

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 INICIAL”**

AUTOR: JENIFFER LISBETH LOOR GÓMEZ

TUTOR: Mvz. KLEBER FERNANDO MEJIA CHANALUISA, 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 **Jeniffer Lisbeth Loor Gómez**, legalmente matriculada 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 paletización en la producción de alimentos para cerdos etapa inicial”**

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 de 2025




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 INICIAL**

AUTOR: JENIFFER LISBETH LOOR GÓMEZ

TUTOR: MVZ. KLEBER FERNANDO MEJIA CHANALUISA, Mg. Sc

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIA**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ing. Tacuri Troya Elizabeth Telli, Mg.

Ing. Vivas Cedeño Jorge Sifrido, Mg.

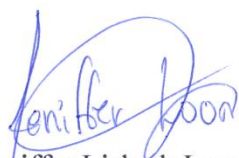
Ing. Cedeño zambrano José Randy, Mg.

Three handwritten signatures in blue ink are positioned 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 name.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, JENIFFER LISBETH LOOR GOMEZ con cedula de ciudadanía 230055879-4, 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 INICIAL"**, esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total e su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos Y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados

Atentamente,



Jeniffer Lisbeth Loor Gomez.

DEDICATORIA.

Dedico este logro a Dios mi guía, mi sabiduría, mi fuerza y mis ganas ya que el está presente en cada uno de mis pasos manteniendo de pies para poder seguir y no rendirme, superar todos los desafíos.

A mis padres los pilares principales mis dos seres amados, Lusmila Gomez y Higinio Looor esto sin ustedes no se podría haber logrado mis fuentes de inspiración, les debo todo lo que soy hoy en día cada enseñanza que me impartieron, dedicación, motivación, y esfuerzo se basa en este y en otros logros que tendré y tengo, sus nombres están en cada uno de ellos.

A mis hermanos Cristian, Luis, Isaac y Eimy por estar presente y brindarme su apoyo incondicional por poder crecer con ustedes y brindarme su compañía.

A mis panitas por estar presente en cada racha de este largo camino.

AGRADECIMIENTO.

Primeramente, agradezco a Dios por estar presente en mi vida en mis logros en mis días duros sin su presencia no podría lograr nada, gracias.

A mi madre Lusmila Gomez mujer aguerrida, fuerte, ejemplar, trabajadora, única le agradezco por las palabras en los momentos indicados por las risas, los abrazos más dulces y calidos que llenan mi alma y corazón, gracias por creer en mi incluso cuando yo mismo dudada, este logro es suyo.

A mi padre Higinio Loor, gracias por cada consejo, cada abrazo, por su amor incondicional es uno de mis guias en este largo camino además por impartirme su conocimiento. Es un gran padre y me siento inmensamente feliz porque es mi acompañante en esta vida, este logro es suyo.

“Mami y papi, gracias por ser mis guias mis protectores mis maestros por cada lagrima congelada y por cada esfuerzo silencioso que hicieron por mí, los amo con todo mi corazón”.

Gracias hermanos por impulsarme y estar hay en mis momentos de risas y carcajadas, apoyarme sin que yo me enterara, los amo con todo mi corazón.

ÍNDICE

PORTADA	I
CERTIFICADO TUTOR.....	II
CERTIFICADO TRIBUNAL.....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	III
DEDICATORIA.	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	IX
RESUMEN	X
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	3
1 MARCO TEÓRICO	3
1.1 Definición y beneficios de la peletización.....	3
1.1.1 Los principales beneficios de la peletización incluyen:	4
1.2 Importancia de la peletización en la alimentación animal	4
1.3 La producción de alimentos balanceados para cerdos	5
1.4 Importancia de la Peletización en la Producción Porcina.....	5
1.5 Componentes y Equipamiento para la Peletización	6
1.6 Evaluación del Consumo y Optimización del Alimento Peletizado en la producción porcina.	7
1.7 Características de los alimentos peletizados.....	8
1.8 Proceso de peletización	9
1.9 Factores que afectan la calidad del alimento peletizado	10
1.10 Consideraciones para la implementación de un sistema de peletización.....	11
1.11 Evaluación del consumo de alimentos peletizados en cerdos en etapa inicial	11
1.12 Estudios de preferencia y aceptación del alimento peletizado.....	12
1.13 Análisis del consumo diario y semanal de los cerdos.....	12
	VI

1.14 Optimización del alimento peletizado en etapa inicial	13
1.14.1 Ajuste de la formulación y de los parámetros de procesamiento	13
1.14.2 Evaluación del desempeño zootécnico de los cerdos.	13
1.15 Consideraciones económicas y de sostenibilidad	14
1.15.1 Impacto ambiental y estrategias de sostenibilidad	15
1.15.2 Impacto Ambiental de la Producción de Alimentos para Cerdos en Etapa Inicial	15
1.15.3 La Peletización como Estrategia de Sostenibilidad	16
1.15.4 Estrategias de Sostenibilidad en la Implementación del Sistema de Peletización	17
1.15.5 Beneficios ambientales y sociales de la implementación de la peletización	18
1.15.6 Retos y Consideraciones.....	18
CAPITULO II	1
INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	1
CAPÍTULO III	6
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
3.1 Localización de la unidad experimental	6
3.2 Caracterización agroecológica de la zona.....	7
3.3 Variables	7
3.4 Variables independientes	8
3.4.1 Métodos de elaboración de alimento.....	8
3.4.2 Frecuencia de administración.....	8
3.5 Variables dependientes.....	8
3.6 Unidad Experimental	8
3.7 Características de las Unidades Experimentales	8
3.8 Instrumentos de medición	10
3.8.1 Materiales y equipos de campo.....	10

3.8.2	Materiales de oficina y muestreo.....	10
3.8.3	Manejo del ensayo	10
CAPÍTULO IV.....		11
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
4.1	Variables fenológicas	11
	Tabla 4. Período de evaluación en consumo.....	11
4.2	Análisis estadístico.	12
CAPITULO V.		14
CONCLUSIONES.		14
CAPITULO VI.....		15
RECOMENDACIONES.		15
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		XXXV

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características agroecológicas de la localidad	7
Tabla 2. Motor.	9
Tabla 3. Esquema del diseño metodológico.	9
Tabla 4. Período de evaluación en consumo	11
Tabla 5. Período de evaluación en residuo.	12
Tabla 6. Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales para el consumo de alimentos de harina y pelletizado (kg).....	12
Tabla 7. Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales para el desperdicio de alimento de harina y pelletizado (g).	13

RESUMEN

El propósito de este estudio es evaluar el efecto del uso de pellets sobre el consumo, crecimiento y costes en los cerdos en la fase inicial, donde el requerimiento específico de alimentación, es fundamental a través de un buen alimento. La metodología adoptada fue de tipo cuantitativo y cualitativo, con experimentos realizados en la Granja Experimental Río Suma con 10 cerdos distribuidos en grupos, uno de control y otro experimental, en condiciones controladas. Se diseñó y utilizó una peletizadora eléctrica de capacidad de 80 a 150 kg/h en la que se elaboró una mezcla específicamente formulada de 19% de proteína, acondicionado con vapor y enfriado para su conservación. Los resultados obtenidos muestran que con los grupos alimentados con pellets se obtuvieron mayores consumos por cerdos/día, incrementos de peso y de velocidad de crecimiento significativos, además de una mejor conversión alimenticia que con la alimentación tradicional. Lo cual permitió concluir que la utilización de un sistema de peletización en la crianza inicial de los cerdos es eficiente para mejorar cualquier variable de interés, reducir gastos y mejorar el aprovechamiento de los alimentos. La inversión en maquinarias apropiadas y en controlar bien el proceso de realización puede reportarles ingresos muy valiosos, fomentando así la utilización de un sistema de producción porcina más eficiente y sostenible.

Palabras claves: Sistema, peletización, producción, alimentos, cerdos

ABSTRACT

The purpose of this study is to evaluate the effect of using pellets on consumption, growth, and costs in pigs in the initial phase, where specific feeding requirements are essential through good nutrition. The methodology adopted was quantitative and qualitative, with experiments carried out at the Río Suma Experimental Farm with 10 pigs divided into groups, one control and one experimental, under controlled conditions. An electric pellet mill with a capacity of 80 to 150 kg/h was designed and used to produce a specifically formulated mixture of 19% protein, conditioned with steam and cooled for preservation. The results obtained show that the groups fed pellets had higher consumption per pig/day, significant increases in weight and growth rate, and better feed conversion than with traditional feeding. This led to the conclusion that the use of a pelletizing system in the initial rearing of pigs is efficient in improving any variable of interest, reducing costs, and improving feed utilization. Investing in appropriate machinery and properly controlling the production process can yield valuable returns, thus promoting the use of a more efficient and sustainable pig production system.

Keywords: System, pelletizing, production, feed, pigs

INTRODUCCIÓN

La cría de cerdos ha experimentado grandes avances en los últimos años, así como también en los parámetros productivos de los propios animales. Uno de los aspectos que se ha traducido en este avance es la alimentación animal que, desde el punto de vista económico tiene gran relevancia, ya que representa entre el 80 y el 85% de los costes totales de la producción porcina. La mejora o tecnología de la preparación de alimentos ha sido uno de los aspectos que se ha querido conseguir y diversos métodos innovadores han conseguido mejorar las características nutritivas de las dietas. En este sentido, el proceso de peletización se justifica y es un método muy eficaz para mejorar la digestibilidad de los alimentos, reducir el desperdicio de esos alimentos y garantizar la homogeneidad de la calidad de los mismos, y que son aspectos que mejoran la eficiencia de producción y la rentabilidad de las explotaciones porcinas (Castillo, 2015).

El objeto de estudio de esta investigación se centra en la implementación de un sistema de peletización en la producción de alimentos para cerdos en sus primeras etapas en una granja de porcina en un área que requiere mejorar la eficiencia en la alimentación animal. La necesidad de optimizar los recursos, de reducir los gastos o de optimizar la calidad del producto final, es lo que motiva la aplicación de esta tecnología, sobre todo en un escenario en donde la inversión de maquinaria y la adecuación del entorno son factores que tienen un impacto económico considerable para pequeños y medianos productores (Godoy, 2023). El conflicto que mueve esta investigación es el alto coste de la implementación de un sistema de peletización, que incluye la adquisición de maquinaria, la formación de la mano de obra y la adaptación del entorno de trabajo, cosa que plantea dudas alrededor de si la inversión económica puede justificarse, sobre todo en cuanto a aquellos productores que no hacen unas elevadas producciones y que tienen dificultades para argumentar los gastos de inversión frente a los beneficios en el corto plazo.

En este sentido, el objetivo general de la investigación es el implementar un sistema de peletización en la producción de alimentos para cerdos en etapa inicial, mejorar la eficiencia productiva y los costos de alimentación. La investigación intenta aportar las bases necesarias para determinar si podría ser posible la introducción de esta tecnología en pequeños y medianos productores de cerdos, y, por lo tanto, la posibilidad de adoptar un manejo más eficiente y sustentable de la producción de cerdos.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Establecer la implementación de un sistema de peletización en la producción de alimentos para cerdos etapa inicial.

Objetivos específicos

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

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Definición y beneficios de la peletización

La peletización es el proceso de acondicionamiento físico de los alimentos balanceados, de modo que compactando y aglomerando los ingredientes obtengan un tamaño pequeño de gránulos (pellets) en forma de pequeños gránulos, representación de un proceso por el cual, a través de la adición de calor y presión al mismo tiempo que la humedad, se complementa la transformación de la materia prima desde una forma física aislada hacia otra más apta para el consumo animal (Guido y Urroz, 2024).

La peletización es una alternativa a la forma tradicional de presentación de los alimentos balanceados, que era la harina o mash y cuyas desventajas eran la segregación de ingredientes, baja densidad y dificultad en el manejo y transporte. Los alimentos peletizados poseen ventajas como una mayor densidad, homogeneidad de la mezcla, mayor palatabilidad y facilidad en el manejo y distribución (Marin, et al., 2024).

La peletización consiste en triturar finamente los ingredientes secos (cereales, proteínas, minerales y aditivos) hasta un tamaño adecuado de partículas, mezclarlas hasta lograr una masa homogénea (mezcla de los ingredientes secos), acondicionarla en un acondicionador aplicando calor y vapor de agua para ablandar y gelatinizar los almidones presentes. En segundo lugar, la masa acondicionada pasa por una matriz, donde se ve obligada a adoptar la forma de pequeños cilindros o perlas. El proceso de peletización, debido a las condiciones de presión y calor que se le aplican en la extrusión hacen que esa misma materia prima experimente transformaciones físicas y químicas, tales como la desnaturalización de proteínas, gelificación de los almidones, entre otros (Ormeño, 2025).

Estos cambios producen una mejora de la digestibilidad y la biodisponibilidad de los nutrientes, lo que se traduce en una mayor eficiencia de utilización por parte de los animales. Como el incremento de las características físicas y nutricionales de los alimentos balanceados, la peletización también presenta las ventajas de la reducción de la segregación de ingredientes, de las pérdidas por polvo, el aumento de la higiene y conservación de los alimentos, entre otros (Taica, 2020). La peletización también permite mejorar el transporte y la manipulación de los alimentos, lo que se traduce en una mayor eficiencia logística y en una disminución de los costos de distribución. En conclusión, la peletización es un paso fundamental en la producción de alimentos balanceados dado que transforma los ingredientes en una forma física adecuada

para el consumo animal, mejorando la eficiencia nutricional, la palatabilidad y la facilidad de manejo de los alimentos.

1.1.1 Los principales beneficios de la peletización incluyen:

- Mejora de la calidad física y estructural: La peletización produce pellets de mayor densidad y mayor durabilidad y resistencia a la disgregación, propiedades que potencian su manipulación, su transporte y su almacenamiento (Rocandio, 2024).
- Aumento de la palatabilidad y aceptación: La peletización permite que los animales acepten mejor el alimento, lo que permite reforzar el argumento del crecimiento del consumo voluntario (Ramírez, 2020).
- Mejora de la digestibilidad: La peletización permite que los nutrientes se vean sometidos a un tratamiento térmico que, indudablemente, incrementa la disponibilidad de los nutrientes a ser absorbidos por el animal (Blanco y Esmatly, 2021).
- Disminución de las pérdidas: Una mayor posibilidad de apilamiento y cohesión del pellet disminuye las pérdidas por derrame y desperdicios durante la alimentación (Bonilla, 2024).
- Control de los contaminantes: La peletización disminuye o elimina los microorganismos patógenos, los insectos y plagas que pueden afectar la calidad e inocuidad del alimento (Mariño, et al., 2024).

1.2 Importancia de la peletización en la alimentación animal

La peletización constituye una tecnología de suma importancia en la industria de la alimentación animal, y permite un alto incremento de la eficiencia y calidad de los alimentos balanceados. En el caso de la alimentación de los cerdos, la peletización juega un rol fundamental. Los cerdos son animales monogástricos que tienen un sistema digestivo que se ha adaptado para procesar alimentos de consistencia blanda y de fácil digestibilidad. La peletización favorece el consumo y la asimilación de los nutrientes por los cerdos, que a su vez se traducen en un mejor aprovechamiento de la dieta (Rojas, 2021).

Por otro lado, la peletización limita la selección de ingredientes por parte de los cerdos evitando que sean capaces de rechazar alimentos o consumir de forma descompensada los ingredientes que lo componen y que favorecerá una nutrición más equilibrada y homogénea, aspecto principal y necesario el cual contribuirá a optimizar el crecimiento, la conversión alimenticia y el estado general de los animales (Liaño, et al., 2023).

Otra ventaja, y no menos importante, es la mayor higiene y conservación de este alimento, pues

los ingredientes al compactarse disminuyen la proliferación de microorganismos y de contaminación por insectos o roedores; por lo que se suma a las ventajas que repercuten en la inocuidad y mayor vida útil del producto (Toapanta, 2024).

En resumen, la peletización es una de las tecnologías imprescindibles para la producción de alimentos balanceados para los cerdos, ya que eleva la calidad física, nutricional y sanitaria de los piensos, optimizando así el rendimiento y la salud de los animales.

1.3 La producción de alimentos balanceados para cerdos

La elaboración de alimentos balanceados de cerdos es un proceso de gran complejidad, ya que involucra diversas etapas y consideraciones técnicas. El objetivo principal de la elaboración de alimentos balanceados para cerdos es formular y elaborar dietas que cumplan con los requerimientos nutricionales de los cerdos de cada etapa de desarrollo, con la finalidad de maximizar su potencial productivo de forma eficiente y sostenible (Cazzadore, 2023).

El procedimiento comienza con la cuidadosa elección de los ingredientes que formarán parte de la dieta, considerando el coste, la disponibilidad y su valor nutritivo. Estos ingredientes pueden ser cereales, oleaginosas, subproductos agroindustriales, minerales y aditivos. En todo caso, eso requiere realizar un exhaustivo análisis de la composición química y el valor nutritivo de cada uno de los componentes (Giménez, 2023).

Al reunir los ingredientes, se procede a la molienda y la mezcla. La molienda busca reducir el tamaño de partícula de los ingredientes, mejorando la digestibilidad y la homogeneidad de la mezcla; y posteriormente, los ingredientes se mezclan de forma exhaustiva para asegurar homogeneidad en la distribución de los nutrientes.

1.4 Importancia de la Peletización en la Producción Porcina

La peletización es un proceso esencial para la producción de cerdos, pues permite obtener muchos beneficios, sumando a mejorar la eficacia y la calidad de la alimentación de los cerdos. Esta técnica consiste en la compactación y aglomeración de distintos ingredientes que forman parte de la dieta, que da como resultado un alimento en forma de pellet. Uno de los principales beneficios que se obtiene con la peletización es la mejora en la digestibilidad de los nutrientes. Se genera una ruptura de las paredes celulares y una gelatinización de los almidones, mediante la compactación y presión de los ingredientes, lo que favorece la absorción de nutrientes por parte del animal, esto conlleva la mejora en el uso de la energía y los nutrientes, lo que conduce a un mejor crecimiento y desarrollo en los cerdos (Fernández, 2024).

La peletización mejora, además, la palatabilidad del alimento, por lo que también se incrementa el consumo. Esta propiedad es especialmente relevante para las etapas de crecimiento y engorde, dado que el consumo de alimento tiene mucha relevancia para poder conseguir nuestros objetivos de producción. Así mismo, se reduce el desperdicio de alimento, ya que los pellets son más fáciles de manipular y transportar y se evita la separación de los ingredientes (Quintero y Mudarra, 2024).

Otro beneficio importante de la peletización es la higiene y la seguridad alimentaria, ya que el alimento se encuentra mejor homogeneizado al pasar por el proceso de peletización, lo que hace que disminuya la probabilidad de contaminación por patógenos. Con una temperatura y presión correcta a la hora de peletizarla, se pueden eliminar el resto de microorganismos dañinos que puedan quedar. La peletización también ayuda a la reducción de los costes de producción. Con la mejor asimilación y la mejor ingestión del alimento, se produce un mayor rendimiento en la conversión alimenticia y, por lo tanto, se consume menos (Fernández A. , 2024).

Y al ser los pellets más fáciles de manejar y transportar, se ahorra en las operaciones y costes de estas actividades. En definitiva, la peletización es una buena práctica que se deberá tener en cuenta en la producción porcina, ya que también ofrece los suficientes beneficios como para una mejora en la eficiencia, la calidad y la rentabilidad de la explotación (Ripoll, 2024). Desde mejorar la digestibilidad y la palatabilidad de la comida, a la mejora en la higiene y la seguridad alimentaria, la peletización es una práctica obligada dentro de la industria porcina.

1.5 Componentes y Equipamiento para la Peletización

La peletización es un proceso importante dentro de la producción de alimentos para los animales, pues permite mejorar la calidad y la eficiencia del alimento. El proceso de granulación o peletizado consiste en el tratamiento que se somete al alimento para la producción de pequeñas partículas o gránulos del tipo de alimento, facilitando un manejo, almacenamiento y transporte, así como mejorando la palatabilidad y la digestibilidad del tipo de alimento (Galarza, 2022).

Los componentes y el equipo utilizados en el proceso de peletización son:

- **Molino:** El molino es el primer equipo que se emplea en la fabricación del alimento, ya que se encarga de reducir el tamaño de las partículas de los ingredientes que lo forman. Para mejorar la compactación y la uniformidad del pellet es importante que los ingredientes del alimento sean de menor tamaño. Existen diversos tipos de molinos como por ejemplo de martillos, de cuchillas y de rodillos que se caracterizan por sus

características técnicas y por la eficiencia obtenida (Sánchez, et al, 2022).

- Mezclador: El mezclador tiene la propiedad de homogeneizar los ingredientes del alimento, haciendo que se produzca un reparto de todos los componentes del alimento homogéneamente, lo que se relaciona íntimamente con la calidad que tiene que tener el pellet (Amán, 2024).
- Acondicionador: El acondicionador es el equipo que se encarga de calentar e hidratar los ingredientes del alimento antes de la peletización. Este proceso hace que los ingredientes del alimento sean más plásticos y ayuden a la compactación de los ingredientes en el proceso de peletización (Blanco y Esmatly, 2021).
- Peletizadora: La peletizadora es la parte central del proceso de peletizado. Este equipo responde de aprovechar la compresión y el aglomerado de los ingredientes del alimento en forma de pequeños gránulos o pellets. Pueden existir diferentes tipos de peletizadoras, como anillo, matriz plana, o matriz anular, cada uno con unas determinadas características y rendimientos (Amán, 2024).
- Enfriador: El enfriador se encarga del enfriamiento de los pellets recién producidos, lo cual permite que se endurezcan y mantengan su forma, de igual manera que también ayuda a mejorar la estabilidad y la vida útil del alimento peletizado (Blanco y Esmatly, 2021).
- Empacadora: La empacadora es la máquina que se encarga de empacar el alimento peletizado en bolsas o sacos, de forma que pueda transportarse o almacenar (Amán, 2024).

Dejando aparte estos componentes principales también hay otro tipo de máquinas y/o accesorios que se pueden usar en el proceso de peletización como separadores de polvo, sistemas de control de temperatura y humedad, y sistemas de seguridad y control (Chávez, 2021).

La selección y diseño adecuado de estos componentes y equipamiento es clave en asegurar la eficiencia y la calidad del proceso de peletizado, lo que se traduce en una mejora en la producción y la rentabilidad de la explotación ganadera.

1.6 Evaluación del Consumo y Optimización del Alimento Peletizado en la producción porcina.

La peletización de los alimentos para cerdos constituye una práctica muy extendida en la industria porcina, ya que ofrece muchas ventajas en términos de eficiencia alimentaria y del desempeño productivo de los animales. Uno de los principales beneficios del alimento peletizado es el incremento del consumo de los cerdos. Los pellets son más palatables y

aceptados por los animales, lo que conlleva un gran stock de consumo voluntario. Esto es así porque la peletización hace más adecuada la textura y la densidad del alimento convirtiéndolo en más atractivo y fácil de ingerir para los cerdos (Cerisuelo y Calvet, 2020).

Por otro lado, la peletización también mejora la digestibilidad de los nutrientes por el hecho que el proceso de empacado y el calentamiento del alimento provoca que se altere la estructura de los ingredientes, haciendo que sean más fácilmente absorbidos a nivel intestinal. Todo ello contribuye a una mejor eficiencia de aprovechamiento de los nutrientes como consecuencia de mejora.

1.7 Características de los alimentos peletizados

- **Composición nutricional:** Los alimentos peletizados poseen una composición nutricional equilibrada y adaptada a las necesidades específicas de los animales a los que irán destinados. En la formulación de estos piensos se incluye una mezcla de ingredientes que son cereales, proteínas de origen bien sea vegetal bien animal, grasas, vitaminas y minerales. La adecuada selección de estos componentes permite poder asegurar que el alimento peletizado aporta las cantidades adecuadas de todos y cada uno de los nutrientes esenciales que satisfacen los requisitos nutricionales de los animales (Cáceres, 2024).
- **Propiedades físicas:** las principales propiedades de los alimentos peletizados es su estructura física compacta y dura a causa de la peletización. Esta dureza la proporciona el calor y la presión que se emplea para aglomerar, compactar los ingredientes en forma de pellets o gránulos. Como resultado de tal proceso, el alimento aporta una mayor densidad y resistencia a la desintegración lo que permite un fácil manejo, almacenamiento y transporte. Por otro lado, generalmente, el tamaño de las partículas de los pellets suele ser homogéneo favoreciendo así el hacerse una dieta más homogénea, así como la aceptación por parte de los animales (Castillo, 2015).
- **Estabilidad y conservación de los nutrientes:** el proceso de peletización también ayuda a la estabilidad y conservación de los nutrientes que contiene el alimento. La aplicación de calor y presión durante el proceso de peletización ayudan a inactivar las enzimas e microorganismos que puedan degradar los nutrientes, así como a la mayor estabilidad y vida del producto. Además, la compactación de los ingredientes en pellets minimiza su exposición a factores externos como la oxidación, la humedad y la contaminación, lo que favorece su conservación durante el almacenamiento y el transporte (Cerisuelo y

Calvet, 2020).

1.8 Proceso de peletización

Etapas del proceso: El proceso de peletización consta de etapas:

- Molienda: Los ingredientes de la formulación de alimento peletizado son sometidos al proceso de molienda, con la finalidad de reducir el tamaño de partícula y obtener una mejor uniformidad de la mezcla.
- Acondicionado: La mezcla molida es sometida al proceso de acondicionado, en el que se introduce vapor de agua y se incrementará la temperatura, con el objetivo de gelatinizar los almidones, desnaturar las proteínas y mejorar la cohesión de los ingredientes.
- Peletización: En el proceso de peletización, la mezcla acondicionada se cargará en la prensa de peletización, en la que se somete a presión y calor, lo que permite que se compacten y aglomeren en la forma de pellets.
- Enfriamiento: Los pellets se hacen pasar por el enfriador para reducir su temperatura y estabilizar su estructura (Toapanta, 2024).

Parámetros críticos: Desde la perspectiva de la peletización, hay distintos parámetros críticos que deben ser controlados y ajustados correctamente para obtener un producto final de calidad superior: Temperatura: La temperatura de las distintas fases del proceso, especialmente la del acondicionamiento y la de peletización, es básica para conseguir la gelatinización de los almidones o la desnaturalización de las proteínas, lo que favorece la cohesión y calidad del pellet (Castillo, 2015).

Humedad: El porcentaje de humedad de la mezcla durante el acondicionamiento y la peletización es fundamental para el flujo de los ingredientes y la formación de pellets; unos adecuados niveles de humedad divierten el proceso de compactación y de estabilidad de los pellets (Chávez, 2021).

Presión: La presión que se aplica durante la peletización es responsable de la compactación y aglomeración de los ingredientes que aporta la dureza y la densidad del producto final.

Velocidad: La velocidad de los diferentes elementos del equipo a implementa

1.9 Factores que afectan la calidad del alimento peletizado

1. **Materias primas (ingredientes, formulación):** La calidad de las materias primas empleadas es fundamental para obtener un alimento peletizado de calidad superior. La formulación del alimento ha de tener en cuenta la composición, características de los ingredientes, es decir, tamaño de las partículas, porcentaje de humedad, grasa y proteína. Estos factores son susceptibles de incidir sobre la aglomeración y la cohesión como también en la peletización. Al mismo tiempo, la proporcionalidad y la compatibilidad de los ingredientes dentro de la formulación dan forma al de pellet, a la resistencia y a la estabilidad del pellet (Vergara, 2025).
2. **Condiciones del proceso (tiempo, temperatura, humedad):** Las condiciones del proceso llevado a cabo en la peletización impactan de forma severa sobre la calidad del alimento. La temperatura y el tiempo de acondicionamiento son aspectos importantes, que también hacen referencia a la gelatinización de los almidones, la desnaturalización de las proteínas y la eliminación de la humedad. Las temperaturas y/o tiempos insuficientes darán lugar a pellets débiles y poco resistentes, y por otro lado, las condiciones extremas causarán daños a los nutrientes y una baja palatabilidad. La humedad también influye, y si se añadía está a la mezcla de forma adecuada es un gran facilitador de la aglomeración y cohesión de las partículas de la mezcla durante la compactación y la posterior peletización (Cazzadore, 2023).
3. **Manejo y almacenamiento del alimento pelleted:** El manejo y almacenamiento del alimento tras haberlo pelletizado es un aspecto que resultará igualmente fundamental para poder mantener la calidad del alimento. El manejo del pellet será de gran importancia, y se deberá proceder con toda la precaución del manejo evitando así la desintegración de los pellets y posteriormente de su contenido. Por otro lado, el almacenamiento del pelletizado deberá realizarse en las condiciones adecuadas, donde la temperatura, la humedad y la ventilación serán bien los parámetros que ayudarán a una mejor evitación de los procesos de metamorfosis de la materia, dando lugar la primera a evitar la absorción de la humedad, la segunda a provocar el crecimiento de los microorganismos, que a su vez incidirán sobre la tercera, que son los nutrientes. Seguido de un buen empaquetado así como el uso de bolsas o silos de calidad que contribuyan a la conservación y la naturaleza del alimento paletizado (Garzón y Méndez, 2021).

1.10 Consideraciones para la implementación de un sistema de peletización

Estudio de la capacidad de producción requerida: Antes de introducir un sistema de peletización, es bueno llevar a cabo un estudio de la capacidad de producción necesaria. Para ello, hay que tener en cuenta aspectos tales como la demanda de alimento vigente y la esperada, los turnos de trabajo, la disponibilidad de materias primas y los requisitos para la producción. Esto va a facilitar la obtención de la capacidad de producción necesaria junto a la flexibilidad para posibles variaciones respecto a la demanda (Mastian, 2025).

Selección y dimensionado de la maquinaria de peletización: Una vez se haya determinado la capacidad de producción, hay que seleccionar y dimensionar la maquinaria de peletización. Esto incluye la elección del tipo de peletizadora (de anillo, de matriz), la potencia del motor, la capacidad de producción, los sistemas de acondicionamiento y de enfriamiento, y la maquinaria auxiliar como mezcladoras, molinos y transportadores. Un dimensionado correcto de la maquinaria utilizada va a garantizar una buena eficiencia de operación y una producción de calidad (Mariño, et al., 2024).

Integración del sistema de peletización en la planta de producción: La implementación del sistema de peletización tiene que integrarse de una forma adecuada en la planta de producción vigente. Esto implica tener que estudiar aspectos tales como la distribución de la planta, la logística de movimiento de materiales, la infraestructura eléctrica y de servicios, y la seguridad y salud en el trabajo. La correcta integración posibilita un aprovechamiento eficaz del flujo de producción, una minimización de la espera y una seguridad en el trabajo de los operarios (Jácome y Moyano, 2023).

Aparte de esta integración también hay que tener en cuenta otras variables como son: la educación y la formación del personal, el mantenimiento programado para los vehículos, la inserción de unos controles de la calidad y la adecuación a las variaciones aplicables en las regulaciones y normas del sector. La puesta en marcha de un proceso de peletización requiere un enfoque general en que se integren todas las variables en el desarrollo total del proceso a niveles: ambiental, físico y hasta económico.

1.11 Evaluación del consumo de alimentos peletizados en cerdos en etapa inicial

La etapa inicial de los cerdos es un periodo crítico en su desarrollo donde una buena alimentación es fundamental para asegurar el crecimiento y el rendimiento óptimos. El consumo de alimentos con forma de pellet en esta etapa ha sido un tema ampliamente estudiado

porque existen varias ventajas con relación a los alimentos en harina. Los alimentos con forma de pellet son de más densidad energética y tienen una mejor digestibilidad de los nutrientes, lo que demuestra un mayor consumo y una mejor eficiencia alimentaria. El hecho de estar pelletizado también mejora la apetencia de los alimentos que lleva al cerdo a incentivos de consumo mayor. Lo cual demuestra que los cerdos en etapa inicial es preferible que consuman los alimentos peletizados frente a alimentos en base de harinas o desperdicios (Marín, et al., 2024).

1.12 Estudios de preferencia y aceptación del alimento peletizado

La aceptación y preferencia de los cerdos hacia los alimentos peletizados son un aspecto importante que se debe tener en cuenta; existen diversos estudios que son los que han procedido a evaluar las preferencias de los cerdos, mediante diferentes pruebas de elección en las cuales se introducían los alimentos en forma de harina y con alimentos en forma de peletizados (Rojas, 2021).

Los hallazgos de esos estudios han demostrado que los cerdos en fase inicial muestran una preferencia y un mayor consumo de alimentación peletizada, las razones por las cuales los cerdos se ven influenciados por la peletización se deben a que este proceso mejora la palatabilidad de los alimentos peletizados, haciéndolos más apetitosos para el útil, y además la mejor densidad energética y la mejor digestibilidad de los nutrientes en la alimentación peletizada son una razón que podría influir en la preferencia y consumo de los cerdos (Rocandio, 2024).

1.13 Análisis del consumo diario y semanal de los cerdos

Evaluar el consumo diario y semanal de los cerdos alimentados con alimentos peletizados también debería ser importante para evaluar el rendimiento y poder optimizar la formulación y el manejo de la alimentación. La evaluación realizada en la alimentación peletizada en cerdos en fase inicial indica que hay un mayor consumo diario y semanal de los cerdos alimentados con alimentos en forma peletizada en comparación con los alimentados con los alimentos en forma de harina, lo que viene determinado por la mayor palatabilidad que determina la utilización de los nutrientes en los piensos peletizados (Castillo, 2015).

El requerimiento de consumo diario y semanal de los cerdos se verá influenciado por la calidad y composición del alimento, por la temperatura, el estrés y el manejo de la alimentación. Así

pues, deberemos medir y registrar estos valores para poder realizar el ajuste de la formulación y de los posibles manejos de la alimentación en función de las necesidades de los animales.

1.14 Optimización del alimento peletizado en etapa inicial

1.14.1 Ajuste de la formulación y de los parámetros de procesamiento

La optimización del alimento peletizado en los primeros estadios de la producción ajustando la formulación y los parámetros de procesamiento para mejorar aún más la eficacia y el rendimiento del mismo. En este sentido, la formulación del alimento deberá tener en cuenta la correcta elección y proporción de las materias primas, así como el balance de nutrientes para satisfacer las necesidades nutricionales de los cerdos en esta fase; lo que implica ajustes en los niveles de proteína, energía, minerales y vitaminas, dependiendo del tipo de animal (Bonilla, 2024).

Respecto a los parámetros de procesamiento, la optimización requiere de ajustes en la temperatura, en la presión, en la humedad y en la velocidad de extrusión durante el proceso de peletización; esto nos ayudará a mejorar la calidad física del pellet, la durabilidad del mismo, la digestibilidad que tendrán los nutrientes de los pellets, lo que se verá reflejado en una mayor utilización de los nutrientes por parte de los cerdos.

1.14.2 Evaluación del desempeño zootécnico de los cerdos.

La evaluación del rendimiento zootécnico de los cerdos representa un elemento esencial para determinar la eficiencia y la productividad de una producción porcina. De igual manera, esta evaluación permite detectar fortalezas, debilidades y oportunidades para poder mejorar al respecto.

Algunos de los principales indicativos del rendimiento zootécnico a supervisar en los cerdos son los siguientes:

1. Crecimiento y ganancia de peso: El mejor seguimiento del aumento de peso vivo de los cerdos mediante las diferentes etapas productivas (lechones, crecimiento, engorde) permitirá determinar si se logran los niveles de productividad esperados (Garzón & Méndez, 2021).
2. Índice de conversión alimenticia: Este indicador permite relacionar los kg de alimento que consumen los cerdos respecto a los kg de peso que ganan. Un buen índice de

conversión alimenticia corresponde a un eficiente aprovechamiento de los nutrientes por los animales (Blanco y Esmatly, 2021).

3. Prolificidad y fertilidad: Indicadores como el tamaño de la camada, el número de lechones nacidos vivos, el intervalo que hay entre partos son variables fundamentales para poder evaluar la eficiencia reproductora del hato.
4. Mortalidad y morbilidad: El buen seguimiento de la mortalidad, así como de la morbilidad en los diferentes períodos productores, permiten poder detectar problemas sanitarios o de manejo que determinen el bienestar de los cerdos y su posterior productividad (Liaño, et al., 2023).
5. Rendimiento de la canal: El examen del peso y la composición de la canal (porcentaje de magro, grasa, hueso) es importante para el conocimiento de la calidad de la producción porcina.

Además, es importante considerar aspectos como la calidad de la alimentación, las condiciones ambientales de las instalaciones, las condiciones sanitarias y el bienestar animal, ya que constituyen los factores que modulan el rendimiento zootécnico de los cerdos. La recolección y el estudio sistemático de estas indicaciones capacitan a los productores porcinos a la toma de decisiones orientadas a mejorar la eficiencia, la rentabilidad y la sostenibilidad de la explotación.

1.15 Consideraciones económicas y de sostenibilidad

Análisis de costos de implementación y de operación. La implementación de una explotación porcina conlleva un conjunto de costos de implementación y de operación que se debe estudiar con atención para la viabilidad económica del proyecto. Los costos de implementación incluyen la adquisición de terrenos, la construcción de las instalaciones (galpones, comederos, bebederos, etc.), la compra de reproductores y animales de reemplazo, así como la inversión en maquinaria, equipos y sistemas de manejo (automatización, control del ambiente, etc.). Los costos de implementación, como se ha indicado, pueden variar de forma tal que es indudable que no son los mismos en una gran expansión que en una pequeña explotación, por las tecnologías utilizadas y por la situación local (Vergara, 2025).

Por otro lado, los costos de operación incluyen la alimentación, los insumos sanitarios (vacunación), la mano de obra, los servicios (agua, electricidad, entre otros), el mantenimiento

de las instalaciones y equipos, y los gastos administrativos. Los costos de operación deben estar presupuestados y controlados a lo largo del tiempo para lograr mantener la explotación en condiciones de rentabilidad (Toapanta, 2024).

Un estudio financiero exhaustivo en el que se proyecten flujos de caja, se determine el equilibrio y se calculen los indicadores de rentabilidad (VAN, TIR, entre otros.), resulta imprescindible para la valoración económica del proyecto y la toma de decisiones sobre las inversiones a realizar.

1.15.1 Impacto ambiental y estrategias de sostenibilidad

La alimentación inicial de cerdos dentro del proceso de producción porcina es un aspecto relevante en la cadena de producción porcina, dado que es un proceso que asegura el crecimiento adecuado y saludable del animal. Sin embargo, genera un impacto ambiental importante debido al uso de recursos naturales, a los residuos generados y a las emisiones asociadas. La inclusión de un sistema de peletización en esta etapa puede ser una de las estrategias para reducir los impactos y realizar prácticas más sostenibles vinculadas al proceso. A continuación, se desarrolla teóricamente el impacto medioambiental y las estrategias de sostenibilidad vinculadas a este proceso (Rojas, 2021).

1.15.2 Impacto Ambiental de la Producción de Alimentos para Cerdos en Etapa Inicial

En este punto es muy importante señalar que la producción de alimentos para cerdos se encuentra compuesta por distintas etapas, comenzando por la selección de las materias primas que finalizan con el producto terminado. Cada una de estas etapas tiene una huella ambiental:

- **Consumo de recursos naturales:** La obtención de ingredientes básicos como cereales (maíz, trigo, avena) así como el empleo de productos de origen vegetal y animal es la causa de elevadas cantidades de consumo de agua y energía. La extracción y/o uso intensivo de los recursos puede traernos problemas ecológicos, agotamiento de recursos hídricos y aumento de la huella de carbono (Guido y Urroz, 2024).
- **Uso de insumos y fertilizantes:** La agricultura para la producción de las materias primas emplea fertilizantes y pesticidas, que pueden favorecer la contaminación del suelo y la contaminación de agua, además de influir en la biodiversidad.
- **Generación de residuos y emisiones:** Los residuos tanto orgánicos como inorgánicos de la producción y procesamiento de los ingredientes, en combinación con la emisión de

gases de efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxidos de nitrógeno (N₂O), generan un efecto en el cambio climático.

- Procesamiento y transformación: La peletización, aunque eficiente a la hora de producir alimento, emplea energía y puede generar emisiones si no se realiza correctamente.
- Impacto en la salud del ecosistema: La deforestación para incrementar tierras agrícolas y la contaminación por residuos agrícolas y animales afectan la biodiversidad y la calidad del suelo y agua (Cáceres, 2024).

Estas problemáticas exigen la implementación de estrategias que reduzcan el impacto ambiental y promuevan una producción más limpia y más responsable.

1.15.3 La Peletización como Estrategia de Sostenibilidad

La peletización, es decir, un proceso de transformación que se basa en aspectos mecánicos y térmicos para transformar los ingredientes en pellets homogéneos de pequeño tamaño, para facilitar su manejo, conservación y consumo por parte de los animales. Desde una visión ambiental, esta técnica incluye varias ventajas:

- Aumento de la eficiencia en el uso de ingredientes; los pellets presentaran una mayor densidad y menor nivel de desperdicio, lo que significará una menor cantidad de materia prima para obtener la misma cantidad de alimento y reducir, de esta manera, la presión sobre los recursos naturales (Chávez, 2021).
- Reducción de la pérdida de alimentos; los alimentos en pellet son menos propensos a dispersarse o a contaminarse, lo que evita pérdidas y, por tanto, la necesidad de producir ingredientes adicionales (Quintero & Mudarra, 2024).
- Disminución de emisiones de polvo y partículas, ya que la peletización reduce la generacion de polvo en el manejo del alimento, disminuyendo con ello el riesgo para la seguridad del trabajo y la generación de partículas en suspensión que perjudican la calidad del aire y la salud ambiental.
- Optimización del consumo y crecimiento animal; la uniformidad y palatabilidad de los pellets permiten que el consumo sea más eficaz, reduciendo la cantidad de desperdicio y la emisión de gases derivados de la fermentación no digestible (Rojas, 2021).
- Reducción de residuos y efluentes; la mayor digestibilidad de los alimentos en pellets,

que puede reducir la excreción de nutrientes no digeridos, permite realizar una mejor utilización de los ingredientes con bajos niveles de desperdicio.

1.15.4 Estrategias de Sostenibilidad en la Implementación del Sistema de Peletización

Con el fin de potenciar los beneficios ambientales de la peletización en la producción de alimentos para cerdos en la fase inicial, es necesario desarrollar distintas estrategias de sostenibilidad:

- a) **Materias primas sostenibles:** El empleo de ingredientes de origen local y de materias primas certificadas como sostenibles ayuda a reducir la huella de carbono asociada al transporte de materias primas y potencia las prácticas de la agricultura responsable. El uso de subproductos agroindustriales y residuos orgánicos suele poder ayudar a disminuir la producción de cultivos y a explotar aquellos recursos que en caso contrario se desecharían como residuos (Ormeño, 2025).
- b) **Optimización energética:** La peletización envuelve la producción de calor y de presión, el uso de fuentes de energía renovables (solar, biogás) que pueden alimentar los procesos de peletización en la búsqueda de reducir el contenido de emisiones relacionadas o la dependencia de combustibles fósiles (Sánchez, et al., 2022).
- c) **Tecnologías de eficiencia energética:** Emplear máquinas modernas y eficientes para realizar el proceso de peletizado, los sistemas de recuperación de calor y control de temperatura, puede ayudar a reducir el consumo energético y las emisiones de biocombustibles.
- d) **Gestión de residuos:** Reciclando los residuos obtenidos de provocar el proceso de peletización (como los polvos o residuos de la materia primera) para la obtención de biogás o compost puede contribuir a fomentar el ciclo cerrado y puede hacer disminuir el desperdicio.
- e) **Certificaciones y buenas prácticas:** A través de la implementación de certificaciones de sostenibilidad junto a buenas prácticas agrícolas donde la materia primera este conducida a niveles de alta calidad (Marin, et al., 2024).
- f) **Innovación en ingredientes:** La incorporación de ingredientes de bajo impacto ambiental, como las leguminosas o las proteínas alternativas, contribuirían a disminuir la dependencia de ingredientes convencionales.

1.15.5 Beneficios ambientales y sociales de la implementación de la peletización

La implementación del sistema de peletización es un elemento que contribuyen a la sostenibilidad en múltiples aspectos:

- Disminución de la huella ecológica: La mejora técnica en el uso de los recursos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero durante la producción de alimentos en pellets puede disminuir la huella de carbono del sistema productivo.
- La conservación de los recursos naturales: La optimización del empleo del agua, energía y materias primas constituirán elementos a la conservación de los ecosistemas y también a la adecuación de prácticas agrícolas responsables (Amán, 2024).
- El bienestar y la salud animal: facilitar alimentos con nivel de calidad y homogeneidad incrementadas para aumentar dicha producción y para la disminución del impacto y de enfermedades es puede ser un aspecto a contribuir hacia una lavida más ética y más sostenible.
- La potenciación de la economía circular: El uso de residuos agrícolas y subproductos en la formulación de alimentos en pellets es un aspecto importante en la economía circular (Blanco y Esmatly, 2021).
- Reducción de riesgos potenciales para la salud del ser humano y lo no humano: La reducción de residuos y de emisiones potencialmente tóxicas permitiría mejorar la calidad del aire, agua y suelo, así como las condiciones de vida de las comunidades más cercanas y de la propia naturaleza.

1.15.6 Retos y Consideraciones

A pesar de sus ventajas iniciales, la puesta en práctica de sistemas de peletización también presenta dificultades, tales como:

- Inversión inicial: Equipos y tecnologías pueden requerir mucho dinero, lo que precisa análisis de coste/beneficio y ayuda institucional para facilitar el camino (Taica, 2020).
- Capacitación técnica: La necesidad de adiestrar a los operadores sobre el manejo de los equipos, así como en el ámbito de las buenas prácticas relacionadas con la producción sostenible (Vergara, 2025).

- Dependencia energética: Se pueden presentar una serie de impactos en el caso de que no se implementen fuentes de energía renovables para la obtención de suministro energético del proceso (Marin, et al., 2024).
- Controles de calidad y seguridad alimentaria: La realización de pellets tiene que garantizar la calidad del alimento y el evitar contaminaciones o contaminaciones cruzadas.

CAPITULO II

INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Mastian, (2025). Descripción de los procesos tecnológicos más utilizados en la fabricación de alimentos balanceados y su uso en producción animal.

La presente investigación tuvo como punto de partida un análisis de los procesos tecnológicos que se utilizan en la industria de los alimentos balanceados para animales de granja con la finalidad de mejorar la formulación y el rendimiento productivo. Para la investigación se llevó a cabo la búsqueda de información actual a partir de artículos científicos, páginas web y bibliotecas virtuales, así como la aplicación de técnicas de síntesis, análisis y resumen. Los procesos tecnológicos, tales como la molienda, la mezcla, la peletización, la extrusión, el secado y el almacenamiento, son fundamentales para la mejoría en la eficiencia de la producción animal y la reducción de la huella medioambiental, mediante la valorización de subproductos agropecuarios. Cabe mencionar, así mismo, que la alimentación animal es clave para garantizar una buena calidad de los productos que están destinados a consumo humano. La principal aportación consiste en el enfoque de los procesos que mejoran la eficiencia productiva y la sustentabilidad sobre la base de un uso más responsable de los recursos y de los desechos, así como en mejorar la calidad de los alimentos para consumo humano. El trabajo de investigación propone una visión general y objetiva, la cual facilita la comprensión de los procesos que tienen lugar sobre la preparación de alimentos balanceados y que favorecen métodos más eficaces y sostenibles a lo largo de la cadena de producción animal.

Chávez, (2021). Desarrollo e implementación de un sistema de alimentación en pasta para cerdos.

La presente investigación gira en torno a una serie de desarrollo y evaluación de un sistema tecnológico que trata la alimentación en pasta de cerdos, la cual ha sido desarrollada por Agropecuaria FC SA de CV, especificándose la producción del alimento que le ha sido dado un tratamiento térmico en condiciones de alcalinidad a presión y temperatura elevadas en un periodo corto del tiempo. Se persiguió el objetivo de formular dietas, diseñar los equipos y los modelos de alimentación que han de servir para comercializarlos, así como el de realizar pruebas con los animales, observándose las mejoras en ganancia de peso de los animales y en la eficiencia de la alimentación, observándose asimismo una diferencia significativa ($P < 0.01$). La metodología desarrollada por la investigación se caracteriza por la producción de equipos,

la formulación de dietas y modelación matemática, así como la experimentación en granjas. El resultado que se expone en la conclusión se expresa por advertir que la alimentación en pasta es de buena calidad y eficiente, en especial para que sea destinada a consumo. El aporte que puede esperarse señalar de la presente investigación es proporcionar una alternativa alimenticia que mejore los resultados productivos, y que tiene un potencial de aplicación en sistemas de producción porcina, promoviendo nuevas y eficientes prácticas de alimentación en el sector agropecuario.

Garzón y Méndez, (2021). Prototipo de una máquina peletizadora para la fabricación de balanceado utilizado en la alimentación de conejos”

Propone el desarrollo de un prototipo de máquina peletizadora orientada a elaborar alimento balanceado para conejos, la cual tiene el objetivo de reducir al máximo las pérdidas económicas derivadas del impacto de la sequía, las cuales han llevado a eliminar las plantaciones de alfalfa, la cual es el principal alimento de los conejos. Para dar apego a esta metodología, se trató de una metodología exploratoria, pues se llevó a cabo una revisión con el análisis del entorno sumado a una revisión de investigaciones bibliográficas, teniendo un enfoque cuantitativo que contuvo la aplicación de métodos deductivos. Las partes fundamentales de la máquina, matriz, rodillos y motor, fueron elegidas bajo el prisma de los análisis técnicos y a partir de aquellos desarrollados en instituciones de tipo público que apostaban por aquel sector, el cunícola. Se espera poder obtener de la investigación la máquina peletizadora capaz de peletizar desechos, siendo capaz de minimizar el despilfarro de la materia prima. La conclusión hace referencia a la validez de la innovación tecnológica que permite dar respuesta a problemáticas económicas y medioambientales a la hora de proporcionar un alimento más eficaz y sostenible a los conejos. Por último, la gran aportación de la investigación hace referencia a la construcción de un prototipo que se convierte en una herramienta para minimizar los costes y los residuos del sector, formando a su vez la producción cunícola frente a condiciones adversas, así como favorecer la economía circular del sector.

Jácome y Moyano, (2023). Diseño y construcción de una máquina peletizadora automatizada destinada para la producción de pellets (balanceado) para animales porcinos.

Gracias a este trabajo fue posible diseñar y construir una máquina de peletizado automatizada para la producción de pellets de alimentos balanceados para cerdos, incluyendo un sistema SCADA para el control y monitoreo. La metodología QFD, y la casa de la calidad, fue utilizada para seleccionar el diseño más adecuado. Se realizó un diseño de componentes mecánicos, con la selección de los elementos electrónicos necesarios para programar un sistema embebido, y

se desarrolló una interfaz gráfica que permite observar variables como temperatura, humedad y nivel durante la operación. En cuanto a las conclusiones, debe mencionarse que la humedad afecta de una forma determinante la calidad obtenida del pellet, es una variable desfavorable en el caso que la humedad que se tiene supere el 20 %. La interfaz gráfica presenta la capacidad de gestionar dicho proceso ya que permite el registro de variables a optimizar el mismo junto con prever mantenimientos. Se recomienda gestionar adecuadamente los tiempos de operación para alargar la vida útil del equipo. La principal contribución del trabajo es la creación de una máquina automatizada que mejora la eficiencia del proceso de peletizado, con el monitoreo en tiempo real, aportando así la innovación tecnológica al proceso de producción de alimentos porcinos.

Torbisco, et al., (2024). Modelo ProLab: Transforma, aprovechamiento de residuos orgánicos destinados a la alimentación porcina.

El planteamiento de la propuesta de investigación hace una serie de aportaciones innovadoras que constituyen respuestas a la contaminación provocada por los residuos orgánicos dispuestos en Lima con la aplicación de una metodología que reconoce la transformación de residuos en materia prima para la obtención de piensos concentrados destinados a la alimentación de cerdos. La propuesta, no sólo garantiza una economía circular, sino que también permite el fraccionamiento en el origen y el procesamiento del residuo hasta convertirlo en el alimento balanceado antes señalado, lo que a su vez permite reducir la producción de gases de efecto invernadero. La metodología que se utilizó también comprende el análisis financiero donde se obtuvo un valor actual neto de S/3,972,928 y una tasa interna de retorno del 110% además de la realización de estudios de factibilidad que comprobara la viabilidad de la inversión. Asimismo, se encuentra en coherencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS 3, 12 y 13, que fomentan la salud, el consumo responsable, y la acción climática. La propuesta que se estima recuperar anualmente 950 toneladas de residuos en un periodo de cinco años y evitar la emisión de 3750 toneladas de CO₂, así como la optimización de la gestión de residuos que se desarrolla en Lima, generando beneficios en los ámbitos de la naturaleza, economía y sociedad. La propuesta tiene como principal aporte el ofrecer una solución ecológica y económica que fomenta el manejo adecuado de residuos orgánicos, provocando un impacto positivo en la salud pública y en el cuidado del medioambiente a partir de la innovación y sostenibilidad.

Amán, (2024). Valoración de probiótico (lactotech) en el rendimiento productivo de cerdos en la etapa de finalización en la granja Novapork

La meta de la presente investigación fue analizar el efecto que produce el uso del probiótico Lactotech en la nutrición de cerdos en crecimiento que fueron evaluados en la granja Novapork,

en el cantón de Alluriquín de Ecuador. El trabajo se desarrolló durante 60 días con un total de 50 cerdos de raza TN60 x Durock de 120 días de edad; los cerdos se clasificaron en dos tratamientos: control y probiótico según lo indicado por el fabricante. La metodología se basó en la aplicación de dos tratamientos y en el registro de ciertas variables como el peso, la ganancia de peso, el consumo y la digestibilidad; además se realizó el análisis de los datos en Excel y mediante estadística descriptiva. Los resultados encontraron diferencias significativas en el peso inicial y final, en la ganancia media diaria, en el consumo, así como en las variables digestibilidad, encontrando en esta última la digestibilidad de la materia seca y orgánica que ambas fueron levemente superiores en el probiótico que en el control. En conclusión, es posible que la incorporación del Lactotech propicie que mejore la digestibilidad y el crecimiento de cerdos, por lo que debería ser incluido en la ración de los cerdos de engorde para obtener el mínimo de pérdida de productividad. En la presente investigación se ha expuesto información sobre las ventajas que pueden llegar a proporcionar los probióticos en las producciones de porcino, recomendando de esta manera incrementar la eficiencia en el uso de los alimentos y la sanidad intestinal de los animales.

Pérez y Castro, (2023). Propuesta de mejora para reducir las fallas en el proceso productivo de peletizado de la empresa alimentos balanceados Albaca.

El objetivo de la propuesta fue elaborar un plan de mejoras que ayude a la disminución de las fallas del proceso de peletizado en la empresa de alimentos balanceados Albaca. La metodología de esta propuesta consistió en recoger datos del proceso de peletizado, determinar las causas de falla de los problemas a partir de la determinación de la causa raíz de estos, determinar cuáles son las máquinas clave en el proceso mediante el análisis de criticidad de la misma y evaluar los indicadores del mantenimiento para la determinación de las máquinas críticas. Por último, el implantar un plan preventivo de mantenimiento orientado a ese tipo de máquinas sería el último paso que podría llevarse a cabo. Este planteamiento persigue como último objetivo la optimización del proceso de producción, disminuir paradas no programadas y mejorar así la efectividad general del proceso de peletizado. Con el inicio de un plan de mantenimiento preventivo específico se conseguiría la disminución de las paradas de máquina incrementando así la producción para llegar al mismo tiempo a asegurar la calidad en el propio producto final. La propuesta principal de esta investigación se centra en la determinación de las máquinas críticas y en la planificación de acciones de mantenimiento descriptivas que permitirán que el proceso de peletizado sea más estable y eficiente, beneficiándose a su vez de la competitividad y sostenibilidad de la empresa.

Vergara, (2025). Desarrollo de un modelo matemático para la eficiencia del proceso de

elaboración de concentrados en una empresa de producción de alimentos porcícolas de Sampués, Sucre

El objeto de la investigación llevada a cabo ha sido la optimización de la producción de concentrados para la alimentación de cerdos en el departamento de Sucre en Colombia, para lo cual era necesario contar con un modelo matemático de optimización multiobjetivo que permitiera mejorar la asignación de pedidos a los diferentes abastecedores, mediante el análisis de los objetivos y restricciones existentes. La metodología que se utilizó en el diseño del sistema HACCP permitió comparar los esquemas de descuentos por cantidad y comparar diferentes escenarios con datos reales de la empresa local. En conclusión, el modelo que se deseaba obtener permitía reducir costes, aumentar la rentabilidad y satisfacer la demanda y, además, reducir riesgos siguiendo estrategias de abastecimiento múltiple y permitir la mejora de la distribución mediante el uso de diferentes tipos de vehículos. Los resultados obtenidos muestran cómo las herramientas computacionales permiten eliminar las subjetividades en la toma de decisiones complejas, permitiendo así visualizar las soluciones a partir de frentes de Pareto. La contribución más importante en el trabajo es una propuesta de un modelo eficiente que sirve para mejorar la toma de decisiones de la cadena de suministro, aplicándose a la gestión de costos y de riesgos en la producción de concentrados porcinos, el cual fue validado en un caso real.

López, (2021). Diseño de sistema HACCP a la empresa de concentrados Alimentos FINCA S.A.S

El objetivo buscado fue diseñar un sistema HACCP en la empresa Alimentos FINCA S.A.S. (Itagüí), de manera que se pudiera garantizar la inocuidad durante la producción de alimentos para animales bovinos, porcinos, avícolas, equinos y cunícolas a partir del momento del ingreso de las materias primas hasta el almacenamiento y despacho. La metodología utilizada fue la observación de los procesos, la revisión de la documentación o la realización de entrevistas, aplicando así los siete principios del Codex Alimentarius. Como resultado, se identificaron los Puntos Críticos de Control de áreas importantes como circunscripción, peletización, enfriado, fijándose los límites críticos, las medidas correctivas y el sistema de vigilancia. La conclusión enfatiza la importancia que tiene la garantía de la inocuidad desde el origen de la producción primaria para asegurar la salud animal y la salud pública, como también la necesidad de implementar las buenas prácticas de manufactura (BPM) como prerrequisito para garantizar la eficacia del sistema HACCP. El aporte más importante se centra en la puesta en marcha de un sistema que garantice la calidad y la seguridad del producto, promoviendo el bienestar del animal y protegiendo al consumidor mediante controles preventivos a lo largo de la cadena de producción.

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de la unidad experimental

Tipo de investigación. La investigación presentada tiene un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), puesto que se espera que se puedan medir los impactos del alimento peletizado sobre consumo y aprovechamiento en cerdos en transición inicial, así como analizar aspectos cualitativos referentes al comportamiento de los animales y su bienestar. Se trata de un estudio experimental, comparativo, con diseño de bloques aleatorizados DBA, con el que se logran evaluar el impacto de diversos tratamientos sobre variables dependientes bajo condiciones controladas; Los experimentos permiten generalizar el efecto de los tratamientos o la tecnología probada sobre el rendimiento animal o la producción de la materia prima de los animales (Berna, 2019).

Lugar: La investigación se desarrollará en la Granja Experimental Río Suma, ubicada en El Carmen, vía Chone, Redondel de la Virgen, Manabí. Esta ubicación ha sido seleccionada por contar con la infraestructura adecuada, con recursos logísticos y por tener condiciones estacionarias y del medio ambiente que permiten favorecer el desarrollo y el control del experimento.

Fases del estudio:

1. Caracterización físico-química de la substrate y alimento.
2. Preparación y elaboración alimento peletizado.
3. Desarrollo del experimento con cerdos.
4. Monitoreo del consumo, el crecimiento y el rendimiento.
5. Análisis estadístico.
6. Evaluación técnica, económica y ambiental.

Metodología

Se procederá a desarrollar un procedimiento específico para cada fase a realizar, dando uso a materiales específicos y técnicas que han sido validadas con el objetivo de asegurar la validez y la fiabilidad en los resultados (Baena, 2020).

Procedimientos y materiales:

- Selección de los animales y su cuidado dentro de un control de temperatura, limpieza y sanidad.
- Usar la peletizadora eléctrica diseñada como el resultado de la investigación modelo

9KLP100 o 9KLP150, con una matriz de 6mm.

- Elaboración del alimento a partir de ingredientes locales, homogeneizado manualmente y peletizado mediante vapor caliente.

Análisis estadístico e instrumentos de medición:

- Se realizará el análisis estadístico por Distribución t de Student.
- Variables a evaluar: Peso inicial (kg), Peso final / residuo (kg), Consumo (Kg), Peso inicial (g), RESIDUO (g).

3.2 Caracterización agroecológica de la zona

El Carmen muestra características climáticas del trópico húmedo, con temperaturas medias de 24 °C y humedad relativa del 86%; heliofanía anual de 1026.2 horas y un promedio de precipitación del orden de los 2659 mm, el área tiene una altitud de 249 metros sobre el nivel del mar. Estas condiciones favorecen la producción agrícola y la disponibilidad de ingredientes que le dan sustento a la elaboración del alimento, así como los aspectos que tienen que ver con las condiciones del manejo animal, la fuente de esta información es el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017).

Tabla 1. Características agroecológicas de la localidad

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86%
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017)	

3.3 Variables

Las variables consideradas en este trabajo experimentan se han determinado como variables independientes, variables dependientes, características de la unidad experimental y tipos de tratamientos (Gallardo, 2021).

3.4 Variables independientes

3.4.1 Métodos de elaboración de alimento

Se compararán dos métodos diferentes: la alimentación con dieta convencional y la alimentación mediante dieta peletizada elaborada en la propia paletizadora experimental.

3.4.2 Frecuencia de administración

Se analizarán diferentes frecuencias la aplicación de dos tratamientos el de Harinas y el paletizado, para ver los efectos que producen sobre la ingesta y el crecimiento de los cerdos.

3.5 Variables dependientes.

- Consumo de alimento (g/día)
- Tasa de crecimiento (g/día)
- Eficiencia alimenticia (relación peso ganado/alimento consumido)
- Calidad del pellet (humedad, pH, tamaño)
- Comportamiento y bienestar animal (observaciones cualitativas)

3.6 Unidad Experimental

En este trabajo se utilizarán cerdos que se encuentran en la etapa de inicio. Estos animales entran al sistema con aproximadamente 49 días de edad y permanecen hasta cumplir los 70 días, que es cuando finaliza esta fase de alimentación. Al iniciar tienen un peso medio de 6 kg (Garzón y Sánchez, 2022). Se va a trabajar con un total de 10 cerdos, distribuidos en dos grupos de control y experimental. A este respecto, es conveniente indicar que ambos grupos de cerdos desarrollarán el experimento bajo las mismas condiciones de manejo, como temperatura adecuada, limpieza del lugar, control sanitario y con agua libremente disponible. **Tratamientos** Se establecerán tres tratamientos principales según la frecuencia de administración y el método de alimentación:

3.7 Características de las Unidades Experimentales

Las unidades experimentales consisten en grupos de cerdos en etapa inicial, mantenidos en condiciones homogéneas respecto a manejo, alimentación y ambiente, para garantizar la comparabilidad entre tratamientos (Hernández, et al., 2020).

Para la implementación de este sistema se evaluó una peletizadora eléctrica de 80 Kg/hr – 150 Kg/hr, considerando sus aspectos técnicos, económico y disponibilidad en el mercado local. Los criterios tomados fueron: (Max Farmer, 2015)

Tabla 2. Motor.

Descripción	Dimensión del motor
Potencia.	4,5 Kw/6HP
RPM.	1440 (50Hz/60Hz).
Voltaje.	220V AC monofasico
Corriente.	22 ^a
Modelo 9KLP100	Modelo 9KLP150
Matriz 6.0mm 100KG/H	Matriz 6.0mm 150KG/H
Matriz 3.8mm 80KG/H	Matriz 3.8mm 120KG/H
Matriz 2.0mm 60KG/H	Matriz 2.0mm 100KG/H

Elaboración propia. 2025.

Figura 1. Peletizadora.



Elaboración propia. 2025.

Se elaboró un alimento garantizado específicamente para cerdos en etapa inicial, con un 19% de proteína, 4% de grasa, 4% de fibra, 7% de ceniza y un 13% de humedad. La mezcla fue homogenizada manualmente antes de la peletización (Loaisiga & Deshon, 2017).

Tabla 3. Esquema del diseño metodológico.

Tratamientos	Administración de alimento kg / día	Repeticiones
Harina	0.95 kg	10
Pelletizado	0,95 kg	10

3.8 Instrumentos de medición

3.8.1 Materiales y equipos de campo

- ❖ Digitales de precisión (capacidad 0.01 g)
- ❖ Digitales para la temperatura
- ❖ pH-metros portátiles para el pH con electrodos de vidrio
- ❖ Higrómetros para la humedad relativa
- ❖ Cronómetros digitales
- ❖ Peletizadora eléctrica modelo 9KLP100 o 9KLP150
- ❖ Vaporizador para el alimento
- ❖ Envases y recipientes de almacenamiento (sacos y bolsas plásticas cerradas)
- ❖ Tarimas para evitar el contacto directo con el suelo.

3.8.2 Materiales de oficina y muestreo

- ❖ Formularios para el registro
- ❖ Calculadoras científicas
- ❖ Computadores para el estadístico (R, SPSS)
- ❖ Hojas y etiquetas de identificaciones de las muestras
- ❖ Tkits para medir humedad, pH y otras propiedades del alimento y pellets.

3.8.3 Manejo del ensayo

La gestión del ensayo alberga la alimentación controlada, la vigilancia diaria del comportamiento, el registro del consumo alimenticio y del peso y la correcta conservación de las muestras. Se garantizará que los animales tengan acceso libre al agua en todo momento, la temperatura del ambiente en las celdas que albergan los animales permanecerá constante, fundamentalmente para evitar que las variables externas puedan condicionar los efectos, habrá controles sanitarios periódicos y mantenimientos del material para asegurar un correcto desarrollo del proyecto experimental.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

4.1 Variables fenológicas

Evaluación del consumo.

El consumo promedio en el período T1 (harina) fue de aproximadamente 0.57 kg, mientras que en T2 (pelletizado) fue de 0.95 kg, casi el doble. Esto indica que los cerdos consumen significativamente más cuando se les ofrece alimento pelletizado, sugiriendo una mayor aceptación y palatabilidad. La diferencia en consumo refleja que el pelletizado puede mejorar la ingesta durante la etapa inicial, favoreciendo un crecimiento más eficiente. Este aumento en consumo puede traducirse en mejor desarrollo de los animales si se acompaña con un balance nutricional adecuado.

Tabla 4. Período de evaluación en consumo

	T1	T2
	Harina (Kg)	Pelletizado (Kg)
1	0,55	0,94
2	0,60	0,95
3	0,68	0,94
4	0,57	0,95
5	0,60	0,95
6	0,55	0,95
7	0,50	0,95
8	0,58	0,95
9	0,55	0,95
10	0,55	0,95
Promedio	0,573	0,946

Elaboración propia. 2025.

Evaluación de residuo.

Los residuos en T1 (harina) fueron elevados, con un promedio de 377 g, mientras que en T2 (pelletizado) fueron mínimos, con solo 3.75 g. Esto evidencia que los cerdos consumen casi

toda la cantidad ofrecida en el tratamiento pelletizado, reduciendo desperdicios. La menor cantidad de residuo en pellets indica preferencia, mayor digestibilidad y eficiencia en la ingesta. La reducción en desperdicio también implica mayor aprovechamiento de los alimentos y menores costos asociados, favoreciendo la sostenibilidad de la producción porcina en etapas iniciales.

Tabla 5. Período de evaluación en residuo.

	T1	T2
	Harina (g)	Pelletizado(g)
1	400	10
2	350	5
3	270	6
4	380	1,5
5	350	3
6	400	2
7	450	1
8	370	2
9	400	3
10	400	4
Promedio:	377,00	3,75

Elaboración propia. 2025.

4.2 Análisis estadístico.

La investigación se llevó a cabo con la aplicó de la prueba t de Student con el fin de comparar ambos tratamientos en relación con dos variables principales: consumo de alimento y optimización del mismo (desperdicio) con dos tipos de tratamientos diferentes y con un nivel de significación del 5% ($p < 0.05$).

Tabla 6. Prueba t para dos nuestras suponiendo varianzas iguales para el consuno de alimentos de harina y pelletizado (kg).

	<i>Consumo (Kg)</i>	<i>Consumo (Kg)</i>
Media	0,573	0,94625
Varianza	0,00226778	7,2917E-06

Observaciones	10	10
Coeficiente de correlación de Pearson	0,30890141	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	24,324795	
P(T<=t) una cola	8,0274E10	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P(T<=t) dos colas	1,6055E-09	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	

Elaboración propia. 2025.

Tabla 7. Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales para el desperdicio de alimento de harina y pelletizado (g).

	<i>RESIDUO</i>	<i>RESIDUO</i>
	(g)	(g)
Media	377	3,75
Varianza	2267,77778	7,29166667
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	1137,53472	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	24,7458564	
P(T<=t) una cola	1,186E15	
Valor crítico de t (una cola)	1,73406361	
P(T<=t) dos colas	2,3719E-15	
Valor crítico de t (dos colas)	2,10092204	

Elaboración propia. 2025.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES.

La implementación de la máquina pelletizadora resultó eficiente en la elaboración del alimento balanceado en forma de pellet, cumpliendo con los requerimientos de eficiencia y producción planteados en el proyecto.

En primer lugar, los datos mostrados indican que los cerdos de los tratamientos del pelletizado tienen un consumo promedio semanal considerablemente superior, logrando unos aproximadamente 0.95 kg, casi el doble que el consumo promedio de los animales alimentados a base de harina, que fue de 0.57 kg. La mayor ingesta de alimentos puede relacionarse con la mayor preferencia por los pellets que parece que son más apetecibles y más fácil de consumir para los animales. La aceptación del pelletizado se demuestra también en los residuos generados, que fueron de 3.75 g frente a los 377 g que los animales del tratamiento con harina, lo que indica que cuando el alimento es en forma de pellets, los cerdos casi consumen toda la ración expuesta. La disminución de las pérdidas alimentarias no solo favorece un mejor uso de los recursos alimentarios, sino que también puede representar una reducción en los costes, cuya procedencia viene del acumulo de los costos de la compra y del manejo de los alimentos y, además, se contribuye a la sostenibilidad del sistema de producción.

El análisis estadístico muestra que las diferencias en el consumo y en los residuos son muy significativas. La media del consumo en el tratamiento con pelletizado es muy superior a la que se presenta en la harina, con un estadístico de t de 24.32, lo cual refleja un nivel superior al valor crítico, esto sugiere que existe una gran certeza en la diferencia observada. Asimismo, la diferencia en residuos es también muy significativa lo cual refuerza la idea de que los pellets permiten un uso más eficiente de los alimentos. En términos prácticos esto quiere decir que los resultados sugieren que la introducción de la alimentación pelletizada a una etapa temprana de la crianza puede llevar a un mayor ingreso de nutrientes, un mejor manejo y control en la dieta, una mejor conversión de comida.

Sintetizando, todos los resultados son coherentes y significativos y refuerzan que la peletización favorece la optimización de la producción, logrando mayor peso final e invirtiendo menos en alimentación, lo cual resulta clave para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad del sistema de producción porcina.

CAPITULO VI.

RECOMENDACIONES.

La inversión en equipos de peletización que garanticen una molienda homogénea y una compactación correcta es idónea, dado el objetivo de optimizar el proceso y mejorar la palatabilidad del alimento y mantener la calidad nutricional. A través de la modificación de la temperatura, de la presión y las condiciones de peletización se pueden lograr máximos porcentajes de aceptación en los cerdos, evitando la pérdida de nutrientes.

Además, los estudios pilotos de formulaciones y parámetros en la tecnología de alimentación, deben realizarse con el objetivo de que el alimento pelletizado sea consistente y buena calidad. El entrenamiento del personal en la operación del equipo y en el control de calidad del proceso es fundamental para garantizar los máximos resultados.

En el ámbito productivo, también se recomienda la introducción de la peletización en la etapa inicial, ya que la peletización tiene un efecto positivo en el consumo, crecimiento y eficiencia de conversión, lo que se puede traducir en menores costes de alimentación y rentabilidad superior.

Finalmente, la monitorización de los parámetros de producción y ajustes del proceso debería estar presente en el desarrollo del producto para que no haya mala eficiencia y se puedan llevar a cabo cambios en el proceso de fabricación o en la materia prima a utilizar. La realización de la tecnología adecuada y la implantación de buenas prácticas de manejo permitirían llegar a mejorar la producción de la producción porcina en el sistema de peletización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amán, K. (2024). *Valoración de probiótico (lactotech) en el rendimiento productivo de cerdos en la etapa de finalización en la granja Novapork*. *Revista Chimborazo*. 2(3). 12-115. Obtenido de <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/e29bf06f-a4ad-4589-8454-5b9606e067e3>
- Baena, G. (2020). *Metodología de la investigación*. Obtenido de http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
- Berna, C. (2019). *Metodología de la investigación*. Tercera edición, PEARSON EDUCACIÓN, Colombia,. Obtenido de <https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Blanco, G., & Esmatly, D. (2021). *Estudio de costeo de peletizado de alimento a base de Chaya (Cnidoscolus aconitifolius) para pollo de engorde (Doctoral dissertation, Universidad del Valle de Guatemala)*. Obtenido de <https://repositorio.uvg.edu.gt/handle/123456789/5641>
- Bonilla, A. (2024). *Establecimiento de un sistema productivo en Maíz (Zea mays) y evaluación del efecto de la peletización en semillas de Maíz*. *Revista Ciencia Unisalle*. 9(3). 5-79. Obtenido de <https://ciencia.lasalle.edu.co/items/de68b853-d7c8-410f-90bb-db223beda52f/full>
- Cáceres, M. (2024). *Digestibilidad aparente de dos formas de alimentos concentrados (harina-pellets)*. Obtenido de <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1474>
- Castillo, C. (2015). *Influencia De La Presentacion Del Alimento En Los Parametros Productivos De Cerdos En Recria Y Engorde*. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1369549>
- Cazzadore, L. (2023). *Metodología De Proyectos Para La Activación De Plantas De Alimentos Balanceados Para Cerdos*. *Revista Investigación Y Desarrollo*, 18(1). 12-190. Obtenido de <https://www.erevista.bibliolatino.com/index.php/dide/article/view/2214>
- Cerisuelo, A., & Calvet, S. (2020). *La alimentación en producción intensiva de animales porcino: Un elemento clave para reducir su impacto ambiental*. ITEA, *Información técnica económica agraria*, 116(5), 483-506. Obtenido de <https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/7465>
- Chávez, E. (2021). *Desarrollo e implementación de un sistema de alimentación en pasta para cerdos*. *Revista CP*. 1(2). 9-190. Obtenido de

<http://193.122.196.39:8080/xmlui/handle/10521/4795>

- Fernández, A. (2024). *Evaluación del desempeño productivo de lechones destetados, alimentados con preiniciadores de dos programas de alimentación (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala)*. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/20842>
- Fernández, S. (2024). *La producción porcina. Benchmarking de las granjas porcinas españolas: nuevos parámetros de referencia. Tesis doctoral*. . Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/639228859.pdf#page=24>
- Galarza, E. (2022). *Elaboración de núcleos proteicos para la alimentación del ganado porcino. Revista Babahoyo*. 2(4). 23-155. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13113>
- Gallardo, E. (2021). *Metodología de la investigación*. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf
- Garzón, C., & Méndez, L. (2021). *Prototipo de una máquina peletizadora para la fabricación de balanceado*". *Revista UTC*. 1(2). 14-111. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/items/8835bfd0-0d18-4844-906e-3873b7978376>
- Garzón, C., & Sánchez, J. (2022). *Caracterización del sistema de producción porcina*. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/8a15922f-8772-4092-98f4-5320f48f3a22/content>
- Giménez, A. (2023). *Planta de alimentos balanceados en el departamento de Ñeembucú. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 3150-3170. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/5562>
- Godoy, M. (2023). *Elaboración de balanceado peletizado más la adición de probióticos para cerdos en la etapa de crecimiento y engorde*. Obtenido de <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/fcd99f29-b932-4b1b-aaec-5cf28aaad6fb>
- Guido, J., & Urroz, C. (2024). *Propuesta de nivelación de capacidad productiva del proceso de Peletizado Plantel. Revista UCC*. 1(2). 120-210. Obtenido de <https://repositorio.ucc.edu.ni/1322/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2020). *Metodología de la investigación*. Obtenido de https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/metodologia-de-la-investigaci%C3%83%C2%B3n_sampieri.pdf
- INAMHI. (2017). *ANUARIO METEOROLÓGICO*. Ecuador:

http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf.

- Jácome, J., & Moyano, C. (2023). *Diseño y construcción de una máquina peletizadora automatizada destinada para la producción de pellets (balanceado) para animales porcinos*. *Revista Chimborazo*. 1(2). 120-190. Obtenido de <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/11f4921b-727f-497f-b9e2-5cdf81d0a1ff>
- Liaño, N., Padrón, A., Pérez, M., & González, E. (2023). *Alternativas tecnológicas para la peletización del bagazo de caña como forma de encadenamiento productivo*. *Revista Universidad y Sociedad*, 15(4), 111-119. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202023000400111&script=sci_arttext&tlng=pt
- Loaisiga, R. E., & Deshon, G. C. (2017). *Evaluación de dos programas de alimentación en cerdos de engorde desde la etapa de inicio hasta cosecha*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/39446382-4ea0-406a-aeaa-7a6d706155ed/content>
- López, S. (2021). *Diseño de sistema HACCP a la empresa de concentrados Alimentos FINCA S.A.S*. *Revista Mendeley*. 1(2). 99-200. Obtenido de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/entities/publication/f96528f8-ebb2-4cbd-bcc2-da28b17ae829>
- Marin, G., Pérez, J., & Aguilar, O. (2024). *Propuesta de densificación energética de residuos y recursos biomásicos mediante peletización*. . Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/68326346/3215-libre.pdf?1627334788=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPropuesta_de_densificacion_energetica_de.pdf&Expires=1754263662&Signature=Qsq87HjpjGpR4sA-XeX0lzbROw~QVAD7~AYODW007tQTJftWsM~24n5xj
- Mariño, L., Usca, J., Tello, L., & Flores, L. (2024). *Peletizado Más La Adición De Un Preparado Microbiano*. *Revista ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.* 3(1). 1-12. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/96bf/891a7053b35a0f1b510669c977d82e106d43.pdf>
- Mastian, R. (2025). *Descripción de los procesos tecnológicos más utilizados en la fabricación de alimentos balanceados y su uso en producción animal*. *Revista Babaoos*. 1(2). 10-90. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/18072>

- Max Farmer. (2015). Obtenido de <https://max-farmer.com/>
- Ormeño, L. (2025). *Diseño y optimización del peletizado de cariopses de pastos nativos para mejorar la manipulación y la germinación bajo condiciones de estrés abiótico*. . Obtenido de <http://huru.unsj.edu.ar/handle/123456789/482>
- Pérez, A., & Castro, J. (2023). *Propuesta de mejora para reducir las fallas en el proceso productivo de peletizado de la empresa alimentos balanceados Albaca*. *Revista UNPHU*. 8-110. Obtenido de <https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/5526>
- Quintero, J., & Mudarra, R. (2024). *Efecto de la suplementación complementaria (papilla o peletizado) durante la lactancia sobre el desempeño productivo de lechones: resultados preliminares*. *Revista investigaciones agropecuarias*, 7(1), 11-17. Obtenido de https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias/article/view/6539
- Ramírez, G. (2020). *Aprovechamiento Del Contenido Ruminal Bovino Generado En Las Plantas De Beneficio, Para La Obtención De Un Suplemento Alimentario Peletizado*. *Revista UNAD*. 12(6). 11-120. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/37203>
- Ripoll, X. (2024). *BIOGÁS DE PURINES: la importancia del vaciado frecuente de los alojamientos*. *Revista Ganadería*, (151), 44-47. Obtenido de <https://www.revistaganaderia.com/UploadedFiles/ganader%C3%ADa-mayo-junio%202024-articulo-manejo.pdf>
- Rocandio, P. (2024). *Proyecto de construcción de planta peletizadora para 60 mil toneladas/año*. . Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/73629>
- Rojas, D. (2021). *Elaboración de alimento peletizado proteico, para consumo*. *Revista Sidalc*. 6(2). 22-99. Obtenido de <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-uearth-cr-UEARTH-116/Description>
- Sánchez, W., Rodríguez, J., Duany, S., Fajardo, J., Matute, Y., & Guerrero, D. (2022). *Agentes biológicos asociados al deterioro de la calidad sanitaria de los piensos porcinos*. *Ciencia en su PC*, 1(3), 67-77. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1813/181374718006/181374718006.pdf>
- Taica, S. (2020). *Diseño de una máquina peletizadora de alimentos balanceados con capacidad de 150 kg/h*. *Revista USS*. 2(4). 9-80. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7816>
- Toapanta, A. (2024). *Utilización de la ruminaza como suplemento alimenticio peletizado (Doctoral dissertation, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi*

(UTC).). Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/items/347bfac6-c35e-44bc-8697-6cdfca603263>

Torbisco, M., Lopez, S., Del Carpio, A., & Alzamora, R. (2024). *Modelo ProLab: Transforma, aprovechamiento de residuos orgánicos destinados a la alimentación porcina*. *Revista PUCP*. 10-90. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/items/d4bf8593-d57e-4224-9bb3-418c74e2ba9b>

Vergara, M. (2025). *Desarrollo de un modelo matemático para la eficiencia del proceso de elaboración de concentrados en una empresa de producción de alimentos porcícolas de Sampués, Sucre*. *Revista Cekar*. 5-90. Obtenido de <https://repositorio.cecar.edu.co/entities/publication/43837b87-844e-4416-a2f3-65d6c2d7c34e>

Anexos.



Anexo 1. Adquisición de peletizadora.



Anexo 2. Maquina peletizadora.



Anexo 3. Alimentación con el pelletizado.



Anexo 4. Alimentación con la premezcla en forma de harina.

TESIS FINAL JENIFFER LOOR

8%
Textos sospechosos

6% Similitudes (Ignorado)
0% similitudes entre comillas
2% entre las fuentes mencionadas
2% Idiomas no reconocidos (Ignorado)
8% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: TESIS FINAL JENIFFER LOOR.docx
ID del documento: b6b77f82ba3056116cd33b836b625dbc15980c9e
Tamaño del documento original: 292,4 kB

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: 14,925
Número de caracteres: 100.931

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	TESIS FINAL KELLY MARQUEZ.docx TESIS FINAL KELLY MARQUEZ 9491ca5 Viene de de mi biblioteca 14 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (355 palabras)
2	Edison Mendoza tesis 2025.docx Edison Mendoza tesis 2025 vcr18-20 Viene de de mi grupo 17 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (408 palabras)
3	TESIS FINAL VICTOR CHICAIZA.docx TESIS FINAL VICTOR CHICAIZA 450534dc Viene de de mi biblioteca 13 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (265 palabras)
4	Josue Adrian Zambrano Ferrin.docx Josue Adrian Zambrano Ferrin #91aaad Viene de de mi grupo 11 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (227 palabras)
5	departamentos.uileam.edu.ec https://departamentos.uileam.edu.ec/gestion-aseguramiento-calidad/files/2023/02/PA8DEF1... 10 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (172 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorioslatinoamericanos.uchile.cl Diseño y construcción de una máquin... https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/8266771	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
2	dspace.utb.edu.ec Descripción de los procesos tecnológicos más utilizados en I... https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/18072	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
3	renati.sunedu.gob.pe Registro Nacional de Trabajos de Investigación: Modelo P... https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/3259872?locale-es	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)
4	193.122.196.39 Desarrollo e implementación de un sistema de alimentación en ... http://193.122.196.39:8080/renliu/handle/10521/4795	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)
5	ciencialatina.org https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/5562	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

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

- <https://dspace.espoch.edu.ec/items/e29bf06f-a4ad-4589-8454-5b9606e067e3>
- <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1474>
- <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1369549>
- <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/20842>
- <https://core.ac.uk/download/pdf/639228859.pdf#page=24>

Dr. Fernando Mejía
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ACTA DE ENTREGA – RECEPCIÓN

En la ciudad de El Carmen, provincia de Manabí, a los **cuatro (4) días del mes de agosto del año dos mil veinticinco (2025)**, en las instalaciones de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen, se deja constancia que:

Los estudiantes **Álava Sánchez Gema Jessenia** con C.I. 1314914399, **Cedeño Bravo Gabriel Fernando** con C.I. 1315618403, **Cedeño Giler Jandry Ariosto** con C.I. 2300169469, **Cedeño Moreira Cindy Dayana** con C.I. 1313491019, **Cedeño Zambrano Angie Andreina** con C.I. 1724132145, **Cevallos Balarezo Lorena Lisbeth** con C.I. 1315441202, **Chicaiza Lozano Víctor Fernando** con C.I. 2350557795, **Demera Aray Cristian Adrián** con C.I. 2300146095, **Gaibor Anchundia Estefany Johana** con C.I. 1720058682, **Loor Gómez Jeniffer Lisbeth** con C.I. 2300558794, **Loor Loor Dina Esther** con C.I. 2350563942, **Marquez Torres Keilly Jamileth** con C.I. 2350892283, **Mecías Acosta Angélica María** con C.I. 1313628784, **Mendoza Mendieta Edisson Antonio** con C.I. 1727248872, **Menéndez Bermúdez Juan Ignacio** con C.I. 2300665979, **Zambrano García María Belén** con C.I. 1752400976 de la carrera de **Ingeniería Agropecuaria**, hacen entrega formal de:

Una **Pelletizadora eléctrica** de balanceado con las siguientes características:

- Producción: 120kg/h - 150kg/h
- Potencia: 4,5 kw/6HP
- RPM: 1440 (50Hz/60Hz)
- Voltaje: 220V AC monofásico
- Corriente: 22A.

Una **Mezcladora eléctrica** con las siguientes características:

- Voltaje: 220v ac
- Corriente: 18.6A
- Potencia: 4kW
- RPM (Motor): 1440
- RPM (Mezclado): 60
- Aceite (Caja reductora): SAE 80W90

Un **Molino Industrial** con las siguientes características:

- IP: 44
- Frecuencia: 60 Hz
- Motor: 3 hp
- Voltaje: 220
- RPM: 3376

Los estudiantes realizan la donación de implementos como contribución voluntaria a la Universidad, en el marco de su proceso de titulación, destinada al fortalecimiento institucional de la Extensión El Carmen.

Para constancia de lo actuado, firman en dos ejemplares de igual tenor y valor, los estudiantes y el señor Decano de la Extensión.

ENTREGA:



Álava Sánchez Gema Jessenia
C.I. 1314914399



Cedeño Bravo Gabriel Fernando
C.I. 1315618403



Cedeño Giler Jandry Ariosto
C.I. 2300169469



Cedeño Moreira Cindy Dayana
C.I. 1313491019



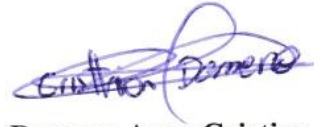
Cedeño Zambrano Angie Andreina
C.I. 1724132145



Cevallos Balarezo Lorena Lisbeth
C.I. 1315441202



Chicaiza Lozano Víctor Fernando
C.I. 2350557795



Demera Aray Cristian Adrián
C.I. 2300146095



Gaibor Anchundia Estefany Johana
C.I. 720058682



Loor Gómez Jeniffer Lisbeth
C.I. 2300558794



Loor Loo Dina Esther
C.I. 2350563942



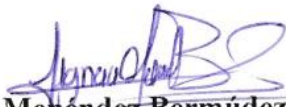
Marquez Torres Keilly Jamileth
C.I. 2350892283



**Mecías Acosta Angélica María
Antonio**
C.I. 1313628784



Mendoza Mendieta Edison
C.I. 1727248872



Méndez Bermúdez Juan Ignacio
C.I. 2300665979



Zambrano García María Belén
C.I. 1752400976

RECEPCIÓN:



Dr. Temístocles Bravo Tuárez, Mg.
Decano – Extensión El Carmen