

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN EN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 13 de noviembre de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

**Implementación de un sistema de peletización en la producción de alimentos para
codornices de postura**

AUTOR: Jandry Ariosto Cedeño Giler

TUTOR: Ing. Edison Javier Salcán Sánchez, Mg

El Carmen-Manabí-Ecuador

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-
	CERTIFICADO DE TUTOR(A)	04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 2 de 38

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 Jandry Ariosto Cedeño Giler, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Agropecuaria período académico 2025 (1), cumpliendo el total de 348 horas, cuyo tema del proyecto “Implementación de un sistema de peletización en la producción de alimentos para codornices de postura”.

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.

Lo certifico,



Ing. Edison Javier Salcán Sánchez, 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 la producción de alimentos para codornices de postura.

AUTOR: Jandry Ariosto Cedeño Giler

TUTOR: Ing. Edison Javier Salcán Sánchez, Mg

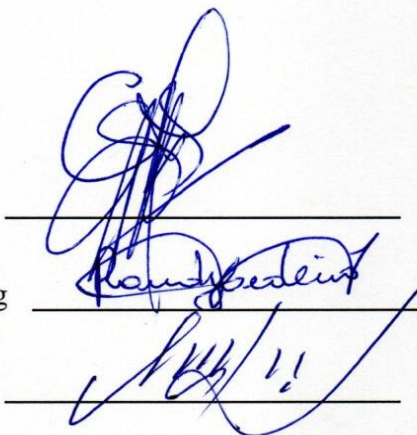
**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO: Ing. Tacuri Troya Elizabeth Telli, Mg

MIEMBRO: Ing. Cedeño Zambrano José Randy, Mg

MIEMBRO: Dr. López Mejía Francel Xavier PhD.



Three blue ink signatures are written on horizontal lines. The first signature is large and stylized. The second signature is smaller and appears to be 'Randy Cedeño'. The third signature is also stylized and includes some additional markings below the line.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Jandry Ariosto Cedeño Giler con cedula de ciudadanía 2300169469, 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 codornices de postura”**, 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,



Jandry Ariosto Cedeño Giler

DEDICATORIA

Se la dedico a Dios por iluminar cada paso que di y por darme el empuje justo cuando más lo requería para alcanzar esta meta. A mi madre, le agradezco su amor infinito, ese apoyo que nunca flaqueó y la confianza que siempre depositó en mí durante todo este camino. Y a mis amigos, por estar ahí, hombro a hombro, en los momentos más difíciles, siendo un pilar esencial para poder completar mi formación universitaria.

A mi jefe, don José Enríquez, quien me enseñó que con empeño y perseverancia se logran las cosas y me aconsejó sin parar para que no me rinda hasta lograr mis propósitos.

A mi abuelo, quien ya no está aquí, pero fue mi compañero en incontables madrugadas de estudio durante mis años universitarios, aparte de brindarme valiosas lecciones sobre la vida.

AGRADECIMIENTO

Quiero comenzar expresando mi gratitud a Dios por darme la vida y la sabiduría que me han permitido llegar hasta este punto. A mi madre, le agradezco profundamente por su apoyo constante. También extendiendo mi agradecimiento a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, por contribuir en la creación de mi trayectoria universitaria y por acompañarme en mi crecimiento como profesional. A mi tutor, el Ing. Edison Javier Salcán Sánchez, Mg, le debo mucho por su orientación, paciencia y sabiduría, que han sido esenciales a lo largo de este proceso académico.

A todos los docentes que, con su dedicación y conocimientos, me han brindado su apoyo durante mi formación, les agradezco por ayudarme a convertirme en el profesional que soy hoy.

INDICE

INTRODUCCIÒN.....	11
OBJETIVOS.....	12
Objetivo General.....	12
Objetivo Espesificos.....	12
HIPÒTESIS.....	13
CAPÍTULO I.....	14
1.MARCO TEÒRICO.....	14
1.1 Coturnicultura: bases zootécnicas y producción de postura.....	14
1.2 Importancia de la nutrición en codornices de postura.....	14
1.3 Peletización: fundamentos técnicos y zootécnicos.....	15
1.4 Calidad del pellet: parámetros físicos y químicos	16
1.5 Comparación entre el pellet artesanal y pellet comercial.....	16
1.6 Impacto económico del uso de alimentos peletizados.....	16
1.7 Sostenibilidad y escabilidad del sistema	17
CAPÍTULO II.....	18
2. ESTADO DEL ARTE.....	18
CAPÍTULO III.....	21
3. MATERIALES Y MÈTODOS	21
3.1 MATERIALES Y EQUIPOS	21
3.2 Variables	21
3.2.1 Variables independientes.....	21
3.2.2 Variables dependientes.....	22
3.3 Métodos cuantitativo - experimental descriptivo	22
3.4 Análisis estadístico.....	22
CAPÍTULO IV.....	24
4. RESULTADOS Y DISCUCIÒN.....	24
4.1 Evaluar las características técnicas de la maquina peletizadora utilizada en la formulación de balanceado de codornices	24
4.2 Diseñar un esquema de procesos del sistema del peletizado implementado para pequeña, mediana y gran escala.....	25

4.3 Evaluar la calidad del peletizado del balanceado mediante métodos de laboratorio.....	27
4.3.1 Prueba t de Student aplicada a variables físicas del pellet.....	28
4.4 Realizar un análisis de Costo - Beneficio. (peletizado vs peletizado comercial).....	29
CAPÍTULO V.....	31
5. CONCLUSIONES.....	31
CAPÍTULO VI.....	32
6. RECOMENDACIONES.....	32
BIBLIOGRAFÍAS.....	33
ANEXOS.....	38

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables analizadas mediante t de Student.....	23
Tabla 2. Características técnicas de tres maquinas peletizadoras.....	24
Tabla 3. Resultados de la prueba t de Student (resumen).....	28
Tabla 4. Comparación de la relación Beneficio/Costo (B/C).....	30

INDICE DE ILUSTRACIONES

Proceso de Peletizado de Balanceado para Codornices.....	26
--	----

INDICE DE ANEXOS

Tabla de especificaciones técnicas	38
Muestra del peletizado	38
Proceso de la colocación del mezclado.....	38
Recolección de muestra	39
Foto grupal de la implementación	39
Ficha técnica de la peletizadora	39
Prueba de adherencia	40

Estufa de secado.....	40
Codornices de postura	40

RESUMEN

La investigación, realizada en la Granja Experimental “Río Suma” de la ULEAM–El Carmen, evaluó un sistema artesanal de peletización para alimento de codornices de postura (*Coturnix coturnix japónica*) frente al pellet comercial. La máquina semiautomática seleccionada presentó una capacidad de tanque de 120 kg, producción de 500 kg/h, matriz anular y energía monofásica. El pellet artesanal obtuvo 88,20 % de materia seca, 11,80 % de humedad y 95 % de integridad tras 15 min en agua; la prueba t de Student indicó diferencias significativas en materia seca y humedad ($p < 0,05$), pero no en adherencia. En el análisis económico, el peletizado artesanal generó un beneficio estimado de 950 USD con un costo de 580 USD, alcanzando una relación B/C de 1,64 y una rentabilidad del 63,79 %, frente al comercial con 1 020 USD de beneficio, 740 USD de costo, B/C de 1,38 y rentabilidad del 37,84 %. La producción artesanal redujo costos hasta en un 30 %, mantuvo calidad física comparable al pellet industrial y resultó más rentable para pequeños y medianos productores.

Palabras clave: peletización, codornices, postura, calidad, pellet, rentabilidad, alimentación, avícola.

ABSTRACT

The research, conducted at the “Río Suma” Experimental Farm of ULEAM–El Carmen, evaluated an artisanal pelleting system for laying quail (*Coturnix coturnix japonica*) feed compared to commercial pellets. The selected semi-automatic machine had a 120 kg tank capacity, 500 kg/h production rate, ring die, and single-phase electric power. The artisanal pellet achieved 88.20% dry matter, 11.80% moisture, and 95% integrity after 15 minutes in water; the Student’s t-test indicated significant differences in dry matter and moisture ($p < 0.05$) but not in pellet adhesion. In the economic analysis, artisanal pelleting generated an estimated profit of USD 950 with a cost of USD 580, achieving a B/C ratio of 1.64 and a profitability of 63.79%, compared to the commercial system with USD 1,020 profit, USD 740 cost, B/C of 1.38, and profitability of 37.84%. Artisanal production reduced costs by up to 30%, maintained physical quality comparable to industrial pellets, and proved more profitable for small and medium-scale producers.

Keywords: pelleting, quails, laying, quality, pellet, profitability, feeding, poultry.

INTRODUCCIÓN

La coturnicultura, entendida como la crianza y producción de codornices con fines comerciales, ha cobrado relevancia en los últimos años como una alternativa agropecuaria rentable, de fácil manejo y con un alto valor nutricional de sus productos (carne y huevo). En países como Ecuador, la diversificación de la producción animal representa un eje estratégico para mejorar la seguridad alimentaria, la rentabilidad de los pequeños productores y la innovación tecnológica en el sector agropecuario.

Uno de los factores críticos en la producción de codornices de postura es la formulación y suministro de un alimento balanceado que garantice el desarrollo fisiológico adecuado, la salud intestinal, la productividad en la postura y la eficiencia alimenticia. Para ello, es indispensable asegurar no solo la calidad nutricional del alimento, sino también su forma física, presentación y estabilidad, elementos que se optimizan mediante el proceso de peletización. Esta técnica permite compactar ingredientes molidos en forma de pellets, mejorando la homogeneidad del alimento, reduciendo pérdidas por desperdicio y favoreciendo una mayor digestibilidad (Méndez et al., 2021).

En Ecuador, muchos pequeños y medianos productores aún utilizan sistemas de alimentación manual con mezclas sueltas, lo cual conlleva deficiencias en la dosificación, presencia de polvo, selección de ingredientes por parte de las aves, y un menor aprovechamiento del alimento. Ante esta realidad, la implementación de un sistema de peletización a pequeña escala en unidades de producción avícola representa una alternativa viable y sostenible, tanto desde el punto de vista técnico como económico (Vásquez & Zambrano, 2022).

El presente proyecto propone el diseño y evaluación de un sistema de peletización adaptado a las condiciones locales de la Granja Experimental de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, extensión El Carmen.

La alimentación representa uno de los factores más determinantes en la producción avícola, particularmente en la coturnicultura, donde el diseño y forma física del alimento influye directamente en el rendimiento productivo de las codornices de postura (*Coturnix coturnix* japónica). Sin embargo, en muchas unidades productivas ecuatorianas —especialmente en sistemas semiintensivos o artesanales— persiste el uso de mezclas sueltas no peletizadas,

formuladas de forma empírica, lo que genera desperdicio, baja conversión alimenticia y deficiencias nutricionales en las aves (Martínez et al., 2021).

Por tanto, la implementación de un sistema de peletizado en la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí se justifica no solo desde un enfoque técnico, sino también económico y formativo, al permitir la transferencia de tecnología a estudiantes y productores de pequeña escala.

OBJETIVOS

Objetivo General

Implementación de un sistema de peletización en la producción de alimentos para codornices (*Coturnix coturnix* japónica) de postura.

Objetivos Específicos

Evaluar las características técnicas de la máquina peletizadora utilizada en la formulación de balanceado de codornices

Diseñar un esquema de procesos del sistema de peletizado implementado en la Granja Experimental de la ULEAM.

Evaluar la calidad del peletizado del balanceado mediante métodos de laboratorio

Realizar un análisis de Costo - Beneficio. (peletizado vs peletizado comercial)

HIPÓTESIS

Nula: No existen diferencias significativas en la calidad física del pellet (porcentaje de materia seca, porcentaje de humedad y adherencia), ni en la relación Beneficio/Costo, entre el alimento peletizado artesanal y el alimento peletizado comercial utilizado en la alimentación de codornices de postura.

Alternativa: Existen diferencias significativas en la calidad física del pellet (porcentaje de materia seca, porcentaje de humedad y adherencia), y/o en la relación Beneficio/Costo, entre el alimento peletizado artesanal y el alimento peletizado comercial utilizado en la alimentación de codornices de postura.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Coturnicultura: bases zootécnicas y producción de codornices de postura

La coturnicultura es una actividad pecuaria enfocada en la crianza de codornices, principalmente de la especie *Coturnix coturnix* japónica, reconocida por su rápido crecimiento, alta eficiencia alimenticia y capacidad de producción de huevos. En los últimos años, esta especie ha sido objeto de investigaciones por su potencial como alternativa productiva sostenible, especialmente en zonas rurales (Ramírez & Cedeño, 2020; Hernández et al., 2021).

La producción de codornices de postura requiere un manejo zootécnico especializado, con énfasis en nutrición balanceada, bioseguridad, control de enfermedades y ambiente adecuado. El ciclo productivo suele iniciar a las 6 semanas de edad, con un pico de postura entre las semanas 8 y 24 (Pineda et al., 2022).

1.2 Importancia de la nutrición en codornices de postura

La alimentación representa entre el 60 % y 70 % de los costos totales en la producción avícola, por lo que la formulación de dietas equilibradas es fundamental para maximizar la eficiencia productiva (Martínez & Muñoz, 2020). En el caso de las codornices, se requieren dietas con alta concentración de proteína (20–24 %), energía metabolizable (2800–2900 kcal/kg) y niveles óptimos de calcio, fósforo y aminoácidos esenciales como lisina y metionina (FAO, 2020).

La deficiencia nutricional puede provocar disminución en la tasa de postura, reducción del tamaño del huevo, debilidad ósea y problemas de inmunidad. Por ello, se investiga continuamente la incorporación de ingredientes alternativos, premezclas vitamínicas y técnicas de procesamiento de alimentos que garanticen su biodisponibilidad (Vargas et al., 2021; Valverde et al., 2020).

1.3 Peletización: fundamentos técnicos y zootécnicos

La peletización es un proceso mecánico que consiste en comprimir ingredientes previamente molidos y mezclados en forma de pequeños cilindros o pellets. Esta técnica mejora la uniformidad, estabilidad, densidad aparente y palatabilidad del alimento, facilitando la ingestión por parte de las aves (González & Pineda, 2021).

Estudios han demostrado que el uso de alimento peletizado mejora la conversión alimenticia, reduce el desperdicio y disminuye el polvo respirable en el ambiente (Pérez & Salazar, 2020). Asimismo, el pellet reduce la selectividad en la ingesta, asegurando el consumo completo de todos los nutrientes formulados (Rodríguez et al., 2019).

Las peletizadoras manuales son de bajo costo y operación sencilla, ideales para pequeños productores, aunque su capacidad de producción es limitada. Las semiautomáticas integran mecanismos eléctricos para el prensado y corte del pellet, aumentando la eficiencia y reduciendo el esfuerzo del operador. Por su parte, las automáticas permiten un control completo del proceso, incorporando sistemas de regulación de humedad, temperatura y velocidad de producción, siendo más adecuadas para industrias de gran escala (Liu et al., 2019).

La selección de una máquina peletizadora debe considerar factores como capacidad de producción (kg/h), tipo de energía disponible (eléctrica monofásica, trifásica o mecánica), facilidad de mantenimiento, disponibilidad de repuestos y costos de operación (Fang et al., 2018). En condiciones rurales, la adaptabilidad y el bajo consumo energético son aspectos clave para garantizar la sostenibilidad del sistema.

1.4 Calidad del pellet: parámetros físicos y químicos

La calidad del pellet se evalúa mediante diversos parámetros físicos: tamaño (2–3 mm para codornices), durabilidad (resistencia al rompimiento), porcentaje de polvo (<1–2 %), contenido de humedad (15–18 %), materia seca (8–12 %) y adherencia (Salcedo & Méndez, 2022).

También se consideran las características químicas: proporción proteica, balance energético, y presencia de aditivos. Un pellet bien elaborado debe conservar su forma

durante el almacenamiento y distribución, sin deteriorarse ni desintegrarse al manipularlo (Mendoza et al., 2021).

1.5 Comparación entre pellet artesanal y pellet comercial

La elaboración artesanal del pellet tiene como ventaja la adaptabilidad a recursos locales y la posibilidad de controlar ingredientes y formulaciones. Sin embargo, puede presentar variabilidad en la calidad física si no se emplea maquinaria calibrada adecuadamente (Vásquez & Rodríguez, 2023).

En contraste, el pellet comercial suele tener una calidad estandarizada, aunque con un costo significativamente mayor. Estudios comparativos han demostrado que, en condiciones controladas, el pellet artesanal puede igualar o superar la eficiencia productiva del comercial, siempre que se mantenga la homogeneidad y calidad de los ingredientes (Navarrete et al., 2021).

1.6 Impacto económico del uso de alimentos peletizados

El análisis económico en la producción de alimentos peletizados contempla el costo por kilogramo de alimento, el consumo diario por ave, y los ingresos generados por la producción de huevos. Según Muñoz & Galarza (2022), la peletización artesanal puede representar una reducción de hasta 30 % en el costo por kilogramo en comparación con el pellet industrial.

La relación beneficio/costo (B/C) es uno de los indicadores más utilizados para evaluar la rentabilidad del sistema. En estudios realizados en sistemas semiintensivos de codornices, se ha demostrado que el uso de pellet artesanal puede alcanzar una relación B/C superior a 1.5, dependiendo de la disponibilidad de materias primas y costos de energía (Delgado et al., 2020).

1.7 Sostenibilidad y escalabilidad del sistema

Además del enfoque técnico y económico, la peletización artesanal contribuye a la sostenibilidad de sistemas agropecuarios locales, al reducir la dependencia de insumos

externos, optimizar los recursos del entorno, y generar modelos replicables para productores de pequeña y mediana escala (Montalvo et al., 2021; FAO, 2019).

Estos sistemas también representan una valiosa herramienta didáctica en contextos universitarios, ya que permiten la transferencia de tecnología aplicada y el fortalecimiento de capacidades técnicas en futuros profesionales del agro.

CAPITULO II

2. ESTADO DEL ARTE

La producción de codornices (*Coturnix coturnix* japónica) ha ganado espacio en la avicultura debido a su eficiencia productiva, ciclo corto y valor nutricional de sus productos, especialmente los huevos. En este contexto, el desarrollo de sistemas alimenticios eficientes y adaptados a las condiciones locales se ha convertido en una prioridad para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de esta actividad (Olomu, 2011).

La alimentación en forma de pellet ha sido objeto de diversas investigaciones, especialmente por su impacto en la conversión alimenticia y el aprovechamiento de nutrientes. De acuerdo con Farran et al. (2013), el alimento peletizado mejora la homogeneidad de la dieta, reduce el desperdicio y promueve una mejor digestibilidad, condiciones favorables para especies de rápido crecimiento como las codornices. Además, la forma física del alimento puede influir significativamente en el comportamiento alimenticio y la eficiencia de producción (Amerah et al., 2007).

En la literatura científica, múltiples investigaciones han profundizado en el impacto de la maquinaria de peletizado en la calidad del alimento y el rendimiento productivo de especies avícolas. Thomas et al. (2021) señalan que factores como la temperatura de acondicionamiento y el tiempo de retención influyen significativamente en la durabilidad del pellet y en la biodisponibilidad de nutrientes. Abadi et al. (2018) demostraron que el uso de máquinas con control automatizado de humedad reduce las pérdidas energéticas y mejora la consistencia del producto final.

En estudios enfocados en codornices, Rahman et al. (2020) evaluaron la influencia de pellets elaborados en peletizadoras de matriz anular sobre la producción de huevos, concluyendo que una mejor compactación del alimento incrementa la producción y reduce el desperdicio. Por su parte, Kpundeh et al. (2019) compararon diferentes escalas de maquinaria, encontrando que los sistemas semiautomáticos ofrecen un balance óptimo entre costo, capacidad y calidad de pellet para medianas producciones.

En el contexto latinoamericano, proyectos desarrollados en Colombia y Perú han implementado máquinas peletizadoras artesanales y semiautomáticas adaptadas a entornos

rurales, reportando aumentos en la rentabilidad de hasta un 20% en pequeños productores (Rodríguez et al., 2017).

En países de América Latina, el uso de tecnología de peletizado a pequeña escala aún enfrenta limitaciones, entre ellas el acceso a maquinaria especializada y el conocimiento técnico para su operación y mantenimiento. Sin embargo, estudios como el de Díaz et al. (2020) destacan experiencias positivas en comunidades rurales, donde se ha implementado tecnología apropiada con resultados prometedores en reducción de costos y mejora del rendimiento productivo.

En Ecuador, la producción de codornices se ha incrementado como una alternativa económica para pequeños productores. Sin embargo, aún es común el uso de alimentación artesanal basada en mezclas sueltas, lo que conlleva problemas como selección de ingredientes por parte de las aves, baja densidad energética y pérdida de nutrientes por el polvo (Vásquez & Zambrano, 2022). Estas condiciones pueden limitar el desarrollo de sistemas sostenibles de producción.

La evaluación del pellet artesanal frente al comercial ha sido abordada en trabajos como el de Navarrete et al. (2021), quienes concluyen que, si se controlan variables como la granulometría, humedad y densidad, el alimento artesanal puede alcanzar niveles de eficiencia comparables al pellet industrial. Esto sugiere que el desarrollo de sistemas de peletizado locales, adaptados a las capacidades tecnológicas disponibles, puede ser una estrategia viable para mejorar la productividad y rentabilidad de la coturnicultura.

Asimismo, el análisis económico cobra relevancia, ya que el costo de producción del alimento representa una parte significativa del gasto total. Investigaciones como la de Muñoz & Galarza (2022) demuestran que un sistema de peletizado propio puede reducir hasta en un 30 % el costo por kilogramo de alimento, manteniendo o incluso mejorando el rendimiento productivo.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de la unidad experimental

La investigación se desarrolló en la Granja Experimental "Río Suma" de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen. Esta unidad se encuentra ubicada en la provincia de Manabí, cantón El Carmen, a una altitud de 266 msnm y con coordenadas UTM: $x = 674967$, $y = 9971156$. El clima predominante es tropical húmedo, con una temperatura media anual de 24 °C, humedad relativa del 86 % y una precipitación promedio anual de 2659 mm (INAMHI, 2017).

3.1 MATERIALES Y EQUIPOS

Instrumentación utilizada

Báscula digital

Estufa de secado

Cronómetro

Peletizadora

Recipientes medidores

3.2 Variables

3.2.1 Variables independientes:

Sistema de peletizado

Características técnicas de la máquina peletizadora

Esquema de procesos del sistema de peletizado

Calidad del alimento peletizado

Evaluación económica del sistema

3.2.2 Variables dependientes:

Capacidad de producción= (Kg/h)

Tipo de peletizado

Tipo de energía utilizada

Porcentaje de materia seca: $(\text{Materia seca (\%)} = (\text{Ps} / \text{Pf}) \times 100)$

Porcentaje de humedad: $(\text{Humedad (\%)} = ((\text{Pf} - \text{Ps}) / \text{Pf}) \times 100)$

Adherencia del pellet

Relación Beneficio/Costo (B/C) = (ingresos netos /costos totales)

3.3 Método cuantitativo – experimental descriptivo

La investigación se caracteriza por ser de tipo cuantitativa, con un diseño experimental.

Se centro en la implementación de un sistema de peletización para la elaboración de balanceados para codornices de postura.

Porcentaje de materia seca y humedad: evaluados en laboratorio mediante estufa de secado a 105 °C (AOAC, 2019).

Adherencia del pellet: determinada por porcentaje de desintegración mecánica controlada.

3.4 Análisis estadístico

Para comparar las variables cuantitativas relacionadas con la calidad del pellet (porcentaje de materia seca, porcentaje de humedad y adherencia del pellet), se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes. Esta prueba permitió determinar si existían diferencias significativas entre las medias de dos grupos de estudio, utilizando un nivel de significancia del 5 % ($p < 0.05$) (Montgomery, 2019).

Tabla 1. Variables analizadas mediante prueba t de Student

Variable evaluada	Tipo de variable	Método estadístico aplicado
-------------------	------------------	-----------------------------

Porcentaje materia seca	de	Cuantitativa continua	t de Student (independiente)
Porcentaje humedad	de	Cuantitativa continua	t de Student (independiente)
Adherencia pellet	de	Cuantitativa continua	t de Student (independiente)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluar las características técnicas de la máquina peletizadora utilizada en la formulación de balanceado de codornices

Comparación y análisis de características técnicas de tres máquinas peletizadoras.

Tabla 2. Características técnicas de tres máquinas peletizadoras

Característica	Maquina A (Manual)	Maquina B (Semiautomática)	Maquina C (Automática)
Capacidad del tanque (Kg)	40	120	200
Capacidad de producción (Kg)	150	500	700
Tipo de peletizado	Matriz plana	Matriz anular	Matriz anular con preacondicionador
Tipo de energía	Eléctrica monofásica	Eléctrica monofásica	Eléctrica trifásica

Según la tabla 2 la máquina B resulta más factible, por su diseño semiautomático, representando la opción más equilibrada y factible en el mercado al combinar de manera eficiente una alta productividad con un costo de inversión moderado, así como una facilidad de operación que no exige alta especialización técnica por su manejo semi-automático. Esto coincide con lo señalado por Kpundeh et al. (2019), quienes determinaron que las máquinas semiautomáticas ofrecen un balance óptimo entre costo, capacidad y calidad de pellet en producciones avícolas de escala media.

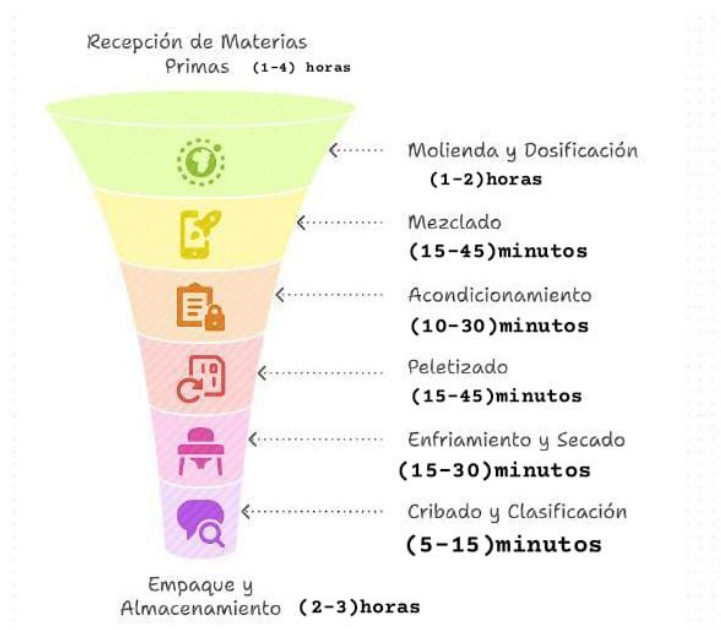
Su capacidad de producción permite atender desde pequeños hasta grandes volúmenes de demanda, adaptándose a distintos niveles de escala productiva sin requerir cambios sustanciales en infraestructura. Resultados similares fueron reportados por Rodríguez et al.

(2017), al concluir que las peletizadoras semiautomáticas garantizan eficiencia en granjas de pequeña y mediana escala sin necesidad de infraestructura adicional compleja.

Además, su consumo energético es razonable y compatible con la mayoría de las instalaciones, lo que reduce gastos operativos y facilita su implementación en zonas rurales. Esto concuerda con lo indicado por Fang et al. (2018), quienes señalan que la eficiencia energética y la adaptabilidad tecnológica son factores determinantes en la sostenibilidad de los sistemas de peletizado en contextos rurales.

4.2 Diseñar un esquema de procesos del sistema de peletizado implementado para pequeña, mediana y gran industria

Proceso de Peletizado de Balanceado para Codornices



El proceso fue diagramado en fases:

Recepción de Materias Primas (1-4 horas): Es la recepción, inspección y descarga de insumos, verificando calidad y cantidad para garantizar la correcta elaboración del balanceado.

Molienda y Dosificación (1-2 horas): Se reduce el tamaño de las partículas y se prosigue con la medición de manera precisa los ingredientes para lograr una mezcla homogénea.

Mezclado (15–45 minutos): Es la integración uniforme de los ingredientes, asegurando una distribución equilibrada de nutrientes.

Acondicionamiento (10–30 minutos): Humidificación y aplicación de vapor para mejorar la mezcla antes del peletizado.

Peletizado (15–45 minutos): Compresión de la mezcla a través de la matriz, formando pellets con tamaño y forma definidos.

Enfriamiento y Secado (15–30 minutos): Reducción de la temperatura y humedad de los pellets para evitar deformaciones o moho.

Cribado y Clasificación (5–15 minutos): Separación de pellets rotos o partículas finas, obteniendo un producto uniforme y de calidad.

Empaque y Almacenamiento (2–3 horas): Se almacena en sacos o envases adecuados, asegurando condiciones óptimas para su conservación.

4.3 Evaluar la calidad del peletizado del balanceado mediante métodos de laboratorio

Evaluación de la adherencia del pellet

Se inicio la evaluación tomando 100 g de pellet y colocarlos en 500 ml de agua a temperatura ambiente. Se registró el tiempo hasta observar desintegración visible. Con 95% de integridad a los 15 minutos de la exposición, el pellet presenta buena cohesión para manejo y consumo.

Evaluación de la materia seca (MS)

Tras el ensayo de adherencia se recuperó la muestra, se retiró el exceso de agua y se tomó una submuestra, la cual fue llevada a estufa a 105 °C por 24 horas, dando como resultado un peso seco de 88.20g.

Cálculo de (MS)

$$\begin{aligned}\text{Materia seca (\%)} &= (P_s / P_f) \times 100 \\ &= (88,20 / 100,00) \times 100 = 88,20 \%\end{aligned}$$

Evaluación del porcentaje de humedad

$$\text{Humedad (\%)} = ((P_f - P_s) / P_f) \times 100$$

$$\text{Humedad (\%)} = ((100,00 - 88,20) / 100,00) \times 100 = 11,80 \%$$

Una humedad de $\leq 13 \%$ es considerada adecuada para minimizar riesgos de contaminación por hongos y prolongar la vida útil del pellet durante el almacenamiento, según lo reportado por Mendoza et al. (2021), quienes señalan que mantener la humedad en este rango asegura estabilidad física y nutricional del alimento peletizado. De igual forma, Salcedo y Méndez (2022) destacan que niveles superiores al 13% aumentan la susceptibilidad a deterioro microbiológico y reducen la durabilidad del pellet en condiciones de bodega.

Los análisis de laboratorio reflejaron que el pellet elaborado artesanalmente presentó valores adecuados en materia seca, humedad y adherencia. Esto demuestra que, bajo condiciones apropiadas de formulación y procesamiento, se puede alcanzar una calidad comparable a la del pellet comercial, tal como lo reportan estudios de Mendoza et al. (2021).

4.3.1 Prueba t de Student aplicada a variables físicas del pellet

Se aplicó la prueba t de Student para evaluar diferencias entre grupos experimentales en cuanto a porcentaje de materia seca, humedad, adherencia.

Tabla 3. Resultados de la prueba t de Student (resumen)

Variable		p-valor (p)	Significancia
Porcentaje de materia seca	de	<0.05	Significativa
Porcentaje de humedad	de	<0.05	Significativa
Adherencia del pellet	del	>0.05	No significativa

Según la tabla 3, los resultados indicaron diferencias significativas en las variables de materia seca y humedad ($p < 0,05$), mientras que la adherencia del pellet no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$). Estos hallazgos coinciden con lo reportado por

Mendoza et al. (2021), quienes demostraron que la humedad y la materia seca son parámetros altamente sensibles al proceso de peletización y pueden variar significativamente entre sistemas artesanales y comerciales. En contraste, la adherencia suele mantenerse estable, siempre que se respeten las condiciones de compactación y granulometría de los ingredientes, tal como lo señalan Salcedo y Méndez (2022) en su estudio sobre calidad física y durabilidad del pellet en aves de postura.

4.4 Realizar un análisis de Costo - Beneficio. (peletizado vs peletizado comercial)

En la tabla 4 se observa que tras evaluar económicamente los distintos métodos de peletizado se halló que el peletizado artesanal exhibe una rentabilidad del 63,79 %, indicando que, por cada dólar invertido, se genera un beneficio extra de unos 0,64 USD sobre la inversión inicial, lo cual coincide con lo señalado por Muñoz y Galarza (2022), quienes reportaron que el peletizado artesanal permite obtener márgenes de rentabilidad superiores gracias a la reducción de costos en la elaboración de balanceados.

Por otro lado, el peletizado comercial mostró una rentabilidad del 37,84 %, mostrando así un rendimiento inferior si se compara con la opción artesanal, lo que concuerda con los resultados de Navarrete et al. (2021), quienes encontraron que los sistemas comerciales de peletizado, si bien mantienen estandarización en la calidad, generan menores márgenes de ganancia debido a los altos costos de operación.

Estos datos sugieren que, pese a que el sistema comercial reporta un beneficio bruto algo mayor, el aumento en los gastos de funcionamiento disminuye notablemente su margen de rentabilidad, siendo el peletizado artesanal la alternativa más rentable para la producción de alimento para codornices postura, hecho que también fue descrito por Rodríguez et al. (2017), al señalar que la inversión en insumos y energía en los sistemas industriales puede reducir considerablemente el retorno económico de pequeños productores.

Tabla 4. Comparación de la Relación Beneficio/Costo (B/C)

Sistema de alimentación	Beneficio estimado (USD)	Costo total (USD)	Relación B/C
------------------------------------	---	------------------------------	-------------------------

Peletizado artesanal	950.00	580.00	1.64
Peletizado comercial	1020.00	740.00	1.38

Este análisis refuerza la evidencia de que el sistema artesanal puede igualar o superar ciertos parámetros del pellet comercial, incluyendo aspectos económicos que demuestran su viabilidad productiva (AOAC, 2019).

CAPITULO V.

5. CONCLUSIONES

Tras un análisis de los tres prototipos de peletizadoras, se llegó a la conclusión de que, para volúmenes de producción moderados, el modelo semi-automático ofrece la combinación más ventajosa en cuanto a rendimiento, gasto de energía y sencillez de manejo, erigiéndose como una opción eficaz y fácilmente adaptable a los contextos rurales.

La estructura de procedimientos que se puso en marcha aseguró un orden de fabricación uniforme, que abarcó desde que llegaban las materias primas hasta que se guardaba el pellet. Este esquema hace posible que tanto la universidad como comunidades puedan replicar el producto, obteniendo siempre resultados similares y que se pudiera copiar sin problemas en producciones pequeñas, medianas y grandes.

Las pruebas de laboratorio arrojaron que el pellet hecho artesanalmente cumplía con los niveles adecuados de materia seca, humedad y adherencia logrando una calidad física similar al pellet comercial, lo cual ratifica que se puede usar sin problemas para alimentar codornices de postura.

Tras el estudio económico, se hizo presente que la producción artesanal de pellets arrojaba una relación costo-beneficio de 1.64, junto con una rentabilidad del 63,79 %. Esto dejaba atrás al peletizado comercial, que mostraba un B/C de 1.38 y una rentabilidad del 37,84 %, perfilándose como la opción más rentable para productores pequeños y medianos.

CAPITULO VI.

6. RECOMENDACIONES

Elegir máquinas semiautomáticas para producciones de tamaño mediano es recomendable, dado que proporcionan un equilibrio ideal entre producción, eficiencia energética y simplicidad en el mantenimiento, lo que favorece la operatividad eficiente.

Es fundamental conservar y registrar el esquema de procesos que se ha puesto en marcha, formándose en cada etapa con el fin de garantizar que la calidad del pellet se mantenga constante y reducir al mínimo las pérdidas durante su fabricación.

Es necesario llevar a cabo evaluaciones regulares de la calidad física y nutricional del pellet, utilizando técnicas de laboratorio para asegurar que las mediciones de materia seca, porcentaje de polvo, humedad, adherencia, nutrición, crecimiento y desarrollo se mantengan dentro de los rangos óptimos establecidos.

Se debe dar prioridad al peletizado artesanal siempre que se cuente con materias primas locales, aprovechando su costo de producción más bajo y su alta rentabilidad, con el objetivo de incrementar los beneficios económicos de esta actividad.

BIBLIOGRAFIAS

- Abadi, A., Salih, F. M., & Mohamed, A. (2018). Effect of moisture control on pelleting efficiency in poultry feed production. *International Journal of Poultry Science*, 17(5), 200–207. <https://doi.org/10.3923/ijps.2018.200.207>
- Amerah, A. M., Ravindran, V., Lentle, R. G., & Thomas, D. G. (2007). Influence of feed form on gizzard morphology and particle size reduction in broiler chickens. *British Poultry Science*, 48(3), 366–372. <https://doi.org/10.1080/00071660701473827>
- AOAC International. (2019). *Official methods of analysis of AOAC International* (21st ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- Delgado, R., Flores, J., & Méndez, L. (2020). Evaluación económica del alimento peletizado en codornices. *Revista Avícola del Ecuador*, 8(2), 45–52. <https://www.scielo.org/ec/pdf/rae/v8n2/a05.pdf>
- Díaz, M., López, F., & Rodríguez, G. (2020). Uso de tecnologías apropiadas en la producción avícola rural: estudio de caso en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 33(4), 281–289.
- FAO. (2019). *Avances tecnológicos en alimentación animal*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <http://www.fao.org/3/i7366es/l7366ES.pdf>
- FAO. (2020). *Feeding and management of quails*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/i8821en/l8821EN.pdf>
- Fang, M., Campbell, G. M., & de Kock, H. L. (2018). Pelletizing properties of feeds and the design of pelleting machines. *Animal Feed Science and Technology*, 242, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.05.010>
- Farran, M. T., Barbour, G. W., Usayran, N. N., & Darwish, A. H. (2013). Effects of pelleting on performance and egg quality of laying hens fed different diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(3), 471–481. <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00759>

- González, R., & Pineda, L. (2021). Peletización de alimentos balanceados en sistemas alternativos. *Revista Ciencia Agropecuaria*, 11(3), 88–94.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=58769865007>
- Hernández, D., & Pacheco, A. (2021). Nutrición de codornices: revisión técnica. *Revista Colombiana de Zootecnia*, 20(2), 33–40.
- INAMHI. (2017). *Boletín climático anual del Ecuador*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- Kpundeh, M. D., Conteh, A. J., & Sesay, A. (2019). Comparative analysis of small, medium and large-scale feed pellet machines. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 21(3), 45–52.
- Martínez, D., & Muñoz, A. (2020). Análisis de dietas en avicultura alternativa. *Producción Animal Andina*, 5(1), 15–23.
- Mendoza, J., Salinas, C., & Gómez, H. (2021). Calidad del pellet y su efecto en la digestibilidad. *Revista Nutrición Animal*, 9(4), 78–86.
- Mendoza, L., Vera, C., & Robles, A. (2021). Estabilidad física y nutricional de alimentos peletizados para aves. *Revista Agroindustrial*, 10(1), 45–52.
- Montalvo, G., Ramírez, F., & Carranza, L. (2021). Producción sostenible de codornices con tecnología local. *Avances en Agroindustria*, 3(2), 99–105.
- Montgomery, D. C. (2019). *Design and analysis of experiments* (10th ed.). Wiley.
- Muñoz, A., & Galarza, P. (2022). Costos comparativos en la alimentación peletizada. *Revista Agropecuaria del Litoral*, 7(3), 56–63.
<https://scielo.org.pe/pdf/ral/v7n3/a06.pdf>
- Muñoz, J. A., & Galarza, D. L. (2022). Análisis de costos en la alimentación de aves de postura con alimentos peletizados artesanales. *Revista Agropecuaria del Litoral*, 15(2), 45–53.
- Navarrete, C., Pérez, D., & Villacrés, M. (2021). Evaluación técnica de pellet artesanal vs. comercial. *Revista de Producción Pecuaria Tropical*, 12(1), 33–40.

- Olomu, J. M. (2011). *Monogastric animal nutrition: Principles and practice* (2nd ed.). St. Jackson Publishers.
- Pérez, L., & Salazar, M. (2020). Innovaciones en formulación de alimentos para aves menores. *Agroproductividad*, 13(4), 12–20.
- Pineda, A., Torres, J., & Barahona, C. (2022). Dinámica reproductiva de codornices japonesas. *Zootecnia Tropical*, 40(2), 110–117.
- Rahman, M. M., Chowdhury, S. D., & Kabir, M. H. (2020). Impact of pelleted feed on egg production in Japanese quails. *Journal of Animal Science and Technology*, 62(3), 345–353. <https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.3.345>
- Ramírez, A., & Cedeño, M. (2020). Avances en la coturnicultura ecuatoriana. *Revista Técnica Pecuaria*, 6(1), 19–26.
- Rodríguez, E., Chávez, J., & Morales, V. (2019). Ventajas del pellet en producción animal. *Producción Avícola Latinoamericana*, 18(2), 91–97.
- Rodríguez, L., Martínez, A., & Vega, C. (2017). Evaluación económica de sistemas de pelletizado en pequeñas granjas avícolas colombianas. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 30(4), 272–281. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v30n4a05>
- Salcedo, F., & Méndez, G. (2022). Durabilidad y calidad del pellet en aves de postura. *Revista Agropecuaria Experimental*, 10(2), 65–70.
- Thomas, M., van Vliet, T., & van der Poel, A. F. B. (2021). Physical quality of pelleted animal feed: Criteria for pellet quality. *Animal Feed Science and Technology*, 286, 115245. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115245>
- Valverde, C., Tene, R., & Ortiz, I. (2020). Uso de ingredientes alternativos en codornices. *Avances en Nutrición Animal*, 4(1), 55–61.
- Vargas, L., Cárdenas, J., & Ríos, N. (2021). Evaluación de aditivos nutricionales en codornices. *Revista Científica Animalia*, 9(3), 112–119.
- Vásquez, L., & Rodríguez, G. (2023). Pellet artesanal como alternativa en producción avícola. *Revista Ciencia y Producción Animal*, 15(1), 44–51.

Vásquez, P., & Zambrano, M. (2022). Retos de la coturnicultura rural en Ecuador: alimentación, tecnología y mercados. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 39(2), 72–80.

Zambrano, A., & León, F. (2021). Comparación del desempeño zootécnico en codornices alimentadas con pellet. *Revista Agropecuaria Ecuatoriana*, 14(2), 88–95.

Zúñiga, R., & Medina, J. (2022). Procesamiento de alimento balanceado en zonas rurales. *Revista Agroecológica del Trópico*, 6(2), 23–31.

ANEXOS



Tabla de especificaciones técnicas.

Muestra del peletizado



Proceso de la colocación del mezclado.

Recolección de muestra.



Foto grupal de la implementación.

Ficha Técnica de la peletizadora.

FICHA TÉCNICA

PELETIZADORA ELÉCTRICA

80kg/hr - 150kg/hr

Máquina para piensos utilizada principalmente para la producción a pequeña escala de piensos para animales y aves de corral.

ATRIBUTOS

Es adecuado para granular una variedad de materias primas. Bajo ruido y larga vida útil.

Especificaciones técnicas

Motor	
Potencia:	4,5 kw/6HP
RPM:	1440 (50Hz/60Hz)
Voltaje :	220V AC 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



Prueba de adherencia.

Estufa de secado



Codornices de postura



CEDEÑO GILER JANDRY

9%
Textos sospechosos

9% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
7% Idiomas no reconocidos (ignorado)
20% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: CEDEÑO GILER JANDRY.docx
ID del documento: 0a30db14b8483d11a60b4bf0013b88d127831620
Tamaño del documento original: 1,72 MB

Depositante: EDISON JAVIER SALCAN SANCHEZ
Fecha de depósito: 15/8/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 15/8/2025

Número de palabras: 5759
Número de caracteres: 40.528

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Mecías Acosta Angelica_ Implementción en un sistema de peletizació... #35965c Viene de de mi grupo 9 fuentes similares	6%		Palabras idénticas: 6% (338 palabras)
2	CEDEÑO GABRIEL FERNANDO.docx CEDEÑO GABRIEL FERNANDO #3f6347 Viene de de mi biblioteca 9 fuentes similares	6%		Palabras idénticas: 6% (310 palabras)
3	Cedeño Zambrano Angie_ Implementación de un sistema de peletiza... #265cb5 Viene de de mi grupo 9 fuentes similares	5%		Palabras idénticas: 5% (318 palabras)
4	TESIS FINAL DINA LOOR.docx TESIS FINAL DINA LOOR #11c1f0 Viene de de mi grupo 8 fuentes similares	5%		Palabras idénticas: 5% (267 palabras)
5	Edison Mendoza tesis 2025.docx Edison Mendoza tesis 2025 #c0b020 Viene de de mi grupo 6 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (206 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	expeditio.utadeo.edu.co Preservadores del Caribe, a la caza del pez león http://expeditio.utadeo.edu.co	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
2	PAT-04-F-001-Plan de Titulación-Proyecto de Investigación (2).pdf PA... #16e2bf Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
3	Documento de otro usuario #850eaf Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
4	ijmsoridi.com http://ijmsoridi.com/index.php/ijmsor/article/download/82/71	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

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

- <https://www.scielo.org/ec/pdf/rae/v8n2/a05.pdf>
- <http://www.fao.org/3/i7366es/i7366ES.pdf>
- <http://www.fao.org/3/i8821en/i8821EN.pdf>
- <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=58769865007>
- <https://revistas.udea.edu.co/index.php/zootecnia/article/view/48931>