effects-creep-feed-pellet_a41750

Groesbeck, C. N., Goodband, R. D., Tokach, M. D., DeRouchey, J. M., Nelssen, J. L., Dritz, S. S., & Fahrenholz, A. C. (2009). *Effects of pellet quality on pig performance in nursery and finishing diets*. *Journal of Animal Science*, 87(12), 3905–3912. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1724>

- Jiang, W., Zhang, Y., Li, F., & Zhang, Y. (2019). *Pellet quality and feed formulation*. In V. Ravindran (Ed.), *Feed Pelleting and Quality* (pp. 85–104). Wageningen Academic Publishers. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-891-9>
- Laitat, M. (2004). *Influence of diet form (pellets or meal) on the optimal number*. Proceedings of AASV.
- MDPI. (2020). *Applicability of an Unmedicated Feeding Program Aimed to Reduce the Use of Antimicrobials in Nursery Piglets: Impact on Performance and Fecal Microbiota*. *Animals*, 10(2), 242. <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/2/242>
- Nemechek, J. E., Tokach, M. D., Goodband, R. D., DeRouchey, J. M., & Dritz, S. S. (2015). *Effects of pelleting, added fat, and diet formulation on nursery pig performance*. *Journal of Animal Science*, 93(6), 2705–2712. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8622>
- NRC (National Research Council). (2012). *Nutrient Requirements of Swine* (11th ed.). The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13298>
- OMAFRA. (2016). *Creep feeding to improve piglet performance*. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. <https://www.ontario.ca/page/creep-feeding-improve-piglet-performance>
- Patience, J. F., Rosentrater, K. A., & Zijlstra, R. T. (2019). *Sustainable Swine Nutrition*. Wiley-Blackwell.
- Purina Animal Nutrition. (2012). *The value of pelleted pig nursery diets*. Purina Mills. <https://www.purinamills.com/swine-feed/education/detail/the-value-of-pelleted-pig-nursery-diets>
- Reimer, L., Fairbairn, S. L., & Classen, H. L. (2009). *Effect of particle size on performance and intestinal morphology in pigs*. *Canadian Journal of Animal Science*, 89(3), 353–360. <https://doi.org/10.4141/CJAS09006>
- Rosentrater, K. A., et al. (2020). *Effects of pelleting conditioner retention time on nursery pig growth performance*. *Journal of Animal Science*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26020886>
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R. F., Lopes, D. C., ... & Euclides, R. F. (2017). *Tablas brasileiras para aves y cerdos: composición de alimentos y requerimientos nutricionales* (4ª ed.). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.
- Study on pelleting conditioner retention time. (2015). *Effects of pelleting conditioner retention time on nursery pig growth performance*. *Journal of Animal Science*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26020886>
- Thomas, M., van Zuilichem, D. J., & van der Poel, A. F. B. (1998). *Physical quality of pelleted animal feed: 1. Criteria for pellet quality*. *Animal Feed Science and Technology*, 61(1–4), 89–112. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(96\)01174-8](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(96)01174-8)
- Thomas, M., van Zuilichem, D. J., & van der Poel, A. F. B. (2020). *Physical quality of*

pelleted animal feed: A review. Animal Feed Science and Technology, 261, 114347.

Whittemore, C. T., & Kyriazakis, I. (2006). *Whittemore's Science and Practice of Pig Production* (3rd ed.). Blackwell Publishing.

3. ANEXOS



Anexo 1. Máquina pelletizadora



Anexo 2. Resivimiento de la máquina



Anexo 3. Capacitación del uso de la pelletizadora



Anexo 4. Proceso de realizacion del pellet con harina (premezcla)



Anexo 5. Obteniendo resultados



Anexo 6. Resultados de la realización del pellet



TESIS FINAL DINA LOOR

6%
Textos sospechosos

- 5% Similitudes (Ignorado)
 - 0% similitudes entre comillas
 - 0% entre las fuentes mencionadas
- 6% Idiomas no reconocidos
- 11% Textos potencialmente generados por la IA (Ignorado)

Nombre del documento: TESIS FINAL DINA LOOR.docx
ID del documento: 11c1f0bff3a92f5b327792dc4f914cc7502fa9e3
Tamaño del documento original: 2,07 MB

Depositante: Klever Mejía Chanaluisa
Fecha de depósito: 14/8/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 14/8/2025

Número de palabras: 8952
Número de caracteres: 61.684

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	TESIS FINAL KEILLY MARQUEZ.docx TESIS FINAL KEILLY MARQUEZ #401ca5 Viene de de mi biblioteca 10 fuentes similares	10%		Palabras idénticas: 10% (959 palabras)
2	TESIS FINAL JENIFFER LOOR.docx TESIS FINAL JENIFFER LOOR #b6b77f Viene de de mi biblioteca 13 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (332 palabras)
3	TESIS FINAL VICTOR CHICAIZA.docx TESIS FINAL VICTOR CHICAIZA #30394d Viene de de mi biblioteca 10 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (280 palabras)
4	TESIS FINAL DAMARIS VIDAL.docx TESIS FINAL DAMARIS VIDAL #91a4c7 Viene de de mi biblioteca 9 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (187 palabras)
5	ijmsoridi.com http://ijmsoridi.com/index.php/ijmsor/article/download/82/71 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario #5cbe4 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
2	hdl.handle.net Dinámica de la producción de residuos particulados en granjas ... http://hdl.handle.net/10045/67620	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)
3	dokumen.tips (PDF) INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICOspace.istvidanueva.e... https://dokumen.tips/documents/instituto-superior-tecnol-sometido-a-la-presentacin-pblica-y...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)
4	www.redalyc.org Use of diets with Moringa oleifera (stems + leaves) meals in la... https://www.redalyc.org/pdf/1930/193049037012.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (15 palabras)
5	Documento de otro usuario #b0dd25 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.10.011>
- <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.11.003>
- <https://en.engormix.com/pig-industry/piglets-nutrition/effects-creep>
- <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1724>
- <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-891-9>



Dr. Fernando Mejía
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA