

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



TESIS

**DIGESTIBILIDAD DE LA TORTA DE SOYA (*Glycine max*) Y
GRANO DE MAIZ (*Zea mayz*) EN CUYES (*Cavia porcellus L.*)**

Presentado por:

**Bach. WAGNER STIWARD VILLACORTA
FUENTES**

Para optar al título profesional de **INGENIERO
ZOOTECNISTA.**

ASESORES:

- **Dr. GILBERT ALAGÓN HUALLPA**
- **M.Sc. GARDENIA TUPAYACHI SOLORZANO**

Financiado por:

Marco convenio **CONCYTEC_UNSAAC-
FONDECYT.**

CUSCO - PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Digestibilidad de la torta de soja (Glycine max) y Grano de maíz (Zea mays) en Cuyes (Cavia porcellus L.)

presentado por: Wagner Steward Villacorta Fuentes con DNI Nro.: 73794587

presentado por: con DNI Nro.:

para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Zootecnista

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 01 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 0.9%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 17 de Enero de 2024



Firma

Post firma GILBERTO ALASÓN HUALLPA

Nro. de DNI 24403577

ORCID del Asesor 0000 - 0003 - 0534 - 493x

Gardenia Tupayachi Solórzano

ORCID: 0000 - 0002 - 8131 - 7223 / DNI: 42 78 9402

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: 27259:304649256

NOMBRE DEL TRABAJO

“DIGESTIBILIDAD DE LA TORTA DE SOYA (Glycine max) Y GRANO DE MAIZ (Zea m ayz) EN CUYES (Cavia porcell

AUTOR

WAGNER STIWARD VILLACORTA FUENT ES

RECUENTO DE PALABRAS

10964 Words

RECUENTO DE CARACTERES

57883 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

55 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

189.9KB

FECHA DE ENTREGA

Jan 16, 2024 10:46 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 16, 2024 10:47 PM GMT-5

● 9% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)

DEDICATORIA

A mi primer y mejor amiga, mi medica de cabecera, mi madre **EVA TATIANA FUENTES HUARILLOCLA**, por siempre confiar en mí, cuando dedos me señalaban, por perdonarme cuando el resto me sentenciaba, por ese apoyo incondicional que siempre me has dado, por ese amor eterno que siempre me has demostrado, por ese esfuerzo grande que siempre has realizado, me dijiste “tú hazme caso y te ira bien”, lo hice y ahora mírame, ver para creer.

Y a mi tía **HIGIDIA FUENTES HUARILLOCLA** por ser como mi segunda madre.

AGRADECIMIENTOS

Primero agradecer a mi familia, mi papá **Wilber Quispe Z.** por las palabras y los consejos que me da para mi desarrollo personal y profesional, a mi hermano **C. Andrés Quispe F.** y a mis primos **R. Mario Cáceres F.** y **K. Nilder Cáceres F.** por su apoyo.

Agradezco a la **Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco** y a la **Escuela Profesional de Zootecnia**, por haberme permitido forjarme como profesional dentro de sus aulas, expreso mi agradecimiento a todos los docentes por darme catedra de sus conocimientos y experiencias profesionales.

Al proyecto de Investigación en el marco del Convenio CONCYTEC-UNSAAC-FONDECYT intitulado: **“VALORACIÓN NUTRITIVA DE MATERIAS PRIMAS Y DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA Y PROTEÍNA PARA EL DESARROLLO DE PIENSOS BALANCEADOS DE CUYES (*Cavia porcellus* L.)”** por el financiamiento de este trabajo de investigación.

A mis asesores el **Dr. Gilbert Alagon Hualpa** y la **M.Sc. Gardenia Tupayachi Solorzano** por brindarme sus sugerencias y consejos para el desarrollo satisfactorio del presente trabajo de investigación.

Finalmente, a **Lucero Mamani M.** por su apoyo incondicional y por ser esa personita especial en mi vida.

ÍNDICE

<i>DEDICATORIA</i>	<i>ii</i>
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	<i>iii</i>
<i>GLOSARIO</i>	<i>ix</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>x</i>
<i>INTRODUCCIÓN</i>	<i>11</i>
<i>CAPÍTULO I</i>	<i>12</i>
<i>OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN</i>	<i>12</i>
1.1. Objetivos	<i>12</i>
1.1.1. Objetivo General	<i>12</i>
1.1.2. Objetivos Específicos.....	<i>12</i>
1.2. Justificación.....	<i>13</i>
<i>CAPÍTULO II</i>	<i>14</i>
<i>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</i>	<i>14</i>
2.1. Antecedentes	<i>14</i>
2.2. Bases Teóricas	<i>16</i>
2.2.1. Torta o Harina de Soya.....	<i>16</i>
2.2.2. Maíz (<i>Zea mays</i>)	<i>18</i>
2.2.3. Cuy (<i>Cavia porcellus L.</i>)	<i>21</i>

2.2.3.1. Fisiología digestiva del Cuy	21
2.2.3.2. Nutrición del cuy	22
2.2.4. Digestibilidad.....	23
2.2.4.1. Digestibilidad Aparente.....	24
2.2.4.2. Digestibilidad Verdadera.....	24
2.2.4.3. Factores que afectan a la digestibilidad.....	25
CAPÍTULO III	26
MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.5. Ubicación geográfica de la investigación	26
3.5.1. <i>Lugar de Ejecución</i>	26
3.6. Materiales y Equipos.....	26
3.6.1. Material Biológico	26
3.6.2. Materiales de campo	26
3.6.3. Materiales de escritorio	27
3.6.4. <i>Equipos</i>	27
3.6.5. <i>Insumos Evaluados</i>	27
3.7. Instalaciones	27
3.8. Metodología.....	28
3.8.1. <i>Preparación de las dietas</i>	28
3.8.2. Periodo de Adaptación y Experimental.....	32

3.8.4. Parámetros Evaluados.....	33
3.8.4.1. Coeficientes de Digestibilidad.....	33
3.8.5. Análisis Estadístico	34
<i>CAPITULO IV</i>	<i>35</i>
<i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	<i>35</i>
4.1. Composición química de la Torta de Soya y del Maíz Amarillo	35
4.2. Coeficientes de Digestibilidad de la Torta de Soya y del Maíz Amarillo.	36
4.3. Nutrientes Digestibles y Energía Digestible	39
4.3.1. Materia Seca Digestible (MSD).....	39
4.3.2. Materia Orgánica Digestible (MOD).....	39
4.3.3. Proteína Bruta Digestible (PBD)	40
4.3.4. Energía Digestible (ED).....	40
<i>CAPÍTULO V</i>	<i>42</i>
<i>CONCLUSIONES</i>	<i>42</i>
<i>CAPÍTULO VI</i>	<i>43</i>
<i>RECOMENDACIONES</i>	<i>43</i>
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	<i>44</i>
<i>ANEXOS</i>	<i>49</i>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requerimientos Nutricionales del Cuy (Base seca)	23
Tabla 2: Formulas de la Dieta Basal Correspondiente a la Torta de Soya y de la Dieta Torta de Soya (Base Fresca)	30
Tabla 3: Formulas de la Dieta Basal Correspondiente al Maíz Grano y de la Dieta Maíz Grano (Base Fresca).....	31
Tabla 4: Análisis químico nutricional de los insumos evaluados (Base seca)	35
Tabla 5: Valores de los coeficientes de digestibilidad de los insumos evaluados (materia seca).....	37
Tabla 6: Valores de nutrientes digestibles y energía digestible de los insumos evaluados (materia seca).....	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Diferencia del peso vivo de los animales estudiados durante el trabajo de investigación	49
Anexo 2: Composición química de las dietas evaluadas (valores referenciales).	50
Anexo 3: Análisis descriptivo de consumo, heces excretadas, coeficientes de digestibilidad de la materia seca (MS) y fracción digerida de las dietas por tratamiento (base seca).	51
Anexo 4: Análisis descriptivo de consumo. heces excretadas. coeficientes de digestibilidad de la materia orgánica (MO) y fracción digerida de las dietas por tratamiento (base seca).	52
Anexo 5: Análisis descriptivo de consumo. heces excretadas. coeficientes de digestibilidad de la proteína bruta (PB) y fracción digerida de las dietas por tratamiento (base seca).	53
Anexo 6: Análisis descriptivo de los coeficientes de digestibilidad de la materia seca (MS). de la materia orgánica (MO). de la proteína bruta (PB) y de la energía digestible (ED) de los insumos (base seca).	54
Anexo 7: Composición química de las dietas ofrecidas en las evaluaciones realizadas.	55

GLOSARIO

AC: Aceite

CDMO: Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Orgánica

CDMS: Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Seca

CDPB: Coeficiente de Digestibilidad de la Proteína Bruta

ED: Energía Digestible

EE: Extracto Etéreo

ELN: Extracto Libre de Nitrógeno

FC: Fibra Cruda

FEDNA: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal

MO: Materia Orgánica

MOD: Materia Orgánica Digestible

MS: Materia Seca

MSD: Materia Seca Digestible

NRC: National Research Council

PB: Proteína Bruta

PBD: Proteína Bruta Digestible

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la digestibilidad de la Torta de Soya y del Maíz Amarillo, los cuales son insumos tradicionales que se emplean en la formulación de alimentos balanceados para animales domésticos. Se utilizó 28 cuyes entre machos y hembras, con una edad promedio de 7 semanas y peso vivo de 750 gramos respectivamente; los cuales se dividieron en 2 grupos de 14 cuyes para evaluar cada insumo, Para la preparación de las dietas se consideró el procedimiento del método de sustitución del ingrediente de prueba en la dieta basal, preparándose así una dieta basal propia para la evaluación de cada insumo, y una dieta en donde se sustituye un porcentaje de la dieta basal por el insumo a evaluar, en el caso de la torta de soya se sustituyó un 35% y en el caso del maíz amarillo un 40%. La digestibilidad fue determinada utilizando el método de cálculo de sustitución y la colección total de heces obteniéndose los resultados siguientes: para la torta de soya los coeficientes de digestibilidad fueron de 96.07% Materia Seca, 95.29% Materia Orgánica, 92.47% Proteína y 4056.38 kcal/kg de Energía Digestible; y para el Maíz Amarillo los coeficientes de digestibilidad fueron de 89.67% Materia Seca, 92.51% Materia Orgánica, 70.49% Proteína y 3677.19 kcal/kg Energía Digestible.

Palabras clave: cuy, torta de soya, maíz amarillo, coeficientes de digestibilidad y energía digestible

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la crianza de cuyes se ha extendido a lo largo de todo el Perú, con una aceptación que se da desde la costa hasta la selva, esto debido a su precocidad, su prolificidad y sobre todo al alto valor nutritivo de su carne. Como en toda actividad pecuaria el componente más importante de la producción, es la alimentación del animal, por ende, el conocimiento de la información completa y actualizada de los insumos que se utilizan para la formulación y elaboración de alimentos balanceados es de suma importancia con el fin de poder brindar al animal un alimento que cubra las necesidades que este posee.

Por otra parte, Gómez (1993), señala que el conocimiento de las necesidades nutricionales nos permitirá desarrollar alimentos balanceados que permitan cubrir las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción de las diferentes especies pecuarias.

La torta de soya y el grano de maíz son dos materias primas muy utilizados en la alimentación animal debido a que son las principales fuentes de proteína y energía, respectivamente; las digestibilidades de estos dos insumos han sido estudiados con mayor interés en animales monogástricos como las aves, cerdos y conejos, no obstante, en cuyes, es aún insuficiente el reporte en la literatura científica.

La digestibilidad es un parámetro muy importante para evaluar el valor nutritivo que posee la torta de soya y el maíz amarillo en las raciones que consumen los cuyes, porque indica el grado en que los nutrientes de estos dos insumos van a ser digeridos y absorbidos en el tracto digestivo, dicha información será clave para formular dietas balanceadas en función a los requerimientos nutricionales del cuy.

CAPÍTULO I

OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

1.1. Objetivos

1.1.1. *Objetivo General*

- Determinar la digestibilidad de la torta de soya (*Glycine max*) y el grano de maíz amarillo (*Zea mayz*) en cuyes (*Cavia porcellus*).

1.1.2. *Objetivos Específicos*

- Determinar la digestibilidad de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB) y energía digestible (ED) de la torta de soya en cuyes.
- Determinar la digestibilidad de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB) y energía digestible (ED) del grano de maíz amarillo en cuyes
- Determinar la composición química de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), ceniza (C) y extracto libre de nitrógeno (ELN) de la torta de soya y el grano de maíz amarillo.

1.2. Justificación

En la última década, se muestran crecimientos predominantes en la actividad pecuaria, así como también una intensificación en la producción de alimentos balanceados; en este sentido, la cadena de alimentos balanceados para las distintas especies pecuarias, utiliza como principales materias primas el maíz y la torta de soya, como fuentes principales de energía y proteína, respectivamente, en la formulación de dietas para las diferentes especies de interés zootécnico, por ser materias primas de vital importancia, gracias al gran valor nutritivo que estos aportan. Los insumos en general, sufren variaciones en cuanto a su composición nutricional; en el caso del maíz este depende principalmente de factores medio ambientales, mientras que la composición nutricional de la torta de soya esta influenciado por su forma de obtención.

Debido a la gran importancia que ha cobrado la caviicultura en nuestro país, se fue trabajando constantemente en el mejoramiento genético de esta especie, con el objetivo de reducir el tiempo de saca para el mercado, así como también mejorar la conversión alimenticia; estos animales al ser genéticamente mejorados aprovechan eficientemente los insumos utilizados en su alimentación en comparación a los cuyes criollos.

Por lo antes mencionado, es importante actualizar la información respecto a los coeficientes de digestibilidad de los insumos utilizados en la alimentación de cuyes, siendo necesario realizar trabajos de investigación dentro de este contexto.

En este sentido el presente estudio se desarrolló, con el fin de aportar los resultados y transferir estos mismos a los demandantes del conocimiento, así como también contribuir con información actualizada para la construcción de tablas de materias primas para cuyes, que permitan la formulación confiable de dietas balanceadas con el fin de cubrir los requerimientos nutricionales de esta especie animal.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes

Chillpa (2022); evaluó la energía y proteína digestible de la harina integral de soya en cuyes, obteniendo los coeficientes de digestibilidad aparente en cuyes en crecimiento: 74.80% de materia seca, 75.24% de materia orgánica y 77.02% de proteína cruda y para los cuyes adultos fueron: 80.34% de materia seca, 81.08% de materia orgánica y 86.56% de proteína cruda. Asimismo, el contenido de energía digestible de la harina integral de soya fue: 2364 kcal/kg de MS en cuyes en crecimiento y 2623 kcal/kg de MS en cuyes adultos.

Castro y Chirinos (2021); evaluaron los coeficientes de digestibilidad y la composición química de algunas materias primas usadas para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), encontrándose dentro de las materias primas estudiadas, el maíz amarillo grano, reportando en su composición química: 88.25% de materia seca, 10.07% de proteína cruda, 4.54% de extracto etéreo, 3.26% de fibra cruda, 73.75 de extracto libre de nitrógeno y 91.62% de materia orgánica, mientras que los coeficientes de digestibilidad que reportaron fueron de 92.21 % digestibilidad de la MS, 87.60% digestibilidad de la PC, 74.35% digestibilidad del extracto etéreo, 53.47% digestibilidad de la fibra cruda, 93.92% digestibilidad del extracto libre de nitrógeno y 83.36% de digestibilidad de la materia orgánica.

Hidalgo y Valerio (2020); evaluaron la digestibilidad y energía digestible y metabolizable del gluten de Maíz, Hominy feed y subproductos de trigo en cuyes, concluyendo que los valores de los coeficientes de digestibilidad de materia seca, energía digestible y energía metabolizable fueron mayores para el Hominy feed y menores para los subproductos del trigo.

La Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA) en el 2019 dio a conocer los valores de los coeficientes de digestibilidad de la proteína en la torta de soya

y en el maíz amarillo en monogástricos de entre los cuales se encuentra el conejo, mismo que será utilizado para la comparación con los datos obtenidos en el presente estudio debido a que el sistema digestivo del cuy y del conejo son similares. Los datos mostrados por el FEDNA fueron los siguientes: proteína digestible en el conejo de la torta de soya; 39.1 %, 37.0% y 41.2% como media, mínimo y máximo respectivamente, energía digestible de la torta de soya en el conejo; 3488.8 kcal*kg⁻¹, 3400.0 kcal*kg⁻¹, 3570.0 kcal*kg⁻¹ como media, mínimo y máximo respectivamente. Para el caso del maíz amarillo: proteína digestible en el conejo; 4.7% y la energía digestible en el conejo: 3350 kcal*kg⁻¹.

Padilla (2008), Ecuador; evaluó la valoración energética de los diferentes tipos de torta de soya (*glycyne max*) utilizado en la alimentación de cuyes, donde determino los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes de la torta de soya ecuatoriana, torta de soya extrujada, torta de soya boliviana y la torta de soya argentina, además de su composición química, en donde los datos obtenidos de estas dos últimas serán utilizadas para comparar con los datos obtenidos en el presente estudio debido a que la torta de soya que circula en nuestro mercado local son de estos orígenes; Padilla que la torta de soya boliviana presenta mayores coeficientes de digestibilidad en materia seca, materia orgánica, fibra cruda y proteína bruta, así como también el valor de la energía digestible de la torta de soya argentina es inferior al de la torta de soya boliviana.

Jiménez (2007), Ecuador; evaluó la valoración energética de diferentes tipos de maíz (*Zea mays*), según su origen utilizado en la alimentación de cuyes, en donde determino los coeficientes de digestibilidad del maíz de la sierra, del maíz importado (argentino), del maíz de la costa y del maíz del oriente (amazonia ecuatoriana), además de su composición química, en donde los datos obtenidos de estos dos últimos serán utilizados para la comparación con los datos obtenidos en el presente estudio debido a que el maíz evaluado es el maíz amarillo duro, mismo que se produce en suelos de costa y selva; Jiménez concluye que los coeficientes de

digestibilidad del maíz de la costa tuvieron los valores más altos en materia orgánica, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno. En cuanto a la composición química del maíz concluyo que el maíz de la costa contiene mayor cantidad de proteína bruta, mientras que el maíz del oriente posee mayor cantidad de ceniza y fibra bruta.

Rosales y Tang (1996); evaluaron la composición química y digestibilidad de insumos alimenticios de la zona de Ucayali para la alimentación de cuyes, fueron un total de 22 insumos evaluados en los cuales se encontraba la harina de maíz amarillo grano, encontrado en su composición química un 88.4% de materia seca, 10.02% de proteína bruta, 6.69% de extracto etéreo, 3.07% fibra cruda y 1.43% de ceniza, en cuanto a la digestibilidad, concluye que fue muy buena debido a su alto contenido de carbohidratos solubles, fácilmente asimilables y a su bajo contenido de fibra a comparación de la harina de marlo de maíz que fue muy baja su digestibilidad debido a su alto contenido de fibra.

Escobar y Blas (1990); evaluaron el valor nutritivo de alfalfa, maíz y cebada para cuyes, obteniendo coeficientes de digestibilidad para el maíz en cuanto a la materia seca (MS) 85.3% y en cuanto a la proteína (PB) 86.5%; concluyendo que los cuyes aprovechan gran parte de los insumos evaluados.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Torta o Harina de Soya

La torta de soya es un subproducto resultante de todo el proceso de obtención de aceite de los granos de soya, ya sea mediante el uso de solventes o por una extracción mecánica, prensado de tornillos (Posse, 2019), este insumo es una excelente fuente de proteína, es altamente utilizado en la formulación de alimentos balanceados para la alimentación de animales domésticos, conteniendo un alto valor nutricional, contando con aminoácidos esenciales resaltando entre ellas, la lisina.

La harina de soja es considerada la mejor fuente de proteína vegetal y la más económica de entre las demás fuentes de proteína, no obstante, esta se complementa perfectamente con los cereales satisfaciendo los requerimientos de aminoácidos por parte del animal.

La calidad de la harina de soja depende de factores como: genética, cantidad de cascarares residuales, el proceso de extracción de aceite (fundamentalmente el cocinado (pre obtención) y el tostado (post obtención)) (Fondevila et al., 2019).

La harina de soja contiene una amplia gama de sustancias toxicas, estimulantes e inhibidores, entre las que se encuentran factores alérgenos, bociógenos y anticoagulantes. En nutrición, los inhibidores de la proteasa son importantes, dos de ellos son el factor antitripsina de Kunitz y el inhibidor de la quimotripsina de Bowman-Birk, estos inhibidores son en parte responsables del retraso del crecimiento, causado por la utilización de semillas de soja cruda o torta de soja sin tostar (McDonald et al., 1999).

En concreto, la soja contiene inhibidores de tripsina , que reducen la retención de nitrógeno; lectinas , que son proteínas de unión a carbohidratos que pueden dañar estructuralmente las células epiteliales intestinales y desequilibrar negativamente el microbioma intestinal ; ácido fítico , que reduce la absorción de los minerales en mamíferos, debida a la formación del complejo fitato-mineral-proteína insoluble; y compuestos fenólicos, que pueden combinarse con proteínas, causando una disminución en su solubilidad, digestibilidad y aceptabilidad del consumidor al impartir sabor amargo y color oscuro a los productos proteicos finales (Vidal et al., 2022)

La harina de soja contiene en torno al 12% de humedad, 7-13% de FND y 1,7% de extracto etéreo mientras que las cenizas suponen el 6%, aproximadamente. Estos valores dependen fundamentalmente de la composición química del haba original, de su genética, pero también, y quizás en mayor proporción, de la zona geográfica donde se sembró la semilla (Fondevila et al., 2019).

El aceite de soya tiene un efecto laxante, pudiendo conducir a la formación de grasa blanda, la torta de extracción no contiene suficiente aceite como para causar el problema, pero esto debe tenerse en cuenta debido a la tendencia creciente de utilizar la soya integral en la formulación de raciones (McDonald, Edwards, & Greenhalch, 1993).

El procesado puede reducir e inactivar los factores anti-nutricionales, así como disminuir el nivel de patógenos en la microbiota; una de las ventajas del procesado es la mejora de la digestibilidad de ciertos nutrientes, incluidos el almidón y la proteína; no obstante, las técnicas o condiciones específicas concretas de procesado también pueden alterar la digestibilidad proteica, perjudicando de manera negativa el desempeño de los animales; un empeoramiento de la calidad proteica no solo conduce en una menor digestibilidad de la proteína y los aminoácidos, sino también tiene efectos adversos sobre la salud intestinal y tiene un impacto ambiental debido al aumento de la excreción de nitrógeno (Oller, 2019).

En ciertos países, tales como Argentina, la grasa no se extrae del haba mediante solventes sino por procesos de presión acompañados de temperaturas elevadas. En este caso, el producto que se obtiene es la soja expeller, cuyo contenido en PB está en torno al 40- 44% y el de grasa en torno al 8-11%. (Fondevila et al, 2019)

Dando por supuesto que la torta de soya que se encuentra en el mercado ha sido obtenida con el proceso adecuado. Constituye un alimento muy valioso para los animales domésticos como fuente de proteína, no obstante, es muy deficiente en algunos aspectos como algunas vitaminas y minerales que deben ser brindadas a los animales mediante la adición de núcleos o suplementos vitamínicos.

2.2.2. Maíz (*Zea mays*)

El maíz es el principal insumo utilizado como fuente energética en la alimentación de los animales domésticos, y aunque es un producto muy bien aprovechado por el organismo del

animal, en algunas especies suelen presentar efectos secundarios negativos debido a su alto contenido de almidón.

Hay diversos tipos de Maíz, cuyos granos muestran diferentes colores: Amarillo, blanco, rojo, etc.; el maíz amarillo tiene el pigmento criptoxantina, que es precursor de la vitamina A. Los granos pigmentados tienden a aportar color a la carne, lo cual provoca que en ciertos países sea un inconveniente (McDonald et al., 1999).

El maíz es una excelente fuente de almidón y de fibra detergente neutra, de muy alta calidad que puede ser usada por cualquier especie pecuaria. Al igual que los otros cereales, el maíz tiene ciertas limitaciones en la alimentación del animal, puede ser debido al nivel de fibra, en monogástricos, así como también al elevado contenido de almidón, donde este último puede generar acidosis en algunas especies como los rumiantes y algunos monogástricos con el ciego bien desarrollado (cuyes, conejos y caballos). Aunque se trata de una fuente energética por excelencia, este insumo presenta un bajo contenido de proteína por lo que es complementada con insumos proteicos ya sea de origen vegetal o animal.

La calidad de la proteína depende principalmente del genotipo. Sin embargo, la cantidad total depende tanto del genotipo como de factores ambientales. El maíz se utiliza principalmente como fuente de energía en la alimentación, pero puede contribuir de manera importante a los requerimientos proteicos, especialmente cuando interviene en una elevada proporción en la ración del animal (Eyhéabide, s.f.).

El maíz presenta dos aminoácidos limitantes, la primera es la lisina, y la segunda varía dependiendo del origen del maíz, este puede ser el triptófano o la treonina. Además, los minerales presentes con un buen porcentaje son el fósforo y el potasio, no obstante, podemos encontrar dos vitaminas liposolubles, la vitamina E y la provitamina A (carotenoide).

El contenido de vitaminas del maíz, al igual que el de los otros alimentos y nutrientes, depende tanto de factores intrínsecos (especie y variedad) y extrínsecos (tipo de suelo y

procesado de la materia prima). Por esta razón, las cifras del contenido de vitaminas pueden presentar diferencias según el país de origen y la zona, incluso dentro de un mismo país (Pita, 2006).

El grano de maíz está conformado de cuatro estructuras primarias, estos son el endospermo, el germen, el pericarpio y la punta del grano; el endospermo es principalmente almidón rodeado por una matriz proteica con dos tipos principales de almidón (Duro o vítreo, y suave u opaco), el endospermo vítreo está relacionado de manera negativa con la degradabilidad del almidón y la digestibilidad in vitro del almidón; el germen o embrión del grano de maíz tiene un elevado contenido de grasa (33,3%), contiene vitaminas del complejo B y vitamina E. El pericarpio es una barrera semipermeable con elevado contenido de fibra (8,8% FB) que rodea el endospermo y el germen, cubriendo todo menos la punta del grano. La “punta” es la estructura por medio del cual toda la humedad y los nutrientes pasan a través durante el desarrollo y el secado del grano (Cabrera, 2017).

En conejos el valor energético del maíz es bajo frente a otras fuentes de energía, debido a que esto está asociado a la menor digestibilidad que presenta el almidón del grano en esta especie, no obstante, este efecto no parece deberse a una falta de capacidad enzimática del conejo o a diferencias en la naturaleza química del almidón entre distintas fuentes ya que, el almidón purificado de maíz muestra una digestión completa; por tanto, parece que es la estructura del grano y las propiedades físicas que se derivan de ésta las que juegan un papel fundamental en su utilización digestiva (Carabaño, 1996).

En conejos, la cantidad energética de la pulpa blanca de maíz es cercana a la de los cereales, con un valor de energía digestible calculado de aproximadamente 13,7 MJ / kg de MS, -95% de los cereales, y con una alta digestibilidad de proteínas (aproximadamente 83-84%) (Cabrera, 2017).

Hoy en día se puede encontrar una variedad de maíz que contiene el gen mutante Opaco-2, este gen se obtuvo por mejoramiento genético, donde su principal función es duplicar el nivel de aminoácidos esenciales (Lisina y Triptófano), esto hace que el maíz tenga un aspecto más harinoso (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, s.f.).

2.2.3. Cuy (*Cavia porcellus L.*)

2.2.3.1. Fisiología digestiva del Cuy

La fisiología digestiva estudia los mecanismos responsables de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para después ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. Es un proceso bastante complejo que involucra la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes y el desplazamiento de estas sustancias a lo largo del tracto digestivo (Chauca, 1997).

El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post gástrico, gracias a la microbiota que posee a nivel del ciego, es así que “el desplazamiento de la ingesta se hace a medio del estómago e intestino delgado de una forma instantánea, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego, sin embargo el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en el parcialmente por 48 horas, si su dieta es rica en celulosa esto provoca que se retarde los movimientos del contenido intestinal, lo que permite una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas, por tanto, el cuy, al ser una especie herbívora monogástrica, y que tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana, su alimentación debe ser acorde a sus necesidades nutricionales dependiendo de la composición de la ración, esto posibilita a que se realice la cecotrofia, para reutilizar el nitrógeno, lo que cual permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína (Calvopiña, 2018).

El conejo y la rata también pertenecen a esta clasificación, animal de fermentación postgástrico, no obstante, el cuy, por su comportamiento nutricional se asemeja, de adulto, más a un poligástrico con procesos de fermentación mixta y capacidad degradadora de celulosa, que a un monogástrico estricto, es decir, el cuy es considerado como una especie herbívora monogástrico, que posee un estómago simple por donde pasa rápidamente la ingesta, ocurriendo allí y en el intestino delgado la absorción de aminoácidos, azúcares, grasas, vitaminas y algunos minerales en un lapso de dos horas, tiempo menor al detectado en conejos; por lo que se infiere que el cuy digiere proteínas y lípidos 4 a 19% menos que el conejo (citado por Sandoval, 2013).

Los cuyes realizan la ingestión de las heces blandas (cecotrofía) como un mecanismo de compensación biológica. La ingestión de los cecotrófos posibilita aprovechar la proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego, así como reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado (Vargas & Yupa, 2011, citado por López, 2018).

2.2.3.2. Nutrición del cuy

La nutrición del cuy juega un rol muy importante por tratarse de una especie muy susceptible a enfermedades, el conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes permite poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento, reproducción. Pero la falta de información permite que haya una tasa de morbilidad muy alta, los requerimientos nutritivos deben estar sujetos a ciertos parámetros para poder lograr un incremento en la producción de cuy (Acosta, 2012; citado por Gutierrez, Ramos, & Soscue, 2020).

Tabla 1: Requerimientos Nutricionales del Cuy (Base seca)

Nutrientes	Unidad	Etapa
		Crecimiento
Proteína	(%)	18.0
Fibra	(%)	15.0
Calcio	(%)	0.8
Fosforo	(%)	0.4
Magnesio	(%)	0.1
Potasio	(%)	0.5
Vitamina C	(mg)	200

Fuente: National Research Council, (1995).

2.2.4. Digestibilidad

En los experimentos de digestibilidad, el alimento en estudio se suele administrar en cantidades conocidas, determinándose la excreción fecal. Se emplean varios animales, debido, a que los animales, aunque sean de la misma especie, edad y sexo, presentan pequeñas diferencias en su capacidad digestiva, y, porque las repeticiones permiten identificar los posibles errores en las determinaciones (Mc Donald, 1991).

En los experimentos con animales mamíferos, es preferible hacer uso de animales machos, ya que resulta más fácil la recogida independiente de las heces y la orina en los primeros, deben ser dóciles y tener una de buena salud (Mc Donald, 1991) . Los animales de pequeño tamaño como el cuy o conejo se mantienen en jaulas metabólicas que permita la separación de heces y orina por medio de una serie de rejillas (McDonald et al., 1999).

2.2.4.1. Digestibilidad Aparente

Existen muchos métodos para evaluar la digestibilidad de las materias primas que son empleadas en las dietas ofrecidas a los animales, dentro de los cuales están los métodos in vivo directos como la recolección total de heces, indirectos cuando se usan indicadores; métodos in situ como la canulación ileal y finalmente los métodos in vitro en los cuales se emplean enzimas y técnicas de fermentación; los diferentes métodos difieren en precisión y mecanismos empleados para determinar los coeficientes de digestibilidad (Osorio, Giraldo, & Narváez, 2012).

2.2.4.2. Digestibilidad Verdadera

Con el fin de obtener información más precisa al verdadero aprovechamiento de los nutrientes por parte del animal, se establece el concepto de digestibilidad verdadera donde se tiene en cuenta en los cálculos, los valores endógenos, ya que se reconoció que parte de los nutrientes que se encuentran en las heces se derivan del animal y no son residuos del alimento (Maynard, 1986; Osorio, Giraldo, & Narváez, 2012).

La digestibilidad verdadera se puede calcular teniendo en cuenta los aportes endógenos, con la siguiente fórmula se deben reemplazar con valores en base seca (Osorio, Giraldo, & Narváez, 2012).

$$CDV = \frac{AC \times NC - ((CH \times NE) - PE)}{AC \times NC} \times 100$$

CDV: Coeficiente de digestibilidad verdadera.

AC: Cantidad de alimento consumido.

CH: Cantidad de heces.

NC: Concentración del nutriente consumido.

NE: Concentración nutriente excretado.

PE: Pérdida endógena del nutriente

2.2.4.3. Factores que afectan a la digestibilidad

La digestibilidad se ve afectada por varios factores como:

- Composición de alimentos
- Composición de la ración
- Preparación de los alimentos
- Suplementación de los alimentos con enzimas
- Factores dependientes de los animales
- Nivel de alimentación

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.5. Ubicación geográfica de la investigación

3.5.1. Lugar de Ejecución

El trabajo de investigación se llevó a cabo en un ambiente controlado denominado bioterio que se encuentra en la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco ubicada en el distrito de San Jerónimo del departamento de Cusco, a una altitud de 3220 m.s.n.m., con una temperatura promedio anual de 15° C.

3.6. Materiales y Equipos

3.6.1. Material Biológico

Se utilizaron 28 cuyes mejorados como animales experimentales, entre machos y hembras con una edad promedio de 7 semanas y un peso vivo de 750 gramos, dividiéndose en 2 grupos de 14 cuyes para la evaluación de cada insumo.

3.6.2. Materiales de campo

- Desinfectantes
- Guantes quirúrgicos
- Plumones marcadores
- Barbijos
- 01 espátula
- 01 brocha
- Palitos de Anticucho
- 02 trapos de tela
- Bata de laboratorio
- Bolsas

- Papeles bond
- 02 recipientes de plástico de 15 lt.
- Jaulas metabólicas

3.6.3. *Materiales de escritorio*

- Lapiceros
- Registro de Anotaciones
- Computadora

3.6.4. *Equipos*

- Balanza digital
- Balanza analítica
- Mufia
- Estufa
- Peletizadora
- Molino

3.6.5. *Insumos Evaluados*

Los ingredientes evaluados fueron: la Torta de Soya y el Maíz Amarillo.

3.7. Instalaciones

Los ensayos de digestibilidad se realizaron en un Bioterio (6.04 m x 4.57 m) que cuenta con dos baterías de jaulas metabólicas, cada batería consta de 14 jaulas metabólicas, donde cada jaula presenta las siguientes medidas: 25 cm de ancho x 40 cm de largo x 26 cm de altura; las mismas que cuentan con un comedero, un bebedero automático (tipo chupón) y una bandeja que facilitó la separación de las heces y la orina. Así mismo, los parámetros ambientales (temperatura (19°C - 21°C), la humedad (60% - 65%) y la ventilación) fueron controlados de forma automática, en función de las condiciones requeridas por los animales en estudio.

3.8. Metodología

3.8.1. Preparación de las dietas

Se realizó la formulación de las dietas a evaluar con el fin de conocer las cantidades de los ingredientes a utilizar en el presente estudio, para lo cual se prepararon dietas basales que contengan las cantidades de nutrientes requeridos por el cuy, haciendo uso de la tabla publicada por del NRC (1995).

Para la preparación de las dietas a evaluar se utilizó el método de sustitución del ingrediente de prueba en la dieta basal, siguiendo el procedimiento realizado por Villamide (1996).

El primer ensayo, donde se evaluó la torta de soya, se realizó la preparación de dos dietas, una dieta basal y otra que contenía al ingrediente tal como se describe a continuación:

- 100% de Dieta Basal TS
- 65% de Dieta Basal TS + 35% de Torta de Soya

La dieta basal se obtuvo realizando la mezcla de macroelementos y microelementos, los macroelementos estaban compuestos por maíz amarillo, harina de cebada, afrecho de trigo, afrecho de cebada, harina de alfalfa, melaza de caña, L-Lisina y HCJ L-Arginina; mientras que los microelementos lo componían el fosfato bicalcico ANH, cloruro sódico, bicarbonato sódico, corrector oligovita; para la preparación del alimento se realizó la mezcla por separado tanto de los macro y microelementos hasta lograr una mezcla uniforme, luego se mezclaron entre si de tal modo que se obtuvo como producto final la dieta basal, una vez obtenido la dieta basal se realizó la separación de una determinada cantidad para ser mezclado con la torta de soya, las formulas de estas dos dietas se describen en la Tabla 2:

Para el segundo ensayo, donde se evaluó el maíz amarillo, al igual que en la torta de soya se realizó la preparación de dos dietas, una dieta basal y otra que contenía al ingrediente tal como se describe a continuación:

- 100% de Dieta Basal MA
- 60% de Dieta Basal MA + 40% de Maíz Amarillo

Para este caso los macroelementos estaban compuestos por torta de soya, harina de alfalfa, afrecho de cebada, AC. de soja, melaza de caña; por otra parte, los microelementos fueron los mismos, pero en diferentes cantidades; la preparación del alimento tuvo el mismo proceso que el de la torta de soya y las fórmulas de las dietas se presentan en la Tabla 3.

Una vez lista las dietas se sometió al proceso de paletización, para lo cual se utilizó una peletizadora de la Marca Motomaqui, Modelo SKJ-150 con capacidad de 150 kg -220 kg por hora.

Tabla 2: Formulas de la Dieta Basal Correspondiente a la Torta de Soya y de la Dieta

Torta de Soya (Base Fresca)

MEZCLAS	DIETA BASAL	%	DIETA TORTA DE SOYA	%
		Mezcla Basal	96.50	Mezcla Basal
	Mezcla Corrector	3.50	Mezcla Corrector	3.50
			Torta de Soya	35.00
	Suma	100.00	Suma	100.00

MEZCLA BASAL	%	Kg	Kg
Maíz Amarillo	9.60	0.926	0.590
Harina de Cebada	36.30	3.503	2.232
Afrecho de Trigo	15.60	1.505	0.959
Afrecho de Cebada	16.00	1.544	0.984
Harina de Alfalfa	21.40	2.065	1.316
Melaza de Caña	0.73	0.070	0.045
L-Lisina HCJ	0.13	0.013	0.008
L-Arginina	0.24	0.024	0.016
Suma	100.00	9.650	6.150

MEZCLA CORRECTOR	%	Kg	Kg
Fosfato Bicalcico ANH	74.30	0.260	0.260
Cloruro Sódico	5.70	0.020	0.020
Bicarbonato Sódico	5.70	0.020	0.020
Corrector Oligovita	14.30	0.050	0.050
Suma	100.00	0.350	0.350

TOTAL, TORTA DE SOYA	0.000	3.500
TOTAL, DIETA (Kg)	10.000	10.000

Tabla 3: Formulas de la Dieta Basal Correspondiente al Maíz Grano y de la Dieta Maíz Grano (Base Fresca)

	DIETA BASAL	%	DIETA MAÍZ AMARILLO	%
MEZCLAS	Mezcla Basal	96.50	Mezcla Basal	56.50
	Mezcla Corrector	3.50	Mezcla Corrector	3.50
			Maíz Amarillo	40.00
	Suma	100.00	Suma	100.00

MEZCLA BASAL	%	Kg	Kg
Torta de Soya	31.08	2.999	1.756
Harina de Alfalfa	41.45	4.000	2.342
Afrecho de Cebada	23.75	2.292	1.342
AC. De Soja	3.11	0.300	0.176
Melaza de caña	0.61	0.059	0.034
Suma	100.00	9.650	5.650

MEZCLA CORRECTOR	%	Kg	Kg
Fosfato Bicalcico ANH	75.71	0.265	0.265
Cloruro Sódico	6.29	0.022	0.022
Bicarbonato Sódico	3.71	0.013	0.013
Corrector Oligovita	14.29	0.050	0.050
Suma	100.00	0.350	0.350
TOTAL, MAÍZ AMARILLO		0.000	4.000
TOTAL, DIETA (Kg)		10.000	10.000

3.8.2. Periodo de Adaptación y Experimental

La evaluación tuvo una duración total de 20 días distribuidos en dos periodos: Adaptación y experimental.

El periodo de adaptación tuvo una duración de 15 días. En el cual se adaptó al animal a las condiciones nuevas de manejo y a las instalaciones del bioterio, así como también al consumo del tipo de alimento (harina a pellet) y al consumo de agua, todo esto con el fin de evitar errores aleatorios. Este periodo concluyo cuando se observó que el consumo del alimento fuese estándar en todos los animales en estudio.

No obstante, es necesario resaltar que cada batería de jaulas conto con una instalación de tubería para el suministro de agua mediante chupones para cada cuy. El agua estuvo disponible todo el tiempo, adicionalmente se suministró acido ascórbico con una dosis de 1gr/litro de agua.

El periodo experimental tuvo una duración de 5 días, donde se evaluó el consumo de alimento y la producción de heces. Respecto al consumo del alimento, este se determinó por diferencia entre el alimento ofrecido al primer día, el cual se le ofreció 400 gr de alimento, y el alimento residual al 5to día. Así mismo, la colecta de heces se realizó todos los días a las 8:30 a.m., para lo cual se empleó bolsas de plástico herméticas para inmediatamente someter a congelación a -20°C, cabe señalar que dichas bolsas estuvieron debidamente rotuladas para evitar confusiones a futuro.

3.8.3. Determinaciones en Laboratorio

Tanto para el alimento como para las heces se realizó el análisis proximal por el método de Weende basado en la normativa de la AOAC (2000), donde se determinó el contenido de

materia seca, cenizas, materia orgánica y proteína, sin embargo, para los insumos además de lo ya dicho se evaluaron también lo que viene a ser fibra cruda, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno; (la MS y MO se determinó en el laboratorio de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UNSAAC, para determinar el resto de nutrientes, las muestras se derivaron al Laboratorio bromatológico del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal de la Universidad Politécnica de Valencia, España).

3.8.4. Parámetros Evaluados

3.8.4.1. Coeficientes de Digestibilidad

Las Digestibilidades de la Materia Seca (DMS), Materia Orgánica (DMO), Proteína Bruta (DPB) y Energía Bruta (DEB) de cada una de las dietas se calculó con la siguiente fórmula descrita por Crampton y Harris (1974).

$$\%CDA = \frac{NI_{(gr)} - NH_{(gr)}}{NI_{(gr)}} * 100$$

Donde:

CDA = Coeficiente de Digestibilidad

NI = Nutriente Ingerido

NH = Nutriente en las Heces

Y para el cálculo de las Digestibilidades de la Materia Seca (DMS), Materia Orgánica (DMO), Proteína Bruta (DPB) y Energía Bruta (DEB) de la Torta de soya y del Maíz Amarillo se calculó de acuerdo al método de sustitución (Villamide et al., 2001), basada en el principio de aditividad de las materias primas incluidas en las dietas. Donde la fórmula a utilizar por ejemplo para el caso de ED sería la siguiente:

$$ED_{test} = ((ED_{td} - (ED_{basal} * \%D_{basal}))/P$$

Donde:

ED_{test} = representa la energía digestible del insumo a probar.

ED_{td} = representa la energía digestible de la dieta test.

ED_{basal} = representa la energía digestible de la dieta basal.

$\%D_{basal}$ = representa el porcentaje de la dieta basal en la dieta test.

P = es la tasa de sustitución del ingrediente a probar

3.8.5. Análisis Estadístico

Para el análisis de la composición química, valores de coeficientes de digestibilidad, nutrientes digestibles y energía digestible de los insumos evaluados (torta de soya y maíz grano) en el presente estudio, se utilizó una estadística descriptiva en función de los promedios obtenidos de cada uno de los parámetros evaluados; utilizando indicadores como desviación estándar, promedio, coeficiente de variación, máximos y mínimos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición química de la Torta de Soya y del Maíz Amarillo

Los datos obtenidos del análisis proximal se describen a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 4: Análisis químico nutricional de los insumos evaluados (Base seca)

	MS (%)	MO (%)	PB (%)	EE (%)	FC (%)	Ceniza (%)	ELN (%)
Torta de Soya	93.19	92.73	53.40	2.60	8.80	7.27	27.93
Maíz Amarillo	91.90	98.69	8.68	4.20	4.82	1.31	80.99

MS: Materia Seca, PB: Proteína Bruta, FC: Fibra Cruda, MO: Materia Organiza, EE: Extracto Etéreo, ELN: Extracto Libre de Nitrógeno, EB: Energía Bruta

Realizando una revisión bibliográfica en trabajos anteriores, se observa una similitud entre los datos reportados y los datos obtenidos en el presente estudio.

En el caso de la composición química del maíz amarillo, Pita (2006), señala que el contenido de nutrientes en el maíz amarillo, depende tanto de factores intrínsecos (especie y variedad) y extrínsecos (tipo de suelo y procesado de la materia prima). El contenido de humedad y MS, suponiéndose que se realizó la cosecha del producto en el momento adecuado, varía fundamentalmente por factores extrínsecos como lo dicho por Ospina (2001), quien señala que la humedad es el factor de mayor importancia en el comportamiento del grano en el manejo de postcosecha, en especial durante su transporte, almacenamiento y procesamiento; granos con alto contenido de humedad puede causar la pérdida de este producto. Corcuera (2016) indica que el contenido de PB del maíz tiene una correlación altamente significativa y negativa

con los niveles de EE y almidón. El contenido de EE del maíz es afectado por factores ambientales en las que se desarrolló la planta, ya que Torres-Morales et.al (2010), señalan que la sequía y las condiciones del suelo son factores que influyen negativamente en la acumulación del aceite en los granos. El contenido de FC está relacionado directamente con el tamaño del grano inicial, ya que Dale (1994) señala que los granos de tamaño pequeño contienen, proporcionalmente, una mayor superficie, del cual resulta un mayor pericarpio.

La Torta de Soya es un insumo con menor variabilidad en su composición nutricional a diferencia de otras fuentes proteicas. El origen de la soja, las condiciones pre y post-cosecha y el tipo y calidad del procesado, son factores claves a considerar en este insumo (Aguirre et al, 2021). El contenido de humedad y MS se debe al manejo realizado después del proceso de obtención (transporte y almacenamiento). El contenido de PB, EE, y FC se vincula principalmente a la calidad de procesado al que fue sometido para su obtención, el contenido de PB y FC se asocia a la proporción existente de la cascarilla de la semilla de la soja haciendo que estos parámetros tengan una correlación negativa. La harina de soja descascarada tiene una mayor composición de proteína cruda que la harina de soja producida a partir de semillas de soja con cáscara (Dozier et al, 2021). El contenido de EE se relaciona al tipo de obtención del producto, mecánico o uso de solventes, siendo mediante solventes que se tiene un menor contenido final de EE (Fondevila, 2019).

4.2. Coeficientes de Digestibilidad de la Torta de Soya y del Maíz Amarillo.

Los valores de los coeficientes de digestibilidad aparente (Da) de la materia seca (MS), materia orgánica (MO) y de la proteína bruta (PB), obtenidas en el presente estudio se observan en la siguiente tabla:

Tabla 5: Valores de los coeficientes de digestibilidad de los insumos evaluados (materia seca)

	CDMS (%)	CDMO (%)	CDPB (%)
Torta de Soya	96.07	95.29	92.47
Maíz Amarillo	89.67	92.51	70.49

CDMS: Coeficiente de digestibilidad de la Materia Seca, CDMO: Coeficiente de digestibilidad de la Materia Orgánica, CDPB: Coeficiente de digestibilidad de la Proteína Bruta

En el caso de la torta soya, los datos obtenidos de CDMS, CDMO y CDPB obtenidos en el presente trabajo fueron ligeramente superiores a datos reportados en investigaciones anteriores, esto puede atribuirse a lo dicho por Fondevila (2019), que la calidad nutricional y la digestibilidad de la harina de soja depende de factores como: genética, cantidad de cascarares residuales, el proceso de extracción de aceite (fundamentalmente el cocinado (pre obtención) y el tostado (post obtención)), no obstante, en cuanto al CDPB, cabe señalar que el cuy es un animal que realiza cecotrofia lo que le permite reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanza a ser absorbido en el intestino delgado, esta acción contribuye a una mejora en la digestibilidad de los insumos alimenticios (Chauca, 1985).

Es superior a los coeficientes de digestibilidad de la Harina Integral de Soya, datos reportados por Chillpa (2022), en su experimento obtiene un CDMS, CDMO y CDPB de 74.8%, 75,24% y 77.02%, respectivamente, para cuyes en crecimiento y 80.34%, 81.08 y 86.56% para cuyes adultos, esto puede suponerse al contenido de EE que contiene la harina integral de soya, en ocasiones puede llegar a superar el 15%; ya que el exceso de lípidos en una dieta podría inhibir a los microorganismos existentes en el ciego, reduciendo así su actividad

fermentativa y por ende la digestibilidad del insumo alimenticio. (Inferido a partir de lo dicho por MC Donald, 1991 y Frias, 2022).

Para el caso del maíz amarillo, los datos obtenidos de CDMS, CDMO y CDPB varían considerablemente frente a los reportados por otros autores en trabajos anteriores, estas diferencias existentes pueden ser atribuidas lo dicho por Mc. Donald (2006) que uno de los factores que influyen en la digestibilidad de los alimentos es su composición química. No obstante, la buena digestibilidad del maíz amarillo en el cuy puede deberse a que en el ciego de este animal existe bacterias pertenecientes a la especie *Ruminococcus Bromii*, que son los responsables de la degradación del almidón resistente (AR) (Frias,2022), almidón que esta presente en el maíz y que no es digerido en muchas otras especies monogástricas.

Por último, Hidalgo y Valerio (2020) reportaron datos de CDMS de subproductos del maíz (gluten de maíz y Hominy feed) y del subproducto de trigo, en donde obtuvieron CDMS de 81.20%, 79% y 65.30% para el Hominy feed, gluten de maíz y subproducto de trigo, respectivamente, estos datos son inferiores a lo obtenido en el presente estudio, esto puede deberse a que el maíz paso por un proceso de pelletización, en donde ocurre la gelatinización del almidón (exposición térmica en presencia de agua), lo cual genera la desorganización irreversible de su estructura, permitiendo que las enzimas digestivas (amilasas) del cuy degraden con mayor facilidad, aumentando la digestibilidad y por ende su valor nutritivo (Perez & Oliva-Teles, 2001).

4.3. Nutrientes Digestibles y Energía Digestible

Tabla 6: Valores de nutrientes digestibles y energía digestible de los insumos evaluados (materia seca)

	MSD (gr/kg)	MOD (gr/kg)	PBD (gr/kg)	ED (kcal/kg)
Torta de Soya	886.80	883.60	493.80	4056.38
Maíz Amarillo	824.10	913.00	61.20	3805.34

MSD: Materia Seca Digestible, MOD: Materia Orgánica Digestible, PBD: Proteína Bruta Digestible, ED: Energía Digestible

4.3.1. Materia Seca Digestible (MSD)

El dato obtenido de MSD de la torta de soya fue mayor a los datos reportados por Padilla (2008) y por Irigoin (2016) con referente a la MSD del tarwi, que fue de 810.20 gr/kg.

En cuanto al maíz amarillo, el dato obtenido de MSD estuvo muy similar a los valores reportados por Jiménez (2007).

4.3.2. Materia Orgánica Digestible (MOD)

La materia orgánica digestible nos da una idea de la calidad de energía existente; el dato obtenido de MOD de la torta de soya también fue superior a todas las tortas de soya reportado por Padilla (2008).

Para el caso del maíz amarillo, el dato obtenido de MOD fue similar a lo reportado por Jiménez (2007), no obstante, tiene una diferencia significativa con lo reportado por Castro y Chirinos (2021) quienes obtuvieron un 763.70 gr/kg.

4.3.3. Proteína Bruta Digestible (PBD)

Para el caso de la torta de soya, el dato obtenido de PBD fue considerablemente mayor a todos los datos obtenidos por Padilla (2008) y a lo reportado por Irigoien (2016) que señala que el tarwi presenta 433.80 *gr/kg de PBD*. comparando con la PBD del conejo reportado por el FEDNA (2019), la PBD de la torta de soya en cuyes es mayor.

Para el caso del maíz amarillo, el dato obtenido de PBD fue similar a lo reportado por Jiménez (2007) y lo reportado por Castro y chirinos (2021). Por otra parte, si se compara la PBD del maíz amarillo en cuyes con la PBD en el conejo reportado por FEDNA (2019), el PBD del maíz en el cuy es mayor.

4.3.4. Energía Digestible (ED)

El valor obtenido de ED de la torta de soya es ligeramente superior a los reportados por Padilla (2008), esto puede deberse a la composición químico nutricional y al proceso de peletización que fue sometido la torta de soya evaluada, ya que el calor mejora y aumenta la digestibilidad de los alimentos y repercute en una mejor utilización de estos por parte del organismo animal (Mendoza,2017), La ED de la Harina Integral de soya es inferior al obtenido en el presente estudio, A esto se le asocia al contenido de grasa que posee este insumo haciendo que se vea afectado la digestibilidad de sus nutrientes; el FEDNA (2019) reporta la ED de la torta de soya en el conejo, habiendo demasiada diferencia con la ED en cuyes, Correa H. reporta la ED de la torta de soya para conejos, en el cual su valor es muy próximo al reportado por el FEDNA (2019), por ende inferior al obtenido en el presente estudio, esto se debe a que el cuy tiene un ciego más especializado que el del conejo.

Para el caso del maíz amarillo, el valor obtenido de ED es similar a lo reportado por Jiménez (2007) y por Castro y Chirinos (2021). El FEDNA (2019) y Martens (1988) reportaron

datos de ED del maíz amarillo en conejos, siendo muy similares sus resultados, no obstante, estos datos son inferiores a la ED del maíz en el cuy.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología trabajada en esta investigación y en función a los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

1. Los coeficientes de digestibilidad del maíz amarillo que se expende en el mercado local fueron: 89.67% de materia seca, 92.51% de materia orgánica, 70.49% de proteína y el valor de la energía digestible es de 3805.34 kcal/kg.
2. Los coeficientes de digestibilidad de la torta de soya que se expende en el mercado local fueron: 96.07% de materia seca, 95.29% de materia orgánica, 92.47% de proteína y el valor de la energía digestible es de 4056.38 kcal/kg.
3. Los valores de la composición química de la torta de soya y maíz amarillo fueron: 93.19% y 91.90% de materia seca, 92.73% y 98.69% de materia orgánica, 53.40% y 8.68% de proteína, 2.60% y 4.20% de extracto etéreo, 8.80% y 4.82% de fibra cruda, 7.27% y 1.31% de ceniza y 27.93% y 80.99% de extracto libre de nitrógeno, respectivamente.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

1. Utilizar como referencia los valores de PBD y ED de la torta de soya y del maíz amarillo para realizar la formulación de dietas para esta especie animal.
2. Seleccionar correctamente las materias primas y a los proveedores; prestando mucho énfasis en el origen, la calidad, la estabilidad, la variabilidad del valor nutricional (estacionalidad del año, condiciones almacenamiento, condiciones de transporte), riesgo de contaminación y/o adulteración.
3. Continuar realizando trabajos de investigación similares al presente estudio, con el fin de dar a conocer información de alimentos nuevos alternativos para el cuy o ir actualizando la información que se tiene.

BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C. (2005). *Official method of Analysis. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists*. Washington DC.
- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 113-120.
- Aguirre, L., Cámara, L., Fernández, Á., Fondevila, G., & Mateos, G. G. (4-15). Calidad de la fracción lipídica y proteica del porot de soja procesado. *NutriNews A.Latina*, 2021.
- Alagon, G. (1997). *Nutrición Animal*. Cusco-Perú.
- Barragan, J. I. (2015). La importancia actual de los factores antinutricionales de la soja. *NutriNews*, 92-100.
- Cabrera, O. (03 de Mayo de 2017). *Materias Primas: Pulpa blanca de maíz*. Recuperado el 16 de Junio de 2022, de nutriNews, la revista de nutrición animal: <https://nutrinews.com/materias-primas-pulpa-blanca-maiz/>
- Calderon, H. Y. (2015). Determinación de la energía metabolizable y digestible del gluten de maíz, hominy feed y subproducto de trigo en cuyes (*Cavia porcellus*). (*Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista*). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Calvopiña, A. (2018). Estudio patológico del sistema digestivo del cuy. 54.
- Carabaño, R. (1996). Valor Nutritivo de Cereales en Conejos. *FEDNA*, 23-26.
- Chauca, L. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)* (Vol. I). FAO.
- Chillpa, C. (2022). Energía y proteína digestibles de la harina integral de. *energía y proteína digestibles de la harina integral de*. universidad nacional de san antonio, Cusco.
- Dale, N. (1994). Ajustando la calidad y el valor nutricional del maíz. *Universidad Autonoma de Barcelona*, 29-29.

- Dorado, C. R. (2008). *Evaluación de la digestibilidad aparente de raciones de pastos nativos y alfalfa (Medicago sativa) en llamas (Lama glama) en la localidad de Choquenaira- La Paz*. La paz, Bolivia.
- Dozier, W. A. (10 de Agosto de 2021). *NutriNews America Latina*. Obtenido de <https://nutricionanimal.info/harina-de-soja-y-papel-en-la-alimentacion-animal/>
- Eyhérbide, G. H. (s.f.). *Bases para el manejo del Cultivo del Maíz*. Buenos Aires: Insitituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- FAO. (1997). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* . Obtenido de <https://www.fao.org/3/w6562s/w6562s00.htm>
- FEDNA. (Noviembre de 2019). *Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal*. Obtenido de <http://www.fundacionfedna.org/node/370>
- FEDNA. (2019). *Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal*. Obtenido de http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-soja-44-pb
- Fondevila, G., Cámara, L., Archs, J. L., & Mateos, G. G. (2019). Utilización de productos de Soja en Alimentación Animal. *NutriNews A. Latina*, 4-13.
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (2019). *Tablas FEDNA 2019*. Madrid-España.
- Guardia, M. M. (s.f.). Metodología de valoración nutritiva de materias primas mediante ensayos de digestibilidad en conejos. (*Tesis de Doctorado*). Universidad Politecnica de Valencia, Valencia-España.
- Gutierrez, I. N., Ramos, L. I., & Soscue, M. A. (2020). Fisiopatología del Sistema Digestivo y Necesidades Nutricionales del Cuy (*Cavia porcellus*). (*Tesis de Grado*). Universidad Antonio Nariño, Popayan-Colombia.
- Henao, S. M. (2016). Procesos de Producción de Alimentos balanceados. (*Informe para Grado*). Corporación Universitaria Lasallista, Caldia-Antioquia.

- Hidalgo, V., & Valerio, H. (2020). Digestibilidad y energía digestible y metabolizable del gluten de maiz, hominy feed y subproducto de trigo en cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigacion Veterinaria del Perú*, 1-7.
- ILSI Argentina. (2006). *Maíz y Nutrición*. Argentina.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (s.f.). *Guía técnica el Cultivo de Maíz*. El Salvador.
- Instituto Nacional de Investigación Agraria. (1994). *Investigaciones en cuyes*. Lima: INIA.
- Jara, M., Roberto Valencia, L. C., & Torres, L. (2018). Contribución al estudio anatómico e histológico. *Salud Tecnología Veterinaria*, 100-114.
- Jorge Castro, D. C. (2021). Nutritional value of some raw materials for guinea pigs (*Cavia porcellus*) feeding. *Ciencia Animal Traslacional*, 1-11.
- Liu, Y., & Preynat, A. (2014). Las carbohidrolasas mejoran el valor nutricional de la Harina de Soja. *NutriNews*, 129-134.
- Marín, D. A. (s.f.). Valoración Energetica de Alimentos. *Nutricion y Alimentacion Animal*. Cordoba, Cordoba, España.
- Maynard, L. (1986). *Nutrición Animal*. McGraw-Hill.
- Mc Donald, D. (1991). *Nutrición animal*. AR. Acribia, 456.
- McDonald, Edwards, Greenhalgh, & Morgan. (1999). *Nutrición Animal*. Mexico: ACRIBIA S.A.
- McDonald, P., Edwards, R., & Greenhalch, J. (1993). *Nutrición Animal*. Acribia S.A., 102.
- National Research Council. (1995). *Nutrient Requirements of Laboratory Animals*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NutriNews. (11 de Octubre de 2017). *NutriNews*. Obtenido de <https://nutricionanimal.info/mayor-valor-nutricional-del-maiz-reducir-costes-alimentacion/>
- NutriNews. (15 de Octubre de 2020). *NutriNews America Latina*. Obtenido de <https://nutricionanimal.info/factores-antinutricionales-y-calidad-nutricional-de-la-soja/>

- NutriNews. (05 de Agosto de 2020). *NutriNews Latinoamerica*. Obtenido de <https://nutricionanimal.info/tratamientos-de-los-cereales-para-la-alimentacion-de-monogastricos/>
- Oller, A. F. (5 de Noviembre de 2019). *Un procesado óptimo de la harina de soja tiene efectos beneficiosos a largo plazo*. Recuperado el 16 de Junio de 2022, de nutriNews, la revista de nutrición animal: <https://nutrinews.com/un-procesado-optimo-de-la-harina-de-soja-tiene-efectos-beneficiosos/>
- Ortega, I. S. (2014). Maíz (*Zea maíz*). *REDUCA (Biología). Serie botanica*, 151-171.
- Osorio, E., Giraldo, J., & Narváez, W. (2012). Metodologías para determinar la digestibilidad de los alimentos utilizados en la alimentación canina. *Veterinaria y Zootecnia*, 87-97.
- Ospina, J. (2001). *Características Físico Mecánicas y Análisis de Calidad de Granos*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Pita, M. d. (2006). Componentes nutricionales del grano de maíz. *ILSI Argentina*, 46.
- Posse, F. R. (2019). La torta de soja en Nutrición Animal. *AGROSAVIA*, 83-90.
- Jimenez, Y. d. (2007). Valoración Energética de diferentes tipos de Maíz (*Zea mays*) utilizado en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). (*Tesis de grado*). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Padilla, M. R. (2008). Valoración Energética de diferentes tipos de Soya (*Glycine max*) utilizado en la alimentación de Cuyes (*Cavia porcellus*). (*Tesis de Grado*). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.
- Robertson, J., & Soest, P. V. (1981). The detergent system of analysis. In: James, W.P.T., Theander, O. (Eds.), *The Analysis of Dietary Fibre in Food*. . *MARCEL DEKKER*, 123-158.
- Rosales, J., & Tang, T. (1996). Composición química y digestibilidad de insumos alimenticios de la zona de ucajali. *Folia Amazonica*, 13-27.

- Sánchez, F. T., Martínez, G. M., Pérez, F. P., García, J. M., & Barros, O. A. (2019). Crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) con alimento para conejos y suplementación de vitamina C. *Revista MVZ Córdoba*, 7286-7290.
- Sandoval, M. A., Jimenez, L. I., & Mejia, I. N. (2020). Fisiopatología del sistema digestivo y necesidades nutricionales del cuy (*Cavia porcellus*). (*Tesis de Grado*). Universidad Antonio Nariño, Popayan-Colombia.
- Santoma, G., Mendez, J., & Martinez, J. (s.f.). Materia Primas Utilizados en Conejos. Restricciones. *Boletín de Cunicultura*, 34-41.
- Shimada, A. (2007). *Nutrición Animal*. Mexico: Trillas.
- Soest, P. V., Robertson, J., & Lewis, B. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. . *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- Villamide, M., Maertens, L., & Blas, C. D. (2010). Feed evaluation. In: De Blas, C., Wiseman, J. *Nutrition of the rabbit*. CABI, 151-162.
- Natalia P. Vidal, Laura Roman, V.J. Shiva Swaraj, K.V. Ragavan, Senay Simsek, Jamshid Rahimi, Benjamin Kroetsch, Mario M. Martinez (2022). Enhancing the nutritional value of cold-pressed oilseed cakes through extrusion cooking. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. Vol 77. ISSN 1466-8564
- Torres-Morales B., B. Coutiño-Estrada, A. Muñoz-Orozco, A. Santacruz-Varela, A. Mejía-Contreras, S. O. Serna-Saldivar , S. García-Lara y N. Palacios-Rojas (2010). Selection for oil content in kernels of maize varieties of the Comiteco Race from. Mexico. *Agrociencia* Vol 44:679-689.

ANEXOS

Anexo 1: Diferencia del peso vivo de los animales estudiados durante el trabajo de investigación

DIETAS	CODIGO	N° CUY	P.V. Inicial	P.V. Final
D. BASAL T.S.	3HDBPTS	3 D.B.	795	838
D. BASAL T.S.	7HDBPTS	7 D.B.	878	909
D. BASAL T.S.	11HDBPTS	11 D.B.	841	884
D. BASAL T.S.	15HDBPTS	15 D.B.	788	845
D. BASAL T.S.	19HDBPTS	19 D.B.	807	856
D. BASAL T.S.	23HDBPTS	23 D.B.	816	849
D. BASAL T.S.	27HDBPTS	27 D.B.	785	850
TORTA DE SOYA	4HTS	4 T.S.	899	960
TORTA DE SOYA	8HTS	8 T.S.	853	908
TORTA DE SOYA	12HTS	12 T.S.	995	1039
TORTA DE SOYA	16HTS	16 T.S.	946	1013
TORTA DE SOYA	20HTS	20 T.S.	984	1032
TORTA DE SOYA	24HTS	24 T.S.	992	1069
TORTA DE SOYA	28HTS	28 T.S.	1028	1107
D. BASAL M.A.	4HDBMA	4 D.B.	686	749
D. BASAL M.A.	8HDBMA	5 D.B.	688	763
D. BASAL M.A.	12HDBMA	6 D.B.	615	666
D. BASAL M.A.	16HDBMA	7 D.B.	787	859
D. BASAL M.A.	20HDBMA	8 D.B.	636	684
D. BASAL M.A.	24HDBMA	9 D.B.	647	703
D. BASAL M.A.	28HDBMA	10 D.B.	470	483
MAÍZ AMARILLO	2HMA	2 M.A.	611	664
MAÍZ AMARILLO	6HMA	6 M.A.	488	549
MAÍZ AMARILLO	10HMA	10 M.A.	595	648
MAÍZ AMARILLO	14HMA	14 M.A.	615	679
MAÍZ AMARILLO	18HMA	18 M.A.	701	723
MAÍZ AMARILLO	22HMA	22 M.A.	458	519
MAÍZ AMARILLO	26HMA	26 M.A.	599	614

Anexo 2: Composición química de las dietas evaluadas (valores referenciales).

COMPOSICIÓN QUIMICA	UNIDAD	DIETA BASAL T.S.	DIETA TORTA DE SOYA	DIETA BASAL M.A.	DIETA MAÍZ AMARILLO
ED estimada	Kcal/kg	2298	2686,2	2240	2652
PB	%	11,0	23,1	21,2	15,4
LYS	%	0,51	1,19	1,03	0,67
M+C	%	0,34	0,53	0,41	0,35
THR	%	0,36	0,77	0,72	0,52
TRP	%	0,13	0,30	0,28	0,19
ARG	%	0,73	1,46	1,10	0,76
FND	%	30,6	23,4	32,0	23,7
FAD	%	14,0	11,2	18,0	11,1
LAD	%	2,31	1,61	2,60	1,65
ALMIDON	%	28,9	18,9	3,6	26,0
EE	%	1,55	1,24	3,58	2,91
Ca	%	1,12	1,08	1,54	1,20
P	%	0,80	0,91	0,76	0,73
Na	%	0,20	0,20	0,19	0,18
Cl	%	0,18	0,17	0,19	0,19

NOTA: cabe señalar que estos datos fueron calculados según la referencia bibliográfica que se tiene, ya que los valores varían por diversos factores, es por esa razón que las dietas se evaluaron nuevamente para el propósito de este trabajo de investigación.

Anexo 3: Análisis descriptivo de consumo, heces excretadas, coeficientes de digestibilidad de la materia seca (MS) y fracción digerida de las dietas por tratamiento (base seca).

Variable	Tratamientos	Media	Desviación Estándar	Coeficiente de variación	Mínimo	Máximo
Consumo de MS en gr	DBTS	241.67	33.48	13.85	177.44	278.70
	DTS	341.32	45.92	13.45	244.41	382.87
	DBMA	251.97	75.63	30.01	93.69	315.48
	DMA	224.83	21.14	9.40	201.92	264.49
Heces de MS en gr	DBTS	58.93	8.84	15.00	39.58	65.26
	DTS	58.35	9.91	16.99	41.34	70.56
	DBMA	75.69	23.99	31.69	25.69	97.69
	DMA	50.54	4.67	9.23	44.81	55.29
Digestibilidad MS%	DBTS	75.61	2.00	2.65	73.47	78.73
	DTS	82.94	1.25	1.50	81.57	85.41
	DBMA	70.22	1.28	1.82	68.85	72.58
	DMA	77.48	1.61	2.08	74.86	79.19
Digerido de MS en gr	DBTS	182.74	26.53	14.52	137.86	219.42
	DTS	282.97	37.20	13.15	203.06	312.31
	DBMA	194.33	51.78	26.65	68.00	223.17
	DMA	174.29	18.23	10.46	157.11	209.46

DBTS: Dieta basal torta de soya; **DTS:** Dieta torta de soya; **DBMA:** Dieta basal maíz amarillo; **DMA:** Dieta maíz amarillo

Anexo 4: Análisis descriptivo de consumo. heces excretadas. coeficientes de digestibilidad de la materia orgánica (MO) y fracción digerida de las dietas por tratamiento (base seca).

VARIABLE	TRATAMIENTOS	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Mínimo	Máximo
Consumo de MO en gr	DBTS	224.80	31.14	13.85	165.05	259.25
	DTS	314.90	42.36	13.45	225.49	353.24
	DBMA	236.43	70.96	30.01	87.91	296.01
	DMA	220.43	20.73	9.40	197.97	259.31
Heces de MO en gr	DBTS	52.03	7.88	15.14	34.69	57.36
	DTS	49.67	8.69	17.49	34.72	60.58
	DBMA	65.99	20.92	31.69	22.44	85.11
	DMA	44.07	4.11	9.33	39.16	48.15
Digestibilidad MO%	DBTS	76.86	1.91	2.49	74.72	79.74
	DTS	84.27	1.21	1.44	82.85	86.57
	DBMA	72.33	1.15	1.58	71.07	74.48
	DMA	79.97	1.41	1.76	77.83	81.43
Digerido de MO en gr	DBTS	172.78	24.90	14.41	130.37	206.71
	DTS	265.24	34.74	13.10	190.77	292.66
	DBMA	187.93	50.14	26.68	65.47	215.18
	DMA	176.36	18.06	10.24	158.80	211.16

DBTS: Dieta basal torta de soya; **DTS:** Dieta torta de soya; **DBMA:** Dieta basal maíz amarillo; **DMA:** Dieta maíz amarillo

Anexo 5: Análisis descriptivo de consumo. heces excretadas. coeficientes de digestibilidad de la proteína bruta (PB) y fracción digerida de las dietas por tratamiento (base seca).

VARIABLE	TRATAMIENTOS	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Mínimo	Máximo
Consumo de PB en gr	DBTS	34.15	4.73	13.85	25.07	39.38
	DTS	96.73	13.01	13.45	69.26	108.51
	DBMA	63.30	19.00	30.01	23.53	79.25
	DMA	42.74	4.02	9.40	38.39	50.28
Heces de PB en gr	DBTS	9.60	1.67	17.41	6.12	10.97
	DTS	14.83	2.74	18.47	1.35	18.62
	DBMA	12.32	3.88	31.49	4.34	17.01
	DMA	10.60	1.94	18.26	8.31	13.03
Digestibilidad PB%	DBTS	71.98	2.25	3.12	68.69	75.59
	DTS	84.71	1.48	1.74	82.84	87.07
	DBMA	80.58	1.85	2.30	78.40	83.59
	DMA	75.25	3.45	4.59	68.82	78.34
Digerido de PB en gr	DBTS	24.54	3.27	13.32	18.95	28.56
	DTS	81.90	10.80	13.19	58.92	90.91
	DBMA	56.27	15.42	27.41	19.20	66.24
	DMA	32.14	3.01	9.37	28.78	37.33

DBTS: Dieta basal torta de soya; **DTS:** Dieta torta de soya; **DBMA:** Dieta basal maíz amarillo; **DMA:** Dieta maíz amarillo

Anexo 6: Análisis descriptivo de los coeficientes de digestibilidad de la materia seca (MS). de la materia orgánica (MO). de la proteína bruta (PB) y de la energía digestible (ED) de los insumos (base seca).

Variable	Insumo	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Digestibilidad de la MS del insumo	Torta de Soya	96.07	1.91	1.99	93.31	98.53
	Maíz Amarillo	89.67	2.72	3.03	85.66	92.65
Digestibilidad de la MO del insumo	Torta de Soya	95.29	2.08	2.18	92.34	97.87
	Maíz Amarillo	92.51	2.60	2.82	88.68	95.09
Digestibilidad de la PB del insumo	Torta de Soya	92.47	1.74	1.88	90.24	95.16
	Maíz Amarillo	70.49	3.96	5.62	64.76	74.99
Digestibilidad de la EB del insumo	Torta de Soya	87.71	2.63	2.99	83.79	90.95
	Maíz Amarillo	87.86	1.53	1.74	86.20	89.67
Energía Digestible kcal/kg de MS	Torta de Soya	4056.38	121.42	2.99	3875.00	4206.15
	Maíz Amarillo	3805.34	66.26	1.74	3773.34	3883.40

Anexo 7: Composición química de las dietas ofrecidas en las evaluaciones realizadas.

	Materia Seca (%)	Ceniza (%)	Proteína Bruta (%)	Energía Bruta (kcal)
DBTS	92.90	6.98	14.13	4193.65
DTS	92.93	7.74	28.34	4205.24
DBMA	95.60	6.17	25.12	4405.15
DMA	94.80	1.96	19.1	4354.84

DBTS: Dieta Basal Torta de Soya, **DTS:** Dieta Torta de Soya, **DBMA:** Dieta Basal Maíz Amarillo, **DMA:** Dieta Maíz Amarillo

Anexo 8: Promedios de la composición química de las heces excretadas de los cuyes en las evaluaciones realizadas.

	Materia Seca (%)	Ceniza (%)	Proteína Bruta (%)	Energía Bruta (kcal)
HDBTS	94.19	11.74	16.26	4272.82
HDTS	93.87	14.94	25.45	4215.45
HDBMA	95.14	12.81	16.39	4333.49
HDMA	94.94	12.83	21.24	4562.77

HDBTS: Heces de la Dieta Basal Torta de Soya, **HDTS:** Heces de la dieta Torta de Soya, **HDBMA:** Heces de la Dieta Basal Maíz Amarillo, **HDMA:** Heces de la Dieta Maíz Amarillo