



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN EN 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
INGENIERO AGROPECUARIO**

**“Implementación de un sistema de peletización en producción de alimentos
para cerdas etapa de gestación”**

AUTOR: Víctor Fernando Chicaiza Lozano

TUTOR: MVZ. Kleber Fernando Mejía Chanaluisa, Mg

El Carmen, agosto del 2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	CERTIFICADO DE TUTOR(A)	
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página II de 55

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 del estudiante **Chicaiza Lozano Víctor Fernando**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025(1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Implementación de un sistema de peletización en producción de alimentos para cerdas etapa de gestación”**.

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, 9 de agosto de 2025.

Lo certifico,



 **Dr. Fernando Mejía**
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

MVZ. Kleber Fernando Mejía Chanaluiza, Mg
Docente Tutor
Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria



**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

**“Implementación de un sistema de peletización en producción de alimentos
para cerdas etapa de gestación”**

AUTOR: Víctor Fernando Chicaiza Lozano.

TUTOR: MVZ. Kleber Fernando Mejía Chanaluiza, Mg

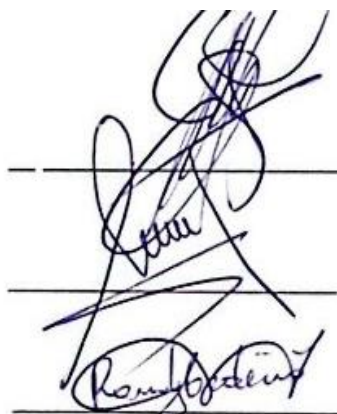
**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO Ing. Tacurí Troya Elizabeth Telli, Mg.

MIEMBRO Ing. González Dávila Ricardo Paúl, Mg.

MIEMBRO Ing. Cedeño Zambrano José Randy, Mg.



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Víctor Fernando Chicaiza Lozano** con cedula de ciudadanía **235055779-5**, 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 producción de alimentos para cerdas etapa de gestación”**, esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total y su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos Y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados

Atentamente,



Víctor Fernando Chicaiza Lozano

DEDICATORIA

“El objetivo último de la agricultura no es hacer crecer cultivos, sino cultivar y perfeccionar al ser humano.” — Masanobu Fukuoka

A MI PADRE

Por brindarme siempre los recursos necesarios para que pudiera seguir estudiando, incluso cuando las cosas no eran fáciles. Gracias por tu esfuerzo constante, silencioso y firme, por darme la oportunidad de alcanzar mis metas.

Y A MI MADRE,

Por levantarse cada mañana con amor, para que yo saliera a estudiar con el estómago lleno y el corazón tranquilo. Tus cuidados diarios, tu cariño en cada plato de comida, en cada detalle, me dieron la fuerza para seguir adelante.

Víctor Fernando Chicaiza Lozano.

AGRADECIMIENTO

“El objetivo último de la agricultura no es hacer crecer cultivos, sino cultivar y perfeccionar al ser humano.” — Masanobu Fukuoka

Reconocer a quienes acompañaron este proceso resultó esencial: ningún camino se recorrió en soledad. Al alcanzar este hito de su vida académica, la autora expresó su más profunda gratitud a todas las personas que, con su guía, apoyo y confianza, hicieron posible este logro.

A mis padres, **Víctor Manuel Chicaiza Torres** y **María Cristina Lozano Cedeño**, les debo todo. Gracias por su amor incondicional, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por sus sacrificios silenciosos y por enseñarme con el ejemplo el valor del esfuerzo, la honestidad y la humildad. Cada logro mío es también de ustedes.

A mi familia, por su apoyo constante, sus palabras de ánimo y su paciencia en los momentos más duros. A quienes me acompañaron con una palabra, una sonrisa o simplemente con su presencia: gracias de corazón.

A mis docentes y guías académicos, por compartir sus conocimientos y por exigirme siempre un poco más. Su enseñanza dejó huella en mí.

Y finalmente, a la vida, por todas las pruebas y aprendizajes, por cada caída y cada impulso que me trajo hasta aquí.

Víctor Fernando Chicaiza Lozano.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN.....	II
TRIBUNAL DE TITULACIÓN	III
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE ANEXO	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	1
CAPITULO I	2
TÍTULO	2
INTRODUCCIÓN	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	4
OBJETIVOS	5
HIPÓTESIS.....	5
METODOLOGÍA	6
1.1 Localización de la unidad experimental	6
1.2 Caracterización agroecológica de la zona.....	6
1.3 Materiales.....	7
1.4 Variables	7
1.4.1 Variables independientes	7
1.4.2 Variables dependientes	7
1.5 Métodos	7
1.5.1 Método analítico.....	7
1.5.2 Enfoque de la investigación.....	8

1.5.3	Tipo y diseño de investigación	8
1.6	Análisis estadístico	9
1.7	Tratamientos	9
1.8	Manejo del ensayo.....	10
CAPÍTULO II		11
MARCO TEÓRICO		11
2.1	Fisiología de la gestación temprana	11
2.1.1	Bases de la ovulación a la implantación.....	11
2.1.2	Reconocimiento y mantenimiento de la gestación.....	11
2.2	Nutrición y alimentación de cerdas gestantes.....	13
2.3	Requerimientos energéticos en gestación.....	14
2.4	Proteína en cerdas gestantes.....	14
2.5	Dietas y estrategias de alimentación en cerdas gestantes	15
2.6	Razas de cerdo de calidad materna	17
2.6.1	Duroc (Duroc-Jersey)	17
2.6.2	Hampshire.....	17
ANTECEDENTES.....		20
CAPÍTULO III.....		22
DESARROLLO DE LA PROPUESTA		22
3.1	Descripción de la maquina peletizadora.....	22
3.1.1	Implementación y caracterización técnica de un sistema de elaboración de alimento balanceado para cerdas en gestación (Duroc-Jersey y Hampshire).....	22
3.2	DISEÑO Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS A IMPLEMENTAR	23
3.3	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	24
3.4	RESULTADOS.....	25
3.4.1	Determinar el equipo adecuado para la óptima fabricación de los alimentos balanceados.....	25

3.4.2	Residuos de alimento (g)	26
3.4.3	Consumo (kg).....	27
CAPÍTULO V		29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		XXXVI
ANEXOS		XLI

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características agroecológicas de la localidad	7
Tabla 2. Materiales utilizados en la implementación y peletización.....	7
Tabla 3. <i>Premezcla suministrada a las cerdas (presentación: harina y pellet)</i>	8
Tabla 4. Tratamientos experimentales y condiciones de suministro	9
Tabla 5. Fases reproductivas de la cerda y consideraciones de manejo	12
Tabla 6. Requerimientos energéticos de referencia en gestación según peso inicial y ganancia materna	13
Tabla 7. Requerimientos energéticos para cerdas gestantes	14
Tabla 8. Requerimientos nutricionales de las cerdas lactantes	16
Tabla 9. Indicadores zootécnicos de hembras Hampshire vs. Duroc-Jersey	18
Tabla 10. Desglose de gastos en equipos utilizados para la producción peletizada.....	23
Tabla 11. Composición de la harina utilizada para realizar el pellet para la alimentación de las cerdas en etapa de gestación	24
Tabla 12. Proceso de mezcla y peletización del alimento para cerdas gestantes	24
Tabla 13. Característica de la peletizadora	25
Tabla 14. Residuo del alimento comparación entre presentación en harina y peletizado	27
Tabla 15. Consumo del alimento en la presentación de harina y peletizado	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio	6
Figura 2. Ingesta diaria objetivo por fase de gestación en cerdas primerizas (dieta 3.224 kcal ED/kg).....	16
Figura 3. Características de la raza Duroc-Jersey	17
Figura 4. Características de la raza Hampshire	18

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Acta de entrega y recepción.....	XLI
Anexo 2. Elaboración del alimento balanceado.....	XLIV
Anexo 2. Comprobación de calidad del alimento peletizado y el balanceado en harina ...	XLIV
Anexo 3. Suministro de alimento balanceado según el tratamiento asignado a las cerdas en etapa de gestación.....	XLIV
Anexo 4. Observación y peso de los residuos que quedaban en los comederos.....	XLV

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar la implementación de un sistema de peletización en la producción de alimentos para cerdas en etapa de gestación, utilizando el equipo 9KLP150. La dieta formulada se diseñó para cumplir con el 13 % de proteína cruda y 3.265 kcal/kg de energía metabolizable, garantizando la cobertura total de los requerimientos nutricionales de las cerdas gestantes. Se compararon dos presentaciones de alimento: T1 = harina y T2 = peletizado, trabajando con 10 animales por tratamiento. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba t de Student para muestras independientes, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. En el consumo de alimento se encontró una diferencia estadísticamente significativa a favor de la presentación peletizada, con medias de 1,50 kg/día para T2 y 1,45 kg/día para T1, lo que representó un incremento de +0,05 kg/día ($p < 0,0001$). En cuanto al residuo de alimento en el comedero, el peletizado presentó un valor promedio de 3,75 g frente a 46,5 g en la presentación en harina, con una diferencia de -42,75 g ($p < 0,0001$), confirmando una reducción marcada del desperdicio. Los resultados evidenciaron que la peletización con el equipo 9KLP150 permitió obtener un alimento balanceado con características físicas y nutricionales óptimas, incrementando el consumo, disminuyendo el residuo y asegurando un aprovechamiento más eficiente del alimento en cerdas gestantes.

Palabras clave: porcicultura; nutrición; digestibilidad; residuos; rentabilidad

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the implementation of a pelletizing system in the production of feed for gestating sows, using the 9KLP150 equipment. The formulated diet was designed to meet 13% crude protein (CP) and 3,265 kcal/kg of metabolizable energy (ME), ensuring full coverage of the nutritional requirements of gestating sows. Two feed presentations were compared: T1 = mash and T2 = pelleted, with 10 animals per treatment. Statistical analysis was performed using the Student's t-test for independent samples, considering a significance level of $\alpha = 0.05$. Feed intake results showed a statistically significant difference in favor of the pelleted presentation, with means of 1.50 kg/day for T2 and 1.45 kg/day for T1, representing an increase of +0.05 kg/day ($p < 0.0001$). Regarding feed residue in the trough, the pelleted presentation recorded an average of 3.75 g compared to 46.5 g in the mash presentation, with a difference of -42.75 g ($p < 0.0001$), confirming a marked reduction in waste. The results demonstrated that pelletizing with the 9KLP150 equipment produced a balanced feed with optimal physical and nutritional characteristics, increased feed intake, reduced residue, and ensured more efficient feed utilization in gestating sows.

Keywords: porcine; nutrition; digestibility; wastage; profitability

CAPITULO I

TÍTULO

Implementación de un sistema de peletización en producción de alimentos para cerdas etapa de gestación.

INTRODUCCIÓN

La porcicultura constituyó un componente dinámico del sistema agroalimentario ecuatoriano por su aporte a la seguridad alimentaria, el empleo y la actividad económica (Quesnel et al., 2009). Al 2023, la producción nacional de carne de cerdo alcanzó 216.389 toneladas, con una tasa media de crecimiento cercana al 6 % en la última década, y con hitos recientes como la apertura de mercados para exportación, lo que refleja avances en competitividad y sanidad (MAG–CGINA, 2023). Además, las estadísticas sectoriales reportaron que la cadena porcina generó decenas de miles de empleos directos y cientos de miles de empleos indirectos, dando cuenta de su peso social y productivo (MAGAP, 2024).

En consumo interno, el consumo per cápita de carne de cerdo mostró una tendencia ascendente en los últimos años (Sánchez et al., 2015). De forma oficial, el MAG indicó que el consumo promedio nacional pasó de 7,92 a 11,92 kg/persona/año en los últimos cinco años, consolidando al cerdo como la segunda proteína cárnica más demandada después del pollo (MAGAP, 2024). Estas cifras se alinearon con los registros sanitarios y productivos que estimaron niveles cercanos a 11–12 kg/persona/año en el bienio 2023–2024 (Agrocalidad, 2022).

A escala territorial, Manabí figuró entre las provincias con mayor inventario porcino del país. Para 2023, los datos oficiales de la Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria (CGINA–MAG), basados en INEC–ESPAC, ubicaron a Manabí en tercer lugar nacional, con = 137.988 cabezas, solo por debajo de Santo Domingo de los Tsáchilas e Imbabura. Este posicionamiento reafirmó la relevancia productiva de la provincia y su potencial para iniciativas tecnológicas y nutricionales en granja (MAG–CGINA, 2023).

Una alimentación precisa en cerdas gestantes resultó determinante para sostener el crecimiento fetal, la funcionalidad placentaria y la homogeneidad de la camada al nacimiento;

las guías de referencia establecieron requerimientos por etapa y subrayaron a la lisina digestible como aminoácido crítico en relación con la energía metabolizable (Rosero et al., 2016).

De manera sintética, “los requerimientos fisiológicos de la cerda cambian con rapidez durante la transición” (Sánchez et al., 2015), por lo que una formulación precisa de energía y aminoácidos esenciales en especial la lisina estandarizada ileal resultó determinante para sostener la producción de calostro y leche, limitar la pérdida de condición corporal y acortar el intervalo destete celo (Kim et al., 2009a).

La evidencia indicó, además, que asegurar ácidos grasos esenciales y manejar estratégicamente la fibra dietaria favoreció el consumo voluntario en lactación, la calidad del calostro y el crecimiento de la camada (Murillo Aluja et al., 2013). En este marco, el estudio realizado en El Carmen, Manabí, abordó la gestación como ventana crítica para alinear bienestar, productividad y rentabilidad a nivel de granjas porcinas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La alimentación de la cerda gestante resultó determinante para asegurar crecimiento fetal adecuado, condición corporal al parto, calidad del calostro y uniformidad de la camada; cuando la ración no cubrió con precisión los requerimientos o llegó al comedero de forma no homogénea, se observaron camadas con menor peso al nacer, mayores pérdidas posparto y costos de producción más elevados (Rosero et al., 2016).

En granjas porcinas del cantón El Carmen (Manabí) persistió el suministro en harina, con partículas de tamaño desigual y presencia de polvo, lo que favoreció segregación de ingredientes, desperdicio en comederos, variaciones en el consumo y menor digestibilidad aparente; como efecto, se redujo la eficiencia alimentaria y la consistencia de los resultados reproductivos.

Ante esta situación, la implementación de un sistema de peletización en la elaboración del alimento se planteó como alternativa para compactar y homogenizar la ración, disminuir pérdidas, estabilizar el consumo y mejorar los indicadores zootécnicos. En el ensayo se ofreció la misma formulación en dos presentaciones: harina y peletizada. Pregunta de investigación: en cerdas gestantes de El Carmen, ¿la alimentación peletizada, frente a harina de igual formulación, reduce el desperdicio y mejora el consumo, la condición corporal al parto y los resultados?

JUSTIFICACIÓN

La nutrición durante la gestación definió el desarrollo fetal, la condición corporal al parto y la uniformidad de la camada; en consecuencia, toda estrategia que eleve la precisión en el suministro de nutrientes impacta de manera directa la viabilidad neonatal y el desempeño reproductivo posterior (Martínez-Martínez et al., 2016).

En sistemas que distribuyen el alimento en harina, la heterogeneidad de partículas y el polvo favorecen la segregación de ingredientes en el comedero, el desperdicio y la variabilidad en el consumo entre animales (Rosero et al., 2016). Este conjunto de efectos compromete la digestibilidad aparente y el aprovechamiento real de la ración, genera ineficiencias productivas y justifica la adopción de alternativas tecnológicas en el manejo del alimento (Martínez-Martínez et al., 2016). La peletización se plantea como opción porque eleva la fluidez, reduce el desperdicio y limita la segregación de ingredientes (Quesnel et al., 2009).

Más allá de los beneficios físicos, el procesamiento por peletización puede incrementar la disponibilidad de energía y nutrientes al modificar la estructura del alimento, con efectos positivos reportados sobre el desempeño de cerdos cuando se compara frente a mezclas no peletizadas, siempre que el tamaño de partícula y la calidad del pellet se mantengan dentro de rangos objetivo (Sánchez et al., 2015). Esta relación entre forma del alimento y eficiencia biológica aporta fundamento técnico para evaluar su adopción en granja (Ortiz-Rodríguez et al., 2017).

En cerdas, la transición hacia el parto exige una nutrición precisa para sostener el crecimiento fetal, el desarrollo mamario y la producción de calostro; una mayor consistencia del consumo y una entrega efectiva de nutrientes favorecen estos procesos fisiológicos y mejoran los indicadores de parto y de lactación temprana (Lee et al., 2024). La estabilidad del consumo en el periparto se vincula, además, con mejores respuestas durante la lactación (O'Meara et al., 2020).

El manejo de componentes funcionales de la dieta como la fibra en gestación y los ácidos grasos esenciales también se beneficia de una presentación más homogénea (Sánchez et al., 2015). Una provisión adecuada de fibra en gestación se asocia con mayor saciedad y mejor consumo en lactación, mientras que asegurar ácidos grasos esenciales respalda la calidad del calostro y la respuesta temprana de la camada (Ortiz-Rodríguez et al., 2017).

En el cantón El Carmen (Manabí), donde se prioriza mejorar eficiencia y rentabilidad sin comprometer el bienestar, reducir desperdicios y estabilizar el consumo diario constituye una necesidad práctica. La adopción de un sistema de peletización se justifica tanto por su potencial de mejora zootécnica como por su contribución al uso racional de insumos y a la estandarización del manejo.

Con base en lo anterior, se justifica evaluar la implementación de un sistema de peletización para alimentos de cerdas en gestación, comparando la misma formulación ofrecida en harina y en peletizado.

OBJETIVOS

i) Objetivo general

Implementar un Sistema de Peletización en Producción de Alimentos para Cerdas en Etapa de Gestación

ii) Objetivos específicos

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

HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H_0). En cerdas gestantes, las medias de consumo (kg/cerda/día) y de residuo (kg/cerda/día y % de la oferta) no difieren entre la presentación peletizada y la presentación en harina del balanceado.

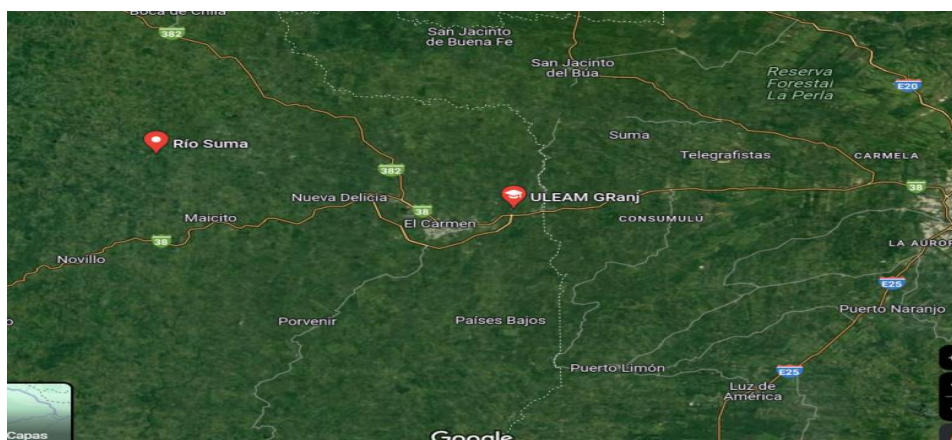
Hipótesis alternativa (H_1). En cerdas gestantes, al menos una de las medias de consumo o residuo difiere entre la presentación peletizada y la presentación en harina del balanceado.

METODOLOGÍA

1.1 Localización de la unidad experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios de la Granja Experimental Río Suma de la ULEAM–Extensión El Carmen, ubicada en el km 36 de la vía Santo Domingo–Chone, cantón El Carmen, provincia de Manabí, Ecuador. Las coordenadas geográficas del sitio fueron 0°15'46.1" S; 79°25'41.6" W, equivalentes a -0.262806; -79.428222 en formato decimal.

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio



Fuente: Google Maps, (2025)

La incorporación de una mezcladora y una peletizadora en la planta de alimentos de la Granja Río Suma aseguró prácticas académicas activas y supervisadas en formulación, mezclado y peletizado de dietas para animales, lo que fortaleció competencias técnicas de los estudiantes en control de calidad, estandarización de procesos y seguridad alimentaria.

Paralelamente, esta infraestructura permitió transferencia de tecnología hacia las granjas porcinas del cantón, mediante elaboración demostrativa de raciones, capacitación in situ y validación de costos y desempeño zootécnico, creando un puente efectivo entre la academia y el sector productivo para mejorar la eficiencia alimentaria, la consistencia del suministro y la rentabilidad a nivel de granja.

1.2 Caracterización agroecológica de la zona

En la siguiente tabla se describe la caracterización agroecológica de la zona del Cantón el Carmen, Manabí.

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)	2.659
Altitud (msnm)	249

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

1.3 Materiales

Tabla 2. Materiales utilizados en la implementación y peletización

Insumos	Materiales	Equipos
Balanceado vegetal comercial	Palas plásticas o metálicas	Mezcladora de ingredientes
Harinas vegetales adquiridas: maíz, harina de soya, alfarina, trigo, harina de alfalfa	Sacos de polipropileno para almacenamiento	Peletizadora o extrusora
Aceite vegetal	Libreta de campo para registro de datos	Báscula o balanza digital
Premix vitamínico–mineral (<i>si se empleó</i>)	Recipientes plásticos o metálicos	Tamiz o cedazo
Carbonato de calcio / harina de caliza (<i>si se empleó</i>)	Etiquetas para identificación de lotes	

1.4 Variables

1.4.1 Variables independientes

- Presentación del balanceado

1.4.2 Variables dependientes

- Consumo
- Residuo

1.5 Métodos

1.5.1 Método analítico

Se adoptó un enfoque analítico centrado en las variables consumo y residuo por presentación del alimento. Se pesó la oferta diaria por unidad experimental con balanza digital (0,01 kg), se recolectó el remanente del comedero y del área inmediata al cierre de la jornada y

se determinó el consumo como oferta menos remanente. El residuo se expresó en kg/animal/día y como porcentaje de la oferta.

Los registros se consolidaron por presentación (harina vs peletizado) y por día de evaluación. Para control de insumos, se verificó la declaración nutricional del fabricante del balanceado base; no se formuló dieta ni se realizaron determinaciones bromatológicas de laboratorio.

1.5.2 Enfoque de la investigación

El estudio adoptó un enfoque cualitativo orientado a describir e interpretar el proceso de implementación de un sistema de peletización en la producción de alimentos para cerdas gestantes, así como su adaptación operativa cuando el suministro se realizó en harina mediante premezcla (Arias & Covinos Gallardo, 2021).

El análisis se basó en observaciones de campo estructuradas, registros técnicos (recepción de insumos, preparación de premezcla, mezcla y rutina de suministro) y criterios de los responsables del manejo. El interés principal se centró en cómo se ejecutaron las etapas, qué cambios organizativos y de manejo se generaron y cómo se percibieron sus efectos en la práctica diaria, más que en la medición de variables numéricas.

1.5.3 Tipo y diseño de investigación

La investigación se clasificó como aplicada y utilizó un diseño descriptivo con datos cuantitativos (Bravo & Herrera Sánchez, 2018). El caso correspondió a una unidad de producción porcina donde se documentó, paso a paso, la planificación, la instalación logística y la operación del esquema de alimentación (balanceado comercial en harina + premezcla), junto con los procedimientos previstos para la peletización.

Tabla 3. *Premezcla suministrada a las cerdas (presentación: harina y pellet)*

Ingrediente	Inclusión (%)
Maíz molido	84,08
Harina de soya 44 %	12,93
Aceite vegetal	1
Premezcla min-vit-sal	2
Totales	100

El diseño permitió caracterizar el contexto real, identificar cuellos de botella y registrar ajustes operativos necesarios para la adopción tecnológica futura, sin intervención experimental sobre el plantel ni manipulación de variables independientes más allá de las rutinas propias del manejo.

1.6 Análisis estadístico

El análisis se orientó a comparar T1 = balanceado en presentación de pellet y T2 = harina (premezcla) sobre las variables consumo (kg/cerda/día) y residuo (kg/cerda/día). La unidad experimental fue la cerda. Cuando existieron varios días por cerda, se calculó el promedio por cerda para cada variable, con el fin de evitar pseudorreplicación y mantener la independencia de las observaciones. Se generaron estadísticos descriptivos por tratamiento: media, desviación estándar (DE), error estándar (EE) y coeficiente de variación ($CV = DE/Media \times 100$). El análisis de supuestos incluyó normalidad por grupo mediante Shapiro–Wilk y homogeneidad de varianzas mediante Levene (Molina-Arias et al., 2020).

Se aplicó una t de Student para muestras independientes con contraste bilateral y nivel de significancia $\alpha = 0,05$. En presencia de varianzas desiguales (prueba de Levene con $p < 0,05$), se utilizó la t de Welch. Cuando la normalidad no se cumplió en muestras pequeñas y las transformaciones no estabilizaron la distribución, se informó de manera complementaria la prueba de Mann–Whitney como análisis robusto (Hurtado & Silvente, 2012).

1.7 Tratamientos

Tabla 4. *Tratamientos experimentales y condiciones de suministro*

Código	Tratamiento	Descripción del alimento	Presentación	Dosis diaria (kg/cerda/día)	Horario de suministro	Agua
T1	Balanceado peletizado	Balanceado vegetal	pellet	3 kg	07:00 (una vez al día)	A libre consumo
T2	Harina (premezcla)	Premezcla preparada con harina de maíz, pasta de soya, pasta de trigo, probiótico y sal mineralizada.	Harina	3 kg	07:00 (una vez al día)	A libre consumo

1.8 Manejo del ensayo

El ensayo se ejecutó durante 10 días con dos grupos de cerdas gestantes. El Grupo T1 recibió balanceado vegetal en presentación peletizada. El Grupo T2 recibió premezcla en harina preparada con harina de maíz, pasta de soya, pasta de trigo, probiótico y sal mineralizada. En ambos grupos la ración diaria fue de 1,5 kg por cerda, fraccionada en dos tomas de 0,75 kg a las 07:00 y 17:00. El agua permaneció a libre consumo durante todo el periodo.

En cada toma se pesó la oferta por cerda con balanza digital (0,01 kg). Al cierre del intervalo de consumo se retiró el remanente del comedero y del área inmediata, se limpió de impurezas y se pesó para cuantificar el residuo.

El consumo por toma se calculó como oferta de residuo; el consumo diario resultó de la suma de ambas tomas y el consumo total se obtuvo acumulando los diez días. El residuo (%) se expresó como $(\text{residuo/oferta}) \times 100$ por toma y por día. Los registros se consolidaron por unidad experimental (cerda) en Excel, los datos fueron analizados en el programa InfoStat.

La gestación porcina tiene una duración promedio 114 días, también se la conoce como regla de 3 (3 meses, 3 semana, 3 días) El objetivo de la peletización en alimentos para cerdas gestantes es mejorar la digestibilidad y aprovechamiento de nutrientes, evitar el desperdicio, garantizar una dieta homogénea y optimizar el consumo, favoreciendo la salud y el rendimiento reproductivo de la cerda.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Fisiología de la gestación temprana

La gestación porcina presentó una duración promedio de $114 \pm 1,5$ días, con variaciones explicadas por tamaño de camada, genética y manejo; por fines nutricionales se subdividió en gestación temprana (servicio–día 28), media (días 28–84) y tardía (día 84–parto), dado que cada etapa mostró demandas fisiológicas distintas (Tabares-Torres & Uribe-Corrales, 2025).

En términos prácticos, la fase temprana concentró los eventos de fecundación, tránsito embrionario y establecimiento de la preñez; la fase media se asoció con el inicio del desarrollo mamario; la fase tardía correspondió al mayor crecimiento fetal y a la preparación para el parto (Martínez-Martínez et al., 2016). Como señaló Theil et al., (2022) “los requerimientos fisiológicos de la cerda cambian con rapidez durante la transición”, hecho que justifica decisiones finas de alimentación en cada periodo.

2.1.1 Bases de la ovulación a la implantación

El ciclo estral promedió 21 días y el estro duró 2–3 días; la ovulación ocurrió próxima al pico de receptividad (Tabares-Torres & Uribe-Corrales, 2025). La fecundación se produjo en el oviducto y los embriones descendieron hacia el útero, donde se distribuyeron y avanzaron desde mórula a blastocisto antes de la elongación característica de la especie (Kim et al., 2009a). La implantación en cerdas fue epitelio corial y no invasiva; la adhesión se estableció progresivamente tras la elongación del blastocisto y condujo a una interfaz funcional entre el trofoblasto y el endometrio (NAP, 2012; Quesnel et al., 2009).

2.1.2 Reconocimiento y mantenimiento de la gestación

El reconocimiento materno se explicó por señales conceptuales estrogénicas que redirigieron la secreción endometrial de $\text{PGF}_{2\alpha}$ hacia la luz uterina, lo que previno la luteólisis y permitió sostener la secreción de progesterona desde los cuerpos lúteos (Theil et al. (Rosero et al., 2016). De ese modo, se preservó el ambiente uterino necesario para la supervivencia embrionaria y el establecimiento de la placenta (Koketsu et al., 2017). Quesnel et al. (2009), han sintetizado este principio al indicar que “las señales estrogénicas del conceptus constituyen el reconocimiento de la gestación en cerdos”, con impacto directo sobre la función lútea y la continuidad del embarazo.

Tabla 5. Fases reproductivas de la cerda y consideraciones de manejo

Aspecto	Justificación técnica	Implicación para el estudio	Referencias Bibliográfica
Duración de la gestación $\approx 114 \pm 1,5$ días y partición en etapas (temprana, media, tardía).	La duración y la segmentación por etapas responden a cambios fisiológicos y de demanda de nutrientes.	Define ventanas para ajustes de dieta y de manejo.	National Research Council. (2012). <i>Nutrient requirements of swine</i> (11th ed.). NAP. https://doi.org/10.17226/13298
En la transición periparto los requerimientos cambian con rapidez.	Cambios simultáneos en crecimiento fetal, desarrollo mamario y calostrogénesis.	Exige precisión en densidad energética y aminoácidos al final de la gestación.	Theil, P. K., et al. (2022). <i>Journal of Animal Science and Biotechnology</i> , 13, 57. https://doi.org/10.1186/s40104-022-00727-y
Reconocimiento y mantenimiento de la gestación mediados por señales estrogénicas conceptuales que favorecen la función lútea.	Redirección de PGF ₂ α hacia la luz uterina y preservación de progesterona.	Asegura condiciones uterinas estables; evita pérdidas embrionarias tempranas.	Theil, P. K., et al. (2022). <i>Journal of Animal Science and Biotechnology</i> , 13, 57. https://doi.org/10.1186/s40104-022-00727-y
Lisina digestible reconocida como aminoácido crítico en gestación.	La lisina limita síntesis proteica fetal y de tejidos maternos si la dieta resulta insuficiente.	Sustenta el ajuste de aminoácidos por etapa y condición corporal.	Kim, S. W., et al. (2009). <i>Journal of Animal Science</i> , 87(Suppl. 14), E123–E132. https://doi.org/10.2527/jas.2008-1452
Fibra dietaria en gestación mejora saciedad y favorece consumo en lactación.	La fibra regula motilidad y respuestas endocrinas; sostiene el consumo posparto.	Justifica incluir fibra funcional y monitorear su nivel en raciones de gestación.	Quesnel, H., et al. (2009). <i>Journal of Animal Science</i> , 87(2), 532–543. https://doi.org/10.2527/jas.2008-1231
Asegurar ácidos grasos esenciales (EFA) desde gestación tardía fortalece calostro y desempeño de la camada.	Los EFA influyen en inmunidad y desarrollo neurológico temprano.	Respalda incluir fuentes de linoleico/ α -linolénico en el cierre de gestación.	Rosero, D. S., et al. (2016). <i>Journal of Animal Science and Biotechnology</i> , 7, 43. https://doi.org/10.1186/s40104-016-0092-x
En sistemas tropicales conviene sostener condición corporal y uniformidad de camada.	Contextos de calor y variación de insumos afectan consumo y eficiencia.	Prioriza raciones estables y monitoreo de CC al parto.	Quesnel, H., et al. (2009). <i>Journal of Animal Science</i> , 87(2), 532–543. https://doi.org/10.2527/jas.2008-1231

2.2 Nutrición y alimentación de cerdas gestantes

Una nutrición correcta durante la gestación sostiene el desempeño reproductivo de la cerda y la viabilidad de la camada. Los déficits prolongados se asocian con demora de la pubertad, recuperación lenta del celo posdestete, menor tasa de ovulación y mayor pérdida embrionaria; a la vez, el sobrecondicionamiento incrementa costos por lechón, reduce el consumo posparto y puede perjudicar la producción láctea (NRC, 2012; Theil et al., 2022).

Desde el punto de vista energético, la ración debe cubrir:

- i) Mantenimiento
- ii) Crecimiento del concepto (placenta y fetos)
- iii) Ganancia materna neta (que tiende a ser mayor en primíparas).

En práctica porcina se trabaja con energía digestible (ED) porque las pérdidas gaseosas del cerdo son pequeñas; así, la ED describe con fidelidad la energía utilizable del alimento (NRC, 2012).

La gestación se divide, a efectos de manejo, en temprana (servicio–28 d), media (28–84 d) y tardía (84 d–parto). Cada etapa exige ajustes: asegurar lisina digestible y un nivel moderado de fibra en temprana media favorece implantación y estabilidad del consumo; en tardía, elevar de forma precisa la densidad energética y garantizar ácidos grasos esenciales respalda la calidad del calostro y el peso al nacer (Kim et al., 2009; Quesnel et al., 2009; Rosero et al., 2016; Theil et al., 2022).

Tabla 6. *Requerimientos energéticos de referencia en gestación según peso inicial y ganancia materna*

Peso vivo a la monta (kg)	Ganancia materna neta (kg)	Energía (MJ ED/día)	Energía (kcal ED/día)	Alimento estimado (kg/día)
120	40	29,5	7 046	2,3
160	30	31,2	7 452	2,4
200	20	32,3	7 715	2,5
240	15	34,0	8 121	2,6
280	10	36,0	8 598	2,8
320	10	39,0	9 315	3,0

Nota: Cálculos con dieta tipo de 13,0 MJ ED/kg $\approx$ 3.107 kcal ED/kg, siguiendo NRC, 2012.

2.3 Requerimientos energéticos en gestación

Las guías de referencia indican que una cerda gestante típica necesita alrededor de 6,29 Mcal de energía digestible (ED) por día = 26,3 MJ cuando la dieta posee una densidad cercana a 3,4 Mcal ED/kg. Con esa densidad, el consumo teórico se sitúa en 1,85–2,0 kg/día, con ajustes finos según peso vivo, condición corporal y meta de ganancia materna (Lagrec, 2009). En términos equivalentes para energía metabolizable (EM), el requerimiento diario ronda 6,0 Mcal EM si el alimento aporta ~3,27 Mcal EM/kg, cifras coherentes con modelos ampliamente usados en la práctica (Estévez-Alfayate, 2016).

Las demandas energéticas no permanecen constantes a lo largo de la preñez. En el primer tercio, el concepto demanda poca energía y la cerda puede destinar una fracción mayor al mantenimiento y a la reserva corporal (Kim et al., 2009). Hacia la gestación tardía (= día 84 al parto) aumentan de forma marcada los costos por crecimiento fetal, tejidos uterinos y desarrollo mamario, de modo que una oferta insuficiente favorece pérdida de peso y compromete la preparación para la lactación; por el contrario, una oferta adecuadamente densa sostiene depósitos maternos y mejora la calidad del calostro (Castañeda et al., 2018).

En primíparas conviene un aporte algo mayor, porque todavía completan crecimiento propio; en multíparas se prioriza mantener condición corporal estable con la menor variación posible (NRC, 2012).

Tabla 7. *Requerimientos energéticos para cerdas gestantes*

Requerimiento	Valor
Contenido de DE en la dieta (kcal/kg)	3400
Contenido de ME en la dieta (kcal/kg)	3265
Consumo de DE (kcal/día)	6290
Consumo de ME (kcal/día)	6040
Consumo de alimento (kg/día)	1.85

Nota. DE: energía digestible; ME: energía metabolizable (NRC, 2012).

2.4 Proteína en cerdas gestantes

La proteína de la ración en cerdas gestantes tiene tres funciones durante: mantenimiento materno, crecimiento del concepto (placenta y fetos) y ganancia de tejidos de la madre (Mahan, 1990). Las guías de referencia subrayaron que los requerimientos dependen de

peso, paridad, nivel energético y objetivo de ganancia; por ello, la formulación debe ajustar aminoácidos digestibles por etapa y condición corporal (NRC, 2012).

No se respalda la idea de que una dieta sin proteína resulte inocua para la gestación (Górriz & Mena, 2006). Las reservas corporales pueden amortiguar déficits a muy corto plazo, pero la evidencia indica que la eficiencia de utilización proteica limita el crecimiento fetal y el desarrollo mamario en la cerda, en especial al final de la gestación; por tanto, la dieta debe aportar aminoácidos indispensables en proporciones adecuadas (Araque et al., 2007).

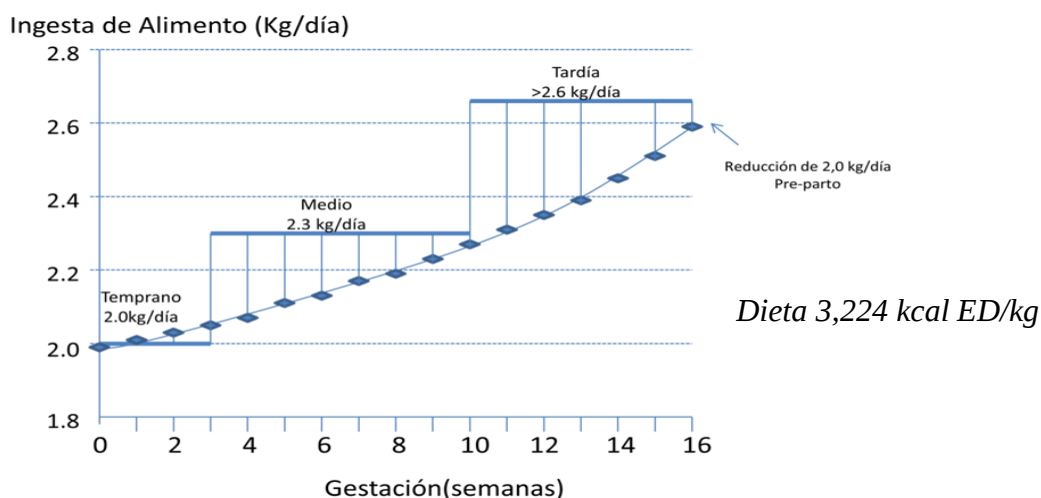
La proteína cruda por sí sola describió de forma imperfecta el desempeño reproductivo (Lázaro et al., 2005). Lo determinante fue el patrón de aminoácidos relativo a la lisina estandarizada ileal, dentro del concepto de “proteína ideal”; este enfoque explicó mejor el peso al nacer y la uniformidad de la camada que el simple nivel de proteína de la dieta (Kim et al., 2009; NRC, 2012). En términos fisiológicos, algunos aminoácidos se clasifican como indispensables para el cerdo y otros como dispensables o condicionalmente indispensables según edad y estado fisiológico (Theil et al., 2022). En gestación, la dieta debe cubrir, como mínimo, los indispensables, y puede ahorrar parte de metionina y fenilalanina mediante aporte de cistina y tirosina, respectivamente (NRC, 2012).

2.5 Dietas y estrategias de alimentación en cerdas gestantes

En la práctica, la dieta debe cubrir los requerimientos de la cerda gestante dentro de los límites de su apetito y de la disponibilidad/valor de los ingredientes (Farmer, 2023). Cuando el consumo voluntario resulta bajo, conviene aumentar la densidad energética y de aminoácidos para mantener metas de condición corporal y desarrollo fetal (Lázaro et al., 2005).

La cerda posee capacidad digestiva alta, pero sus requerimientos energéticos durante gran parte de la preñez son moderados; por ello, el uso de fibra dietaria en gestación mejora saciedad, conducta y tránsito, y además se asocia con mejor consumo en la lactación posterior (Trottier & Johnston, 2000). Los efectos dependen de la fuente de fibra y del nivel empleado. Materiales con fibras muy poco fermentables o con factores antinutricionales pueden reducir el aprovechamiento y el peso al nacer, mientras que fibras fermentables y bien balanceadas tienden a beneficiar el desempeño (Kim et al., 2009).

Figura 2. Ingesta diaria objetivo por fase de gestación en cerdas primerizas (dieta 3.224 kcal ED/kg)



Nota: tomado de Kim et al., (2009).

Como pauta operativa, la literatura recomienda estrategias por fases: en primerizas, tres fases (temprana, media y tardía) facilitan alinear crecimiento propio y demandas del concepto; en multíparas, dos fases suelen ser suficientes, con énfasis en el último tercio por el incremento del crecimiento fetal y del desarrollo mamario (Noblet et al., 1990). Hacia el parto, el ajuste cuidadoso de la densidad energética y del perfil de aminoácidos sostiene la calidad del calostro, la producción láctea temprana y acota pérdidas de condición (Kim et al., 2009; Theil et al., 2022).

Tabla 8. Requerimientos nutricionales de las cerdas lactantes

Parámetro	Primerizas	Multíparas
Consumo medio diario, kg/d	5,0	6,5
Energía Neta, Kcal/d	12,240	15,430
Energía Neta, Kcal/kg	2450	1375
Energía Kcal/EN	2447,6	2363,2
Lisina Digestible Estandarizada, g/d	49,0	55,2
Lisina Digestible Estandarizada, %	0,98	0.85
EN/Lys Dig Kcal/g	250	280
Ca, %	0,95	0,90
P disponible, %	0,45	0,43

Nota: NRC, (2012)

2.6 Razas de cerdo de calidad materna

2.6.1 Duroc (Duroc-Jersey)

El Duroc se consolidó en Estados Unidos a partir de líneas rojas del este y del “Corn Belt”; históricamente se conoció como Duroc-Jersey (Andrade-Yucailla et al., 2017). La raza se caracteriza por crecimiento eficiente, buena conversión y alta calidad de carne, con niveles superiores de grasa intramuscular, lo que la posiciona de forma frecuente como sire terminal en esquemas de cruzamiento orientados a rendimiento y calidad de canal (Dobao et al., 1987).

Estas aptitudes productivas han motivado un empleo extendido del Duroc como padre de crías para mercado, mientras que su uso como línea materna depende del objetivo del sistema y de la selección disponible (Andrade-Yucailla et al., 2017). En desempeño reproductivo, los reportes comparativos muestran que, cuando se utilizan hembras con aporte genético Duroc en sistemas cruzados, la talla de camada y el peso de camada destetada pueden resultar competitivos frente a otras razas paternas, si bien la raza se ha seleccionado principalmente por rasgos de canal más que por atributos estrictamente maternos (Dobao et al., 1987).

Desde la nutrición, las hembras Duroc suelen aprovechar bien la energía; durante la gestación conviene vigilar la condición corporal para evitar sobre-acondicionamiento, asegurar lisina digestible acorde a etapa y utilizar fibra funcional que favoreje saciedad y consumo estable hacia la lactación (Dobao et al., 1987). En cierre de gestación, garantizar ácidos grasos esenciales respalda la calidad del calostro. Estas recomendaciones derivan de referencias de requerimientos y de fisiología periparto aplicables a cualquier línea moderna (Terada et al., 2024).

Figura 3. *Características de la raza Duroc-Jersey*



2.6.2 Hampshire

Hampshire se originó a partir de poblaciones inglesas importadas a Norteamérica en el siglo XIX y se reconoce por su manto negro con cinturón blanco y orejas erectas (Yim et al.,

2025). En producción se distingue por canales magras, alto rendimiento de primales y bajo espesor de grasa dorsal, razones por las que se emplea con frecuencia como sire terminal; además, la literatura técnico-institucional resalta robustez y longevidad en hatos comerciales (Anderson et al., 2023).

En rasgos maternos, el desempeño de hembras Hampshire depende de línea y manejo; como raza paterna clásica, sus resultados reproductivos deben interpretarse dentro de esquemas de cruzamiento y del contexto de comparación con razas maternas (Wang et al., 2024).

Figura 4. Características de la raza Hampshire



Tabla 9. Indicadores zootécnicos de hembras Hampshire vs. Duroc-Jersey

Variable	Hampshire	Duroc-Jersey
Consumo de alimento (referencia general)	No es rasgo de raza; se ajusta por fase y condición corporal. En gestación, pautas tipo NRC sitúan el consumo diario alrededor de 1.9–2.6 kg/d con dietas ≈3.2–3.4 Mcal ED/kg. En lactación, manejo ad libitum; la meta es cubrir requerimientos de energía y lisina según tamaño de camada (p. ej., ≥60 g de lisina SID/d en líneas modernas).	Lo mismo que en Hampshire (no hay diferencias inherentes por raza); seguir NRC/guías modernas de lactación para fijar oferta según objetivos de producción de leche y tamaño de camada.
Peso promedio adulto	Machos ≈300 kg; hembras ≈250 kg (referencia de raza).	Machos ≈170 kg; hembras ≈160 kg (referencia compendial; puede ser mayor en líneas comerciales actuales).
Calidad materna	Considerada línea paterna (cárnica): buena canal y conformación, pero desempeño reproductivo generalmente menor que en líneas maternas (Landrace/Yorkshire); porcentajes de destete observados ~70% de los nacidos en comparativos multiraza.	Línea paterna (cárnica): crecimiento y eficiencia post-destete; desempeño materno moderado; porcentajes de destete reportados ~76% de los nacidos en comparativos.
Lechones destetados por	Menor que en líneas maternas; en estudios comparativos multiraza, Hampshire aparece entre	Similar tendencia a Hampshire, aunque en algunos conjuntos

Variable	Hampshire	Duroc-Jersey
camada (tendencia)	los promedios más bajos en número destetado y % destetado.	supera a Hampshire en % destetado; ambas por debajo de Landrace/Large White.
Partos por año (LSY)	Indicador de sistema, no de raza. Valores típicos en granjas comerciales: ≈ 2.3 partos/hembra/año con destetes a ~ 21 días.	Igual que Hampshire (depende de manejo, intervalo destete-celo, duración de lactancia).

Nota: NRC, (2012)

ANTECEDENTES

Quesnel et al. (2009), evaluaron si aumentar la fibra en gestación modifica adaptaciones fisiológicas alrededor del parto y el desempeño posterior. Desde el día 26 de gestación hasta el parto, primerizas recibieron dietas isoenergéticas (≈ 33 MJ ED/d) con 2,8 % (control) o 11,0 % de fibra cruda ($n=9$ /grupo). En lactación consumieron ad libitum una dieta estándar y las camadas se estandarizaron a 12 lechones (>48 h). Durante la gestación no hubo diferencias en peso corporal ni grasa dorsal. En lactación, las cerdas que habían recibido alta fibra ingirieron $+0,94$ kg/d ($p<0,02$) y sus lechones crecieron más rápido ($p=0,03$), sin mayor pérdida materna de peso ni de grasa dorsal. Antes del parto presentaron menor leptina ($p<0,01$), hormona que se correlacionó negativamente con la ingesta en lactación; la prolactina mostró una tendencia a ser más alta ($p<0,10$). La glucosa, NEFA, lactato e IGF-I preprandiales variaron con el tiempo, sin efecto del tratamiento; al final de gestación, una comida rica en fibra provocó picos de glucosa e insulina más tardíos y menores, diferencia que desapareció en lactación. Concluyeron que el mayor apetito en lactación tras una gestación alta en fibra no se explica por cambios en el metabolismo glucosa-insulina y podría asociarse, en parte, a menor leptinemia, con beneficio neto en crecimiento de la camada y sin comprometer reservas maternas.

En la transición final de la gestación al parto–lactancia, la cerda atraviesa cambios rápidos: varios tejidos compiten por la glucosa (músculo por la actividad previa al parto, útero durante las contracciones y glándula mamaria para calostro), la matriz desplaza su metabolismo hacia sustratos cetogénicos y la glándula mamaria acelera crecimiento y captación de sustratos. Una energía insuficiente puede comprometer el parto; en la práctica se recomienda asegurar aporte energético adecuado mediante ≥ 3 comidas/día, buena densidad e inclusión de fibra (con apoyos energéticos si procede) para sostener parto, calostro y estado materno. El peso al nacer responde poco en primerizas, y ante dietas cortas la cerda moviliza reservas corporales (Theil et al., 2022).

El informe sintetiza los requerimientos nutricionales de las cerdas en gestación y define los criterios de consumo acordes con su fisiología y con la meta productiva del sistema porcino, orientada al abastecimiento del consumidor y a la eficiencia del ciclo. La prioridad recae en la etapa de gestación; no obstante, se incorpora una referencia a la lactación cuando resulta pertinente para la toma de decisiones nutricionales. Asimismo, se revisan las materias primas de uso frecuente en la alimentación de gestantes y lactantes, junto con sus perfiles bromatológicos y rangos de inclusión, poniendo el acento en los requerimientos de la gestación.

El marco teórico integra dimensiones nutricionales, económicas y sociales, e incluye la condición corporal objetivo, el desarrollo fetal, recomendaciones prácticas y los factores de riesgo asociados a dietas inadecuadas, con sus consecuencias sobre la cerda y la camada (Tabares-Torres, 2025).

El estudio evaluó la adición de antioxidantes y glucoprecursores en la dieta de cerdas gestantes y lactantes sobre nacidos vivos, peso a 48 h y peso al destete. Se trabajó en dos granjas (n=30 cerdas/granja): en la N.º1 se incluyeron paridades 1–≥5 y en la N.º2 solo nulíparas; cada granja se asignó a dos tratamientos (suplementado vs. alimento comercial), 15 cerdas por grupo. No se detectaron diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, aparecieron tendencias numéricas: en la granja N.º1, paridades 2 y 5 mostraron más nacidos vivos con suplemento (9,5 vs. 8,5 y 12,33 vs. 12,0), y paridades 3–4 registraron mayor peso a 48 h (2,30 vs. 1,81; 2,14 vs. 1,54 kg); los pesos al destete también fueron ligeramente superiores (p. ej., 6,36 vs. 5,50 kg en parto 4). La mortalidad pre-destete fue menor con suplemento (13 % vs. 17 % en granja N.º1; 3 % vs. 20 % en granja N.º2). En conjunto, los suplementos mostraron mejoras no significativas, por lo que se sugiere confirmar con mayor tamaño muestral y control por paridad (Robles, 2009).

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 Descripción de la maquina peletizadora

3.1.1 Implementación y caracterización técnica de un sistema de elaboración de alimento balanceado para cerdas en gestación (Duroc-Jersey y Hampshire)

El sistema para producir alimento peletizado destinado a cerdas gestantes de las razas Duroc (Duroc-Jersey) y Hampshire se implementó en la Granja Experimental Río Suma e integró tres equipos principales: una mezcladora eléctrica con capacidad de 150 kg, una peletizadora modelo 9KLP150 y un molino eléctrico de 3 HP. La mezcladora operó con un motor de 4 kW a 1440 RPM, alimentado a 220 V (18,6 A); el eje de mezclado alcanzó 60 RPM y la caja reductora utilizó aceite SAE 80W90. El conjunto incluyó una tolva de carga para materias primas vegetales, un sistema de aspas para homogeneizar los ingredientes y una compuerta inferior para la descarga.

La peletizadora trabajó con un motor de 4,5 kW (6 HP) a 1440 RPM y 220 V monofásico (22 A), con capacidades nominales dependientes de la matriz: 150 kg/h con 6,0 mm; 120 kg/h con 3,8 mm; y 100 kg/h con 2,0 mm. Para cerdas en gestación se priorizó la matriz de 6,0 mm a fin de favorecer la ingestión, disminuir la generación de finos y asegurar un diámetro uniforme. El molino de 3 HP se empleó previo al mezclado para lograr un tamaño de partícula homogéneo acorde con las exigencias de digestibilidad y salud gastrointestinal propias de la gestación. La inversión total ascendió a 4.350,00 USD, distribuida en 1.050,00 USD para la mezcladora, 1.100,00 USD para la peletizadora y 2.200,00 USD para el molino. Esta infraestructura permitió evaluar el efecto de la peletización sobre propiedades físicas del pellet (uniformidad dimensional y resistencia mecánica) y sobre la relación costo-beneficio del alimento formulado para gestación.

Metodología de formulación de la dieta. La formulación de las raciones se realizó mediante el método del cuadrado de Pearson, ajustando niveles de energía metabolizable, proteína cruda y aminoácidos esenciales (con énfasis en lisina digestible estandarizada), así como fibra detergente neutro (FDN), calcio, fósforo y microminerales, de acuerdo con los requerimientos de cerdas gestantes Duroc-Jersey y Hampshire en fases temprana, media y tardía.

Tabla 10. *Desglose de gastos en equipos utilizados para la producción peletizada*

Ítem	Cantidad	Descripción	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Mezcladora 150 kg, 220V/60Hz	1	Equipo para homogeneización de ingredientes	1.050,00	1.050,00
Peletizadora 120–150 kg/h, 220V/60Hz	1	Equipo para compactación y peletización de alimento	1.100,00	1.100,00
Molino 6QQ/hora, motor 3 HP (220V)	1	Equipo para molienda previa de ingredientes	2.200,00	2.200,00
Total, inversión				4.350,00

La ejecución del sistema requirió 4.350,00 USD y concentró la mayor proporción en el molino (50,57 %), seguida de la peletizadora (25,29 %) y la mezcladora (24,14 %). La capacidad instalada resultó suficiente para abastecer un plantel de cerdas reproductoras a pequeña y mediana escala, con producción continua y controlada. El uso de pellets con diámetro estandarizado redujo pérdidas por segregación, facilitó el consumo y mejoró la uniformidad del suministro por fase de gestación; además, la plataforma instalada permitió comparaciones técnico-económicas entre alimento molido y peletizado específicamente para cerdas gestantes Duroc-Jersey y Hampshire.

3.2 DISEÑO Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS A IMPLEMENTAR

Peletización del alimento

La harina utilizada para la elaboración de los pellets estuvo constituida por maíz molido (84,08 %), harina de soya al 44 % (12,93 %), aceite vegetal (1,00 %) y premezcla mineral-vitaminada-salina (2,00 %). Esta formulación inicial entregó 3.265 kcal EM/kg y 12,83 % de proteína cruda (PC). Con un consumo promedio de 1,85 kg/día, el aporte diario fue de 6.040,7 kcal EM y 237,4 g de PC. El requerimiento proteico de referencia para cerdas en gestación es del 13 % de PC; por tanto, la dieta inicial quedó 0,17 puntos por debajo ($\approx 3,1$ g de PC/día menos), aunque cumplió el requerimiento energético.

Se recomienda mantener un tamaño de partícula entre 800 y 900 μm para favorecer la acción enzimática y prevenir úlceras (Rojas et al., 2016), así como utilizar pellets de 6 mm con

un PDI ≥ 90 % y humedad final del 11–13 % para reducir finos y mejorar la prehensión. El acondicionamiento térmico debe permitir la gelatinización parcial del almidón, optimizando la digestibilidad de la energía y los aminoácidos.

Tabla 11. Composición de la harina utilizada para realizar el pellet para la alimentación de las cerdas en etapa de gestación

Ingrediente	Inclusión (%)
Maíz molido	84,08
Harina de soya 44 %	12,93
Aceite vegetal	1,00
Premezcla min-vit-sal	2,00
Totales	100

3.3 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Tabla 12. Proceso de mezcla y peletización del alimento para cerdas gestantes

Etapas	Descripción de la actividad	Objetivo
1. Recepción de la harina formulada	Se vierte la mezcla previamente preparada (maíz molido, harina de soya 44 %, aceite vegetal y premezcla mineral-vitaminada-salina) en la tolva de alimentación.	Iniciar el proceso de peletización con la dieta formulada que cubre el 13 % de proteína cruda y 3.265 kcal EM/kg.
2. Homogeneización	La harina es mezclada para garantizar que todos los ingredientes estén uniformemente distribuidos.	Asegurar la correcta proporción de nutrientes en cada pellet.
3. Acondicionamiento con vapor	La mezcla ingresa al acondicionador, donde se añade vapor para elevar temperatura y humedad, favoreciendo la gelatinización parcial del almidón.	Mejorar la digestibilidad de la energía y los aminoácidos, y optimizar la compactación.
4. Compresión y formación de pellets	La mezcla acondicionada pasa por la matriz de compresión para formar pellets cilíndricos de 6 mm de diámetro, con PDI ≥ 90 %.	Obtener un pellet uniforme, resistente y de alta calidad física.
5. Enfriado	Los pellets calientes se enfrían hasta alcanzar temperatura ambiente.	Evitar condensación y prevenir crecimiento de hongos durante el almacenamiento.
6. Cribado	Se separan los finos y partículas sueltas para asegurar uniformidad del producto final.	Garantizar calidad física y presentación del alimento.
7. Almacenamiento	Los pellets se guardan en un área seca, limpia y ventilada, protegidos de humedad y plagas.	Mantener la estabilidad nutricional y física del alimento hasta su distribución.

3.4 RESULTADOS

3.4.1 Determinar el equipo adecuado para la óptima fabricación de los alimentos balanceados

Se aplicó un análisis del sistema operativo y de funcionalidad, considerando las características del equipo que se alineara a las necesidades requeridas, finalmente se optó por la máquina peletizadora eléctrica modelo 9KLP150, con una producción de 120kg/h – 150kg/h, complementada con un tamiz o matriz que permitió obtenemos los pellets de una medida de 6.0 mm lo que resulta adecuado para la etapa de gestación. La máquina peletizadora eléctrica tiene características como:

Tabla 13. *Característica de la peletizadora*

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

A. Consumo del alimento peletizado en cerdas de gestación

La presente propuesta se centró en la evaluación del consumo del alimento peletizado en cerdas en etapa de gestación, como parte del proyecto de investigación titulado “Implementación de un sistema de peletización para alimento de cerdas en etapa de gestación”, desarrollado en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión El Carmen, provincia de Manabí – Ecuador.

La evaluación se realizó con 10 cerdas gestantes: cinco de raza Duroc Jersey y cinco de raza Hampshire, en un período de 10 días. Se utilizó una máquina peletizadora recientemente adquirida, con la cual se procesó el alimento previamente formulado.

Se comparó con su presentación original en harina, en cerdas gestantes. La implementación se realizó utilizando una máquina peletizadora de nueva adquisición, la cual transformó el alimento harinoso (previamente formulado) en pellets mediante calor y presión

mecánica. El alimento en harina fue transformado a pellets, y se suministró dos veces al día, registrando la cantidad ofrecida, sobrante y consumo neto diario mediante la siguiente fórmula:

Este proceso demuestra que la peletización del alimento para cerdas gestantes no solo mejora la eficiencia del sistema de alimentación, sino que también optimiza los costos a largo plazo y contribuye al bienestar animal, al facilitar el consumo y reducir la pérdida de nutrientes por manipulación o polvo. Esta propuesta fue comparada el consumo y aceptación del alimento para cerdas gestantes en dos presentaciones: harina y peletizado, evaluando los beneficios del sistema de peletización recientemente implementado mediante la adquisición de una máquina peletizadora.

El alimento en forma de pellets resultó ser más denso, limpio y fácil de manipular, lo que contribuyó a una mayor eficiencia en la distribución y consumo. Se observó también una reducción significativa del desperdicio, en comparación con la presentación original en harina, así como una mejor homogeneidad en la ingesta entre los animales.

3.4.2 Residuos de alimento (g)

Los resultados mostraron que el consumo medio en la presentación de harina fue de 1,4535 kg/día, con una varianza de 0,0003325, mientras que en la presentación peletizada fue de 1,49625 kg/día, con una varianza de 0,000007. La diferencia promedio observada fue de 0,04275 kg/día (equivalente a 42,8 g/día), lo que representa un incremento aproximado del 2,94 % a favor de la presentación peletizada.

El valor del estadístico t calculado fue de 7,4136 con 9 grados de libertad, mientras que el valor crítico de t para dos colas con un nivel de significancia del 5 % fue de 2,2622. Dado que el valor calculado de t superó ampliamente al valor crítico y que el valor p obtenido (0,00004 en dos colas) fue muy inferior a 0,05, se rechazó la hipótesis nula, concluyéndose que la diferencia en el consumo fue estadísticamente significativa.

La dirección del efecto indicó un mayor consumo con la presentación peletizada. El intervalo de confianza del 95 % para la diferencia osciló entre 0,0297 y 0,0558 kg/día, confirmando la precisión de la estimación. El tamaño del efecto (Cohen's d_x) fue de 2,34, clasificado como muy grande, lo que evidencia una alta relevancia práctica. Proyectado a un ciclo de 30 días, el aumento acumulado en el consumo equivaldría a aproximadamente 1,28 kg

adicionales por cerda, lo que respalda la ventaja del uso de alimento peletizado en cerdas gestantes.

Tabla 14. *Residuo del alimento comparación entre presentación en harina y peletizado*

	RESIDUO (g)	RESIDUO (g)
Media	46,5	3,75
Varianza	332,5	7,291666667
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	169,8958333	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	7,33	
P(T<=t) una cola	0,000000	
Valor crítico de t (una cola)	1,734064	
P(T<=t) dos colas	0,000001	
Valor crítico de t (dos colas)	2,10092204	

Nota: Si el valor de Tc es mayor que el valor crítico de t de tabla (Tt), rechazo Ho, caso contrario acepto.

El menor residuo con alimento peletizado se explicó por mayor densidad aparente, menor polvo y segregación de partículas y uniformidad de tamaño, factores que mejoraron la prehensión y el consumo en el comedero (Garcia et al., 2015). La gelatinización parcial del almidón y la mayor durabilidad del pellet (PDI) redujeron finos y desperdicio, lo que coincidió con la fuerte caída del residuo observada (O'Meara et al., 2020).

El alimento peletizado mejoró la digestibilidad y redujo residuos porque controló el tamaño de partícula, incrementó la densidad aparente y eliminó gran parte de los finos (Andersen et al., 2023). La molienda uniforme elevó el área de contacto del sustrato con las enzimas digestivas, mientras que la compresión y el paso por la matriz estabilizaron la mezcla y evitaron la segregación en el comedero. Estos factores promovieron una ingestión más continua y redujeron la selección de partículas por parte de la cerda, con menor desperdicio visible en el comedero (O'Meara et al., 2020; NRC, 2012).

3.4.3 Consumo (kg)

Los resultados mostraron que el consumo medio en la presentación de harina fue de 1,4535 kg/día, con una varianza de 0,0003325, mientras que en la presentación peletizada fue de 1,49625 kg/día, con una varianza de 0,000007. La diferencia promedio observada fue de 0,04275 kg/día (equivalente a 42,8 g/día), lo que representa un incremento aproximado del 2,94

% a favor de la presentación peletizada. El valor del estadístico t calculado fue de 7,4136 con 9 grados de libertad, mientras que el valor crítico de t para dos colas con un nivel de significancia del 5 % fue de 2,2622. Dado que el valor calculado de t superó ampliamente al valor crítico y que el valor p obtenido (0,00004 en dos colas) fue muy inferior a 0,05, se rechazó la hipótesis nula, concluyéndose que la diferencia en el consumo fue estadísticamente significativa.

La dirección del efecto indicó un mayor consumo con la presentación peletizada. El intervalo de confianza del 95 % para la diferencia osciló entre 0,0297 y 0,0558 kg/día, confirmando la precisión de la estimación. El tamaño del efecto (Cohen's d_x) fue de 2,34, clasificado como muy grande, lo que evidencia una alta relevancia práctica. Proyectado a un ciclo de 30 días, el aumento acumulado en el consumo equivaldría a aproximadamente 1,28 kg adicionales por cerda, lo que respalda la ventaja del uso de alimento peletizado en cerdas gestantes.

Tabla 15. Consumo del alimento en la presentación de harina y peletizado

	Consumo (Kg)	Consumo (Kg)
Media	1,4535	1,49625
Varianza	0,0003325	0,000007
Observaciones	10	10
Coeficiente de correlación de Pearson	0,073902574	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	7,413635403	
P(T<=t) una cola	0,00002	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311	
P(T<=t) dos colas	0,00004	
Valor crítico de t (dos colas)	2,262157163	

Nota: Si el valor de Tc es mayor que el valor crítico de t de tabla (Tt), rechazo Ho, caso contrario acepto.

Quintero & Mudarra, (2024), establecen que el formato peletizado mostró un incremento pequeño, pero estadísticamente significativo del consumo diario, consistente con su mejor fluidez en el comedero, menor generación de finos y mayor uniformidad física, factores que favorecieron la prehensión y redujeron pérdidas. Este comportamiento coincidió con la marcada disminución de residuo observada en T2, por lo que el peletizado resultó más eficiente en la oferta real de alimento para cerdas en gestación bajo las condiciones del ensayo (Oses, 2019).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La implementación del sistema de peletización con el equipo 9KLP150 permitió obtener un alimento balanceado con características físicas y nutricionales óptimas para cerdas en gestación. El pellet producido cumplió con el 13 % de proteína cruda, garantizando la cobertura total de los requerimientos diarios de la cerda gestante.
- El alimento peletizado incrementó el consumo diario en cerdas gestantes frente a la presentación en harina, con medias de 1,50 vs. 1,45 kg/día y una diferencia de +0,05 kg/día ($p < 0,0001$), lo que evidenció una respuesta productiva favorable al formato peletizado.
- El peletizado disminuyó el residuo en el comedero de forma marcada respecto a la harina, con medias de 3,75 vs. 46,5 g y una diferencia de -42,75 g ($p < 0,0001$), lo que confirmó mayor eficiencia de oferta y aprovechamiento del alimento.
- La peletización en alimentos para cerdas gestantes se implementa con el fin de optimizar la nutrición, reducir pérdidas y mejorar la eficiencia productiva y reproductiva de los animales.
- El alimento peletizado es superior al de harina porque ofrece mejor digestibilidad, mayor homogeneidad, menos desperdicio, mayor consumo y mejor eficiencia alimenticia, lo que se traduce en mejor salud y productividad en las cerdas gestantes.
- La peletizadora 9 KLP150 es recomendable para granjas con 30 o más cerdas gestantes, ya que su capacidad de 150 kg/h permite cubrir la demanda diaria de alimento y justificar la inversión.

RECOMENDACIONES

- Adoptar pellet como presentación rutinaria para cerdas gestantes, con especificaciones técnicas claras (diámetro 6 mm, PDI alto, humedad final 11–13 %) y tamaño de partícula previo controlado para favorecer la ingestión, la salud gástrica y la uniformidad del suministro.
- Operar con POE (Procedimiento Operativo Estandarizado) desde la molienda hasta el envasado, verificando mezcla acondicionamiento de humedad, temperatura de peletizado, cribado de finos y almacenamiento en condiciones secas y ventiladas. Registrar consumo y residuos por lote y aplicar acciones correctivas ante desviaciones de los parámetros objetivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrocalidad. (2022). *Avances en el control de enfermedades porcinas en el Ecuador (presentación, 18 de octubre de 2022)*. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitaria.
- Andersen, I. L., Ocepek, M., Thingnes, S. L., & Newberry, R. C. (2023). Welfare and performance of finishing pigs on commercial farms: Associations with group size, floor space per pig and feed type. *Applied Animal Behaviour Science*, 265, 105979.
- Anderson, J. C., Rex, D. K., Mackenzie, T. A., Hisey, W., Robinson, C. M., & Butterly, L. F. (2023). Higher serrated polyp detection rates are associated with lower risk of postcolonoscopy colorectal cancer: Data from the New Hampshire Colonoscopy Registry. *Official journal of the American College of Gastroenterology| ACG*, 118(11), 1927-1930.
- Andrade-Yucailla, V., Vargas-Burgos, J. C., & Lima, O. (2017). Comportamiento productivo de dos fenotipos de pollos camperos en la región Amazónica de Ecuador. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología*, 6(1), 1-8. <https://doi.org/10.59410/RACYT-v06n01ep01-0075>
- Araque, H., González, C., Fuentes, A., & Mora, F. (2007). Comportamiento productivo de cerdas gestantes alimentadas con dos dietas, en un sistema de cama profunda. *Agrociencia-Sitio en reparación*, 21-24.
- Arias, J. L., & Covinos Gallardo, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. *Enfoques Consulting EIRL*, 1(1), 66-78.
- Bravo, J. C., & Herrera Sánchez, D. M. (2018). *Diseño e implementación de un sistema de control estadístico de procesos en la platanera san Eduardo provincia de Manabí recinto la valencia*. [Tesis de grado]. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Castañeda, J. H. V., Sabaleta, E. L., Hernández, M. K. B., Meza, S. N. V., & Sánchez, L. M. Q. (2018). Comparación de sustratos en la propagación sexual y asexual del árbol de la quina (*Cinchona officinalis*). *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 2(3), 77-85.
- Dobao, M. T., Rodrigañez, J., Silio, L., Toro, M., De Pedro, E., & Garcia de Siles, J. (1987). Crecimiento y características de canal en cerdos Ibéricos, Duroc-Jersey x Ibérico y Jiaxing x Ibérico. *Invest Agr: Prod San Anim*, 2(1), 9-23.

- Estévez-Alfayate, J. A. (2016). Manejo alimentario durante la gestación y lactancia en una unidad integral de producción porcina. Estudio de caso. *Revista de producción Animal*, 28(2-3), 1-11.
- Farmer, C. (2023). *The gestating and lactating sow* (Primera, Vol. 1). BRILL.
- Garcia, A., Pirner, G., Picinin, G., May, M., Guay, K., Backus, B., Sutherland, M., & McGlone, J. (2015). Effect of provision of feed and water during transport on the welfare of weaned pigs. *Animals*, 5(2), 407-425.
- Google Maps. (2025). 0°15'35.0"N 79°25'35.0"W. https://www.google.com.ec/maps/@-0.2621007,-79.443577,2416m/data=!3m1!1e3?entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MDUyNi4wIKXMDS oASAFQAw%3D%3D
- Górriz, M. L., & Mena, J. M. (2006). Bienestar de las cerdas gestantes. *Ganadería*, 41, 24-26.
- Hurtado, M. J. R., & Silvente, V. B. (2012). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. *Reire*, 5(2), 83-100.
- INAMHI. (2022, abril 16). *Anuario metereológico*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf.
- Kim, S. W., Hurley, W. L., Wu, G., & Ji, F. (2009a). Ideal amino acid balance for sows during gestation and lactation. *Journal of Animal Science*, 87(suppl_14), E123-E132.
- Kim, S. W., Hurley, W. L., Wu, G., & Ji, F. (2009b). Ideal amino acid balance for sows during gestation and lactation1. *Journal of Animal Science*, 87(suppl_14), E123-E132. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1452>
- Koketsu, Y., Tani, S., & Iida, R. (2017). Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine health management*, 3(1), 1.
- Lagrecá, L. (2009). Como realizar la etapa reproductiva del cerdo a campo. *Veterinaria Cuyana*, 25(1), 12-20.
- Lázaro, C., Carcelén, F., Torres, M., & Ara, M. (2005). Efecto de probióticos en el alimento de marranas sobre los parámetros productivos de lechones. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 16(2), 97-102.
- Lee, S. A., Rodriguez, D. A., Paulk, C. B., & Stein, H. H. (2024). Pelleting and particle size reduction of corn increase net energy and digestibility of fiber, protein, and fat in corn-

- soybean meal diets fed to group-housed pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 15(1), 52.
- MAGAP. (2024). *Ecuador exporta por segunda vez carne de cerdo* (Vol. 2). <https://www.agricultura.gob.ec/azuay-el-valle-cuenta-con-proyecto-de-cerdos-geneticamente-mejorados/>
- MAG–CGINA. (2023). *Carne de cerdo 2023*. Ministerio de Agricultura y Ganadería – Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria.
- Mahan, D. C. (1990). Mineral nutrition of the sow: A review. *Journal of animal science*, 68(2), 573-582.
- Martínez-Martínez, A. C., Chamorro, J., Calvo Cardona, S. J., & Estevez, J. N. R. (2016). Efecto de suplementación mineral en el desempeño productivo de cerdas gestantes y su camada. *Journal of Agriculture & Animal Sciences*, 5(1).
- Molina Arias, M., Ochoa Sangrador, C., & Ortega Páez, E. (2020). Comparación de dos medias. Pruebas de la t de Student. *Evidencias en Pediatría*, 16(4), 16-51.
- Murillo Aluja, A., Álvarez Rodríguez, J., Villalba Mata, D., & Cano López, G. (2013). La composición de las dietas de las cerdas lactantes y la producción láctea. *FEDNA*, 113-145.
- NAP. (2012). *Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition* (1.^a ed., Vol. 1). National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13298>
- Noblet, J., Dourmad, J.-Y., & Etienne, M. (1990). Energy utilization in pregnant and lactating sows: Modeling of energy requirements. *Journal of animal science*, 68(2), 562-572.
- O'Meara, F. M., Gardiner, G. E., O'Doherty, J. V., & Lawlor, P. G. (2020). The effect of feed form and delivery method on feed microbiology and growth performance in grow-finisher pigs. *Journal of animal science*, 98(3), skaa021.
- Ortiz-Rodríguez, R., Orozco-Gaspar, A., Val-Arreola, D., Portillo-Martínez, L., & Pérez Sánchez, R. E. (2017). [Http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-07052017000100290&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-07052017000100290&lng=es&nrm=iso&tlng=es). *Nova scientia*, 9(18), 290-312. <https://doi.org/10.21640/ns.v9i18.765>
- Oses, M. A. M. (2019). Efecto de la forma del alimento (harina y pellet) sobre parámetros productivos y económicos en lechones destetos. *Zoociencia*, 6(1), 7-13.
- Quesnel, H., Meunier-Salaun, M.-C., Hamard, A., Guillemet, R., Etienne, M., Farmer, C., Dourmad, J.-Y., & Père, M.-C. (2009). Dietary fiber for pregnant sows: Influence on

- sow physiology and performance during lactation. *Journal of Animal Science*, 87(2), 532-543.
- 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.
- Robles, A. (2009). *Efecto de la Nutrición del Feto sobre la Productividad de la Cerda*. [Tesis de Grado]. Universidad de Costa Rica.
- Rojas, O., Vinyeta, E., & Stein, H. (2016). Effects of pelleting, extrusion, or extrusion and pelleting on energy and nutrient digestibility in diets containing different levels of fiber and fed to growing pigs. *Journal of animal science*, 94(5), 1951-1960.
- Rosero, D. S., Boyd, R. D., Odle, J., & van Heugten, E. (2016). Optimizing dietary lipid use to improve essential fatty acid status and reproductive performance of the modern lactating sow: A review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 7(1), 34.
- Sánchez, H., Benites, E., Ubillus, E., & Ochoa, G. (2015). Efecto de tres niveles de ensilado biológico de cabeza de *Penaeus*, en alimentación de cerdos (*Sus escrofa*) en las etapas fisiológicas de gestación y lactación. *Manglar*, 10(2), 27-38.
- Tabares-Torres, V., & Uribe-Corrales, N. (2025). *Requerimientos nutricionales en una cerda en etapa de gestación* [Tesis de grado, Unilasallista Corporación Universitaria]. <https://repository.unilasallista.edu.co/handle/123456789/3739>
- Terada, K., Ohtani, T., Ogawa, S., & Hirooka, H. (2024). Genetic parameters for carcass and meat quality traits in Jinhua, Duroc, and their crossbred pigs. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 141(1), 33-41.
- Theil, P. K., Farmer, C., & Feyera, T. (2022). Physiology and nutrition of late gestating and transition sows. *Journal of animal science*, 100(6), skac176.
- Trottier, N. L., & Johnston, L. J. (2000). Feeding gilts during development and sows during gestation and lactation. En *Swine nutrition* (1.^a ed., pp. 745-790). CRC Press.
- Wang, Y., Gui, J., Howe, C. G., Emond, J. A., Criswell, R. L., Gallagher, L. G., Huset, C. A., Peterson, L. A., Botelho, J. C., & Calafat, A. M. (2024). Association of diet with per- and polyfluoroalkyl substances in plasma and human milk in the New Hampshire Birth Cohort Study. *Science of the Total Environment*, 933, 173157.
- Yim, G., Howe, C. G., Gallagher, L. G., Gilbert-Diamond, D., Calafat, A. M., Botelho, J. C., Karagas, M. R., & Romano, M. E. (2025). Prenatal per-and polyfluoroalkyl substance

mixtures and weight for length from birth to 12 months: The New Hampshire Birth Cohort Study. *Science of The Total Environment*, 980, 179446.

ANEXOS

Anexo 1. Acta de entrega y recepción



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 Edison 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 Victor Fernando
C.I. 2350557795

Demera Aray Cristian Adrián
C.I. 2300146095

Gaibor Anchundia Estefany Johana
C.I. 720058682

Llor Gómez Jeniffer Lisbeth
C.I. 2300558794

Llor Llor Dina Esther
C.I. 2350563942

Marquez Torres Keilly Jamileth
C.I. 2350892283

Meccas Acosta Angélica María
Antonio
C.I. 1313628784

Mendoza Mendieta Edisson
C.I. 1727248872

Meléndez Bermúdez Juan Ignacio
C.I. 2300665979

Zambrano García María Belén
C.I. 1752400976

RECEPCIÓN:

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

Anexo 2. *Elaboración del alimento balanceado*



Anexo 3. *Comprobación de calidad del alimento peletizado y el balanceado en harina*



Anexo 4. *Suministro de alimento balanceado según el tratamiento asignado a las cerdas en etapa de gestación*



Anexo 5. *Observación y peso de los residuos que quedaban en los comederos*





TESIS FINAL VICTOR CHICAIZA

8%
Textos sospechosos

- 4% Similitudes (ignorado)
- 0% similitudes entre comillas
- < 1% entre las fuentes mencionadas
- 8% Idiomas no reconocidos
- < 1% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: TESIS FINAL VICTOR CHICAIZA.docx
ID del documento: 30394dea7e9d97cfa4273ec4d779ca74ee1994ad
Tamaño del documento original: 5.9 MB

Depositante: Klover Mejía Chanaluña
Fecha de depósito: 13/8/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 13/8/2025

Número de palabras: 11 247
Número de caracteres: 74.482

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Cindy Cedeño tesis 2025.docx Cindy Cedeño tesis 2025 #d2ebf4 Viene de de mi grupo 9 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (275 palabras)
2	Edison Mendoza tesis 2025.docx Edison Mendoza tesis 2025 #re0b20 Viene de de mi grupo 5 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (247 palabras)
3	Adrian Aray tesis 2025..docx Adrian Aray tesis 2025. #9a0eb8 Viene de de mi grupo 4 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (234 palabras)
4	TESIS FINAL KEILLY MARQUEZ.docx TESIS FINAL KEILLY MARQUEZ #401ca5 Viene de de mi biblioteca	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (109 palabras)
5	biotecavirtual.dgb.umich.mx Efecto de la adición de nopal (Opuntia ficus-in... http://biotecavirtual.dgb.umich.mx/8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/2069 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (67 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	132.248.9.195 Efecto del uso de un aditivo natural no antibiótico, sobre el dese... http://132.248.9.195/pta/2019/octubre/0756/09/index.html	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (31 palabras)
2	hdl.handle.net Influencia del aporte proteico y energético durante la gestación ... http://hdl.handle.net/10395/11070	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)
3	dialnet.unirioja.es Efecto de la suplementación complementaria (papilla o pelet... https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9956430&~text=Este estudio tuvo como o...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)
4	hdl.handle.net Planta Industrial de Producción y Acondicionamiento de Especia... https://hdl.handle.net/20.500.14330/7E501000058305	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
5	doi.org Optimizing dietary lipid use to improve essential fatty acid status and re... https://doi.org/10.1186/s40104-016-0092-x	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

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

- 1 <https://doi.org/10.17226/13298>
- 2 <https://doi.org/10.1186/s40104-022-00727-y>
- 3 <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1452>
- 4 <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1231>
- 5 <https://www.google.com.ec/maps/@-0.2621007>



[Handwritten signature]

Dr. Fernando Mejía
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA