

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



“EVALUACIÓN DE HARINA DE SANGRE BOVINA Y HARINA DE ALFALFA (*Medicago sativa*) COMO FUENTES DE PROTEÍNA EN EL ALIMENTO BALANCEADO PARA CUYES (*Cavia porcellus* L.)”

TESIS

PRESENTADA POR:

WILSON ANTONIO SALCEDO HERRERA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PROMOCION: 2005 - II

PUNO – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS

“EVALUACIÓN DE HARINA DE SANGRE BOVINA Y HARINA DE ALFALFA
(*Medicago sativa*) COMO FUENTES DE PROTEÍNA EN EL ALIMENTO
BALANCEADO PARA CUYES (*Cavia porcellus* L.)”

PRESENTADA POR:

WILSON ANTONIO SALCEDO HERRERA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 26 DE DICIEMBRE DE 2017



APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

.....
Ing. M.Sc. FLORENTINO V. CHOQUEHUANCA CÁCERES

PRIMER MIEMBRO

.....
Ing. M.Sc. PABLO PARI HUARCAYA

SEGUNDO MIEMBRO

.....
Ing. SAIRE ROENFI GUERRA LIMA

DIRECTOR

.....
Ing. EDGAR GALLEGOS ROJAS

PUNO - PERU

2017

Área : Ingeniería y tecnología

Tema : Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes

DEDICATORIA

A Dios quién supo guiarme por el buen camino, dándome fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mis padres Antonio Salcedo e Irma Herrera por su apoyo incondicional, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos Paul y Bryan por estar siempre a mi lado en las buenas y malas dándome fortaleza, acompañándome en todas las batallas de mi vida, gracias por su paciencia, gracias por compartir sus vidas, pero sobre todo gracias por estar en otro momento tan importante en mi vida.

A Paolita una personita muy especial en mi vida...

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, a su plana docente y administrativa por haber contribuido en mi formación profesional.

Al Jurado dictaminador por posibilitar la ejecución de la tesis contribuyendo al desarrollo de la misma.

Al Ing. Edgar Gallegos Rojas, por su acertada conducción en la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pag.
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	13
2.1. ALIMENTOS BALANCEADOS	13
2.2. HARINA DE ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>)	13
2.3. HARINA DE SANGRE	14
2.4. EL CUY (<i>Cavia porcellus</i> L.)	17
2.5. DIGESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS	18
2.6. LA CARNE	20
2.7. ANALISIS ECONÓMICO.....	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. UBICACIÓN	27
3.2. MATERIALES.....	27
3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	29
3.4. VARIABLES DE ESTUDIO	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1. DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DEL ALIMENTO BALANCEADO	38
4.2. DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DEL ALIMENTO BALANCEADO.....	43
4.3. EVALUACION DE LA INFLUENCIA DEL ALIMENTO BALANCEADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA CARNE DE CUY.....	45
4.4. DETERMINACIÓN DE LA RENTABILIDAD DEL USO DE ALIMENTO BALANCEADO DE HARINAS DE ALFALFA Y SANGRE	51
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS	64

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de alimento balanceado.....	31
Figura 2. Variación de la aceptabilidad de los tratamientos en función del color	46
Figura 3. Variación de la aceptabilidad de los tratamientos en función del olor.....	48
Figura 4. Variación de la fuerza máxima de corte entre tratamientos.....	50
Figura 5. Eficiencia productiva en base a la ganancia de peso vivo y producción de carcasa por consumo de 1 kg de alimento balanceado	53

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1: Composición del alimento balanceado en pellets para experimentación	30
Tabla 2: Indicadores económicos de rentabilidad utilizados en la investigación	36
Tabla 3: ANVA para el efecto del tipo de alimento balanceado en el consumo	38
Tabla 4: Prueba de rango múltiple Tukey para el consumo de alimento	38
Tabla 5: ANVA para el efecto del tipo de alimento balanceado en la ganancia de peso vivo.....	39
Tabla 6: Prueba de rango múltiple Tukey para la ganancia de peso vivo de los cuyes	40
Tabla 7: ANVA para el efecto del tipo de alimento balanceado en la conversión alimenticia	41
Tabla 8: Prueba de rango múltiple Tukey para la conversión alimenticia.....	41
Tabla 9: ANVA para el nivel de digestibilidad del alimento balanceado.....	43
Tabla 10: Prueba de rango múltiple Tukey para la digestibilidad del alimento balanceado.	43
Tabla 11: ANVA para el efecto del alimento balanceado en el color de carne de cuy	45
Tabla 12: Prueba de rango múltiple Tukey para el efecto del alimento balanceado en el color de carne de cuy	45
Tabla 13: ANVA para el efecto del alimento balanceado en el olor de carne de cuy.	47
Tabla 14: ANVA para el efecto del alimento balanceado en la textura de la carne de cuy	48
Tabla 15: Prueba de rango múltiple Tukey para el efecto del alimento balanceado en la textura de carne de cuy	49
Tabla 16: Costos de producción del alimento balanceado para cuyes en crecimiento según tratamiento.....	51
Tabla 17: Indicadores económicos en la producción de alimento balanceado para cuyes en crecimiento con harinas de alfalfa y sangre.....	52
Tabla 18: Ganancia de peso vivo y producción de carcasa en base al consumo de alimento balanceado.....	53

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AOAC	:	Association Official of Analytical Chemists
AMSA	:	American Meat Science Association
CIE	:	Commision Internationale de L'Éclairage
CNF	:	Carbohidratos no fibrosos
Db	:	Dieta base
DCA	:	Diseño Completamente al Azar
HS	:	Harina de sangre
ISO	:	Organización Internacional de Normalización
NPB	:	National Pork Board
NRC	:	National Research Council
NTP	:	Norma Técnica Peruana
SENASA	:	Servicio Nacional de Sanidad Agraria

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo elaborar un alimento balanceado tipo concentrado (peletizado) para cuyes, utilizando harinas de alfalfa y sangre como insumos proteicos, evaluándose el consumo, ganancia de peso conversión alimenticia y digestibilidad, así como la influencia de los insumos sobre las características organolépticas de las carcasas producidas y la rentabilidad de la elaboración del alimento balanceado, investigándose 4 tratamientos; alimento balanceado con 36% de harina de alfalfa (T1), alimento balanceado mezcla de harinas de alfalfa 18% y harina de sangre 4% (T2), alimento balanceado con harina de sangre 8% (T3), y una muestra testigo (T4), utilizándose 32 animales experimentales para las pruebas de consumo y 16 animales para la prueba de digestibilidad, haciendo uso del análisis de varianza en un diseño completamente al azar (DCA), con 4 replicas por tratamiento, comparándose los resultados con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), determinándose que si hubo diferencia significativa entre los 4 tratamientos para el consumo del alimento, con el Tratamiento 3 al cabo de 8 semanas de alimentación se logró en promedio, en consumo, ganancia de peso vivo y conversión alimenticia de 49.2 g/día, 13.8 g/día y 4.0, respectivamente en comparación a los tratamientos 2, 4 y 1 con ganancias de peso de 12.2, 11.8 y 11.6 g/día, con una conversión alimenticia de 4.6, 5.0 y 5.2 respectivamente, así también la mayor digestibilidad se logró con el Tratamiento 3 con 78.9%, seguido de T2 con 74.4%, T4 con 76.6% y finalmente T1 con 76.6%, así mismo en la evaluación organoléptica de las carcasas existió diferencia estadística en el olor y color de los tratamientos, así también para la evaluación de la textura se evaluó la resistencia a la fuerza máxima de corte, lográndose la mayor resistencia con el Tratamiento 1, con 3488.1 g/cm² seguido de T2 con 3423.4 g/cm² y T3 con 3406.6 g/cm² y finalmente el Tratamiento 4 con 3188.4 g/cm² de resistencia al corte respectivamente. La rentabilidad máxima se logró con el Tratamiento 3 respecto de los demás tratamientos.

Palabras clave: Harina de alfalfa, harina de sangre, proteína, alimento balanceado, pellets.

ABSTRACT

The objective of this research was to prepare a balanced feed type (pelleted) for guinea pigs, using alfalfa and blood flours as protein inputs, evaluating consumption, weight gain, feed conversion and digestibility, as well as the influence of inputs on the characteristics organoleptic of the carcasses produced and the profitability of the production of balanced feed, investigating 4 treatments; feed balanced with 36% alfalfa flour (T1), balanced feed mix of alfalfa flours 18% and blood flour 4% (T2), feed balanced with 8% blood flour (T3), and a control sample (T4), using 32 experimental animals for the consumption tests and 16 animals for the digestibility test, making use of the analysis of variance in a completely randomized design (DCA), with 4 replicates per treatment, comparing the results with the Tukey test. ($P \leq 0.05$), determining that if there was a significant difference between the 4 treatments for the consumption of the food, with Treatment 3 after 8 weeks of feeding was achieved on average, in consumption, live weight gain and feed conversion of 49.2 g/day, 13.8 g/day and 4.0, respectively compared to treatments 2, 4 and 1 with weight gains of 12.2, 11.8 and 11.6 g/day, with a feed conversion of 4.6, 5.0 and 5.2 respectively, as well the biggest digestibility was achieved with Treatment 3 with 78.9%, followed by T2 with 74.4%, T4 with 76.6% and finally T1 with 76.6%, likewise in the organoleptic evaluation of the carcasses there was statistical difference in the smell and color of the treatments, thus for the evaluation of the texture the resistance to the maximum cutting force was evaluated, achieving the highest resistance with Treatment 1, with 3488.1 g/cm² followed by T2 with 3423.4 g/cm² and T3 with 3406.6 g/cm² and finally Treatment 4 with 3188.4 g/cm² of cut resistance respectively. The maximum profitability was achieved with Treatment 3 compared to the other treatments.

Key words: Alfalfa flour, blood flour, protein, balanced feed, pellets.

I. INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus* L.), es un mamífero roedor originario de los Andes Suramericanos y constituye un producto alimenticio de inigualable valor, su crianza y consumo en el Perú datan de la época pre-inca, siendo la carne más consumida por la población antigua de nuestro país, extendiéndose esta práctica en gran parte de los países andinos (Muñoz, 2001).

Actualmente en el Perú se ha incrementado la producción de cuyes debido a los beneficios que representa el consumo de su carne desde el punto de vista nutricional y económico, sin embargo uno de los factores condicionantes que afecta a quienes se dedican a la crianza de cuyes, es el elevado costo del alimento balanceado de origen comercial y la poca valoración de recursos nutritivos existentes para la alimentación de esta especie (Zaldivar, 2005).

En nuestra región Puno se pueden encontrar soluciones a la falta de fuentes proteicas para la alimentación de cuyes, utilizando para ello subproductos de origen animal y materias vegetales, como fuentes de proteína en la elaboración de alimentos balanceados para cuyes, los cuales contribuirían de manera efectiva en la productividad de esta especie debido a su disponibilidad y bajo costo.

La actividad ganadera da origen al aprovechamiento cárnico mediante centros de beneficio ganadero, los cuales generan considerables volúmenes de sangre bovina la que tiene un gran valor biológico, así mismo en la región Puno en la última década se ha incrementado la producción de alfalfa, recurso alimenticio que puede ser utilizado en la producción de otras especies menores como son los cuyes (Sierra Exportadora, 2013).

Es en este contexto que en la presente investigación se plantea el uso de harina de alfalfa y harina de sangre bovina como fuentes proteicas del alimento balanceado tipo concentrado (peletizado), para cuyes en crecimiento, debido a que la utilización de un vegetal disponible en nuestro medio como es la alfalfa, (que posee un alto contenido proteico), junto a un subproducto origen animal como es la harina de sangre (la cual es posible elaborar en nuestro medio), nos ofrece una alternativa viable para la elaboración de alimentos balanceados, que pueden ser eficazmente consumidos, altamente digeridos,

mejorando las características organolépticas de la carne de cuy y económicamente rentables.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, para el presente trabajo de investigación se formularon los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el consumo de alimento balanceado con harinas de sangre y alfalfa (consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia)
- Determinar la digestibilidad del alimento balanceado con harinas de sangre y alfalfa
- Evaluar la influencia del alimento balanceado sobre las características organolépticas de la carne de cuy (color, olor y textura)
- Determinar la rentabilidad del uso de harinas de sangre y alfalfa en el alimento balanceado para alimentación de cuyes

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ALIMENTOS BALANCEADOS

Se conoce con este nombre a los alimentos que resultan de la combinación o la mezcla de varias materias primas tanto de origen animal como vegetal (especialmente de granos), que complementan la acción nutritiva de la ración alimenticia corriente. El proceso de peletizado consiste en la aglomeración de las pequeñas partículas de una mezcla, en unidades largas o comprimidos densos mediante un proceso mecánico combinado con la humedad, el calor y la presión; todo ello determina una mejora de las características de los alimentos balanceados pecuarios (Harper, 2009).

Al realizar el peletizado se asegura que los ingredientes previamente mezclados se compacten para formar un comprimido que mejora la aceptación y aprovechamiento de este por parte del animal, siendo un alimento extremadamente estable en estado seco y que se puede almacenar por largos periodos de tiempo sin degradación de los nutrientes. La alta durabilidad mecánica de los pellets extruidos, resulta en una baja producción de finos durante el manejo, transporte y alimentación (Correa, 2009).

Para elaborar un alimento balanceado para la alimentación de cuyes, se deben tomar en cuenta determinados aspectos como disponibilidad de materias primas. Las materias primas a utilizar deben ser aquellas que por alguna razón no puedan utilizarse en la alimentación del hombre, por ejemplo, los granos clasificados como desechos o de tercera calidad, subproductos de molinería y de la misma ganadería como plumas, huesos, sangre, etc (Caballero, 2010).

2.2. HARINA DE ALFALFA (*Medicago sativa*)

La alfalfa es un cultivo muy extendido especialmente en la Región Puno, la importancia del cultivo de la alfalfa va desde su interés como fuente natural de proteínas, fibra, vitaminas y minerales, además de la importante reducción energética que supone la fijación simbiótica del nitrógeno para el propio cultivo y para los siguientes cultivos (Nina, 2004).

La alfalfa es una excelente planta forrajera que proporciona elevados niveles de proteína, minerales y vitaminas de calidad, su valor energético también es muy alto estando relacionado con el valor nitrogenado del forraje, siendo además una fuente de minerales como: calcio, fósforo, potasio, magnesio, azufre, componentes que pueden ser aprovechados en la industria de los piensos balanceados para animales, en cuyo caso su forma útil es como harina de alfalfa (Soto, 2009).

La harina de alfalfa se usa para la alimentación de animales pero especialmente en el caso de los animales menores se incorpora a todas las fórmulas para roedores, tanto en los piensos compuestos completos como en los asociados a otros productos, poseyendo niveles altos de celulosa del 20 al 30% y en proteínas; aportando por otra parte muchos elementos esenciales como calcio y potasio a las dietas balanceadas (Muñoz, 2011).

2.3. HARINA DE SANGRE

La harina de sangre es un producto de la industria cárnica con un alto contenido proteico, tiene mayor utilización en alimentación de monogástricos y en rumiantes, siendo rica en uno de los aminoácidos más importantes para el desarrollo humano y animal la lisina. Este aminoácido suele ser un factor limitante en el crecimiento de muchos seres vivos y su contenido en los cereales es bajo, finalmente otra de las ventajas de la harina de sangre, es su alto coeficiente de digestibilidad (Ricci, 2012).

La lisina, así como los demás aminoácidos son utilizados por los organismos con fines anabólicos o catabólicos, estando la harina de sangre conformada por plasma, fracción celular y fracción fibrilar. El plasma contiene en solución diversas sustancias como lipoproteínas, ácidos grasos, azúcares, proteínas solubles (albúminas y globulinas) y sales minerales que aportan nutrientes importantes para la alimentación de hombres y animales (Cabrera, 2000).

Se evaluó los niveles de harina de sangre y uso de subproductos de la molienda del trigo en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en crecimiento, hallándose que el mejor incremento de peso o ganancia media diaria, se obtuvo con el tratamiento D (9HS), superior significativamente sobre los otros tratamientos (8.41 g/día). La mejor conversión

alimenticia, fue para el mismo tratamiento 5.355, es decir que para ganar 1 g de peso el cuy debe consumir 5.355 g. de alimento (Mendoza, 2002).

Otra de las ventajas de la harina de sangre, es el tener un coeficiente de digestibilidad del 75 - 99%, siendo de gran valor nutritivo por el contenido de lisina uno de los aminoácidos más importantes en nutrición animal. Este aminoácido proviene de la alimentación vegetal del ganado, además suele ser un factor limitante en el crecimiento de muchos seres vivos. Por ello, suplementar la dieta del animal con un porcentaje de harina de sangre es favorable desde el punto de vista del valor nutritivo agregado (Madrid, 1999).

Al respecto también se encontraron diferencias en consumo promedio diario de materia seca en cuyes tratados con 0, 5, 10, 15 y 20% de harina de sangre encontrando valores de 74 g, 72.5 g, 72.26 g, 73.23 g y 75.84 g de alimento consumido por día en un periodo de 55 días (Orellana et al, 2004). Así también se encontraron diferencias significativas para consumo de materia seca en promedio diario de 51.16 g y 53.72 g en dietas con 2.93 kcal/g y 18.7% proteína respectivamente (Chauca et al, 2014).

También se evaluó el efecto de la inclusión de diferentes niveles de harina de sangre (HS) de bovino (*Bos taurus*) procesada artesanalmente, en los parámetros productivos de cuyes logrando establecerse que la inclusión de 12 % de harina de sangre en la dieta logró ganancias diarias de peso vivo de 10,79 g, mejorando la eficiencia económica y rentabilidad, en 1,39 soles por kg de alimento consumido (Zamora y Callacná, 2017).

Se elaboró una dieta para cuyes con 6% de inclusión de harina de sangre, teniendo como resultado en promedio una ganancia de peso de 180,74; lográndose una conversión alimenticia de 3,58 y con un rendimiento de canal de 92,33%; además con una relación beneficio-costos de 0,8 por dólar invertido, por lo tanto es recomendable el uso de harina de sangre en la dieta de cuyes (Barreros, 2017).

Al respecto del uso de harina de sangre se encontraron mayores valores de conversiones alimenticias a un mayor nivel de inclusión de harina de sangre en la ración de cuyes, siendo el mejor valor de 7.07 (20% HS), y un valor de 8.19 para el tratamiento sin harina de sangre (Orellana et al, 2004), también se evidencia tener conversiones de 2.68 a los 56 días de vida con una alimentación mixta proteica (Chauca et al, 2014).

Al utilizar 9% de harina de sangre, se lograron beneficios económicos significativos, con un costo de producción de 9.13 unidades monetarias/cuy, logrando un beneficio neto de 11.93 y 12.99 unidades monetarias por la venta de cuyes vivos y carcasa respectivamente (Mendoza, 2002).

Se encontraron valores de 67.99% en rendimiento de carcasa en dietas conteniendo 20% HS, seguidas por 67.01% (15% HS), 66.57% (10% HS), 66.09% (5% HS) y 67.04% en dieta sin harina de sangre, sin diferencias significativas entre tratamientos al mismo tiempo afirma que con el uso de harina de sangre obtuvo retribuciones económicas de 2.5 nuevos soles con 20% HS, 2.27 nuevos soles con 15% HS, 2.11 nuevos soles con 10% HS, 1.92 nuevos soles con 5% HS y 1.51 nuevos soles (Orellana et al, 2004), así mismo se obtuvieron rendimientos promedio de carcasa en 69.7%, vísceras (22.71%), pelos (3.65%) y sangre (3.94%) (Montes, 2012).

Tanto la mioglobina como la hemoglobina son proteínas conjugadas y son las responsables del color rojo característico en la sangre, que con la exposición a la atmósfera se torna más oscuro; ambos pigmentos desempeñan funciones biológicas muy importantes. La sangre animal es una buena fuente de hierro para la fortificación de alimentos en la cual se incluye la sangre bovina, que es un subproducto que se obtiene después del sacrificio de la res y se considera apta para el consumo humano una vez que se somete previamente a un tratamiento como lo menciona (Beltran y Perdomo, 2007).

Sin embargo se debe tener especial cuidado en el uso de la harina de sangre en la alimentación de rumiantes, específicamente vacunos, ya que en el Reino Unido se presentaron casos en los que se desarrolló una patología conocida como Encefalopatía Espongiforme Bovina, la que compromete el sistema neural por consumo de productos derivados originalmente de la misma especie como son harinas de carne, vísceras, huesos y sangre de vacunos (Villegas, 2005).

La Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB) es el nombre científico de una enfermedad que es conocida coloquialmente como "enfermedad de las vacas locas" y que fue diagnosticada por primera vez en el Reino Unido en los años 80. La enfermedad está causada por un agente transmisible no convencional que es una proteína infecciosa

denominada "prion". Esta enfermedad se caracteriza por tener un periodo de incubación prolongado en torno a los 4 ó 5 años (INPPAZ, 1996).

Existen evidencias epidemiológicas que señalan que la causa primaria de infección con EEB estuvo asociada al uso de alimentos concentrados de ganado que contuvieron harina de hueso y carne de ovejas, siendo los principales países en riesgo Inglaterra, Irlanda, Escocia y Gales. No hay evidencias científicas que asocien que la EEB puede ser transmitida a los humanos desde el ganado enfermo a través de contacto físico o consumo de carne o productos lácteos (Villegas, 2005).

En Perú, mediante la Resolución Directoral N° 0016-2012-AG-SENASA-DSA del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) de fecha 28 de diciembre de 2012, se dispone la suspensión del ingreso a Perú de carne y productos que contengan carne de bovino, menudencias y vísceras de bovino, y otros productos de riesgo de esta especie, capaces de transmitir o servir de vehículos al prion de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB), procedentes de países en riesgo (SENASA, 2012).

2.4. EL CUY (*Cavia porcellus* L.)

Es un mamífero del orden de los roedores originarios de la zona andina del Perú y otros países sud americanos, cuya producción en los últimos años ha alcanzado niveles significativos para la economía de nuestro país, en los últimos 5 años su producción creció más del 50%., correspondiendo la raza más desarrollada con fines empresariales a la raza Perú, por sus cualidades productivas, su rendimiento de carcasa llega al 73% habiéndose registrado una mayor masa muscular en comparación a otras razas, representando su mayor costo productivo la alimentación, la que llega a 60 - 70% del costo final del producto (Chauca, 2005).

2.4.1. Carne de cuy

La Norma Técnica Peruana NTP 201.058. (2016), para carne y productos cárnicos; definiciones, clasificación y requisitos de las carcasas y carne de cuy (*Cavia porcellus* L.), establece que las categorías comerciales de carcasas de cuy son clasificadas de acuerdo a su peso, edad, conformación y acabado, la conformación de la carcasa se evalúa por la

relación armoniosa entre el tejido muscular y el óseo, mostrando el acabado el grado de gordura del animal determinada por la cantidad, distribución, infiltración y almacenamiento del tejido adiposo. Las carcasas, cortes y menudencias deberán proceder de animales sanos, faenados bajo inspección veterinaria y de establecimientos autorizados por la autoridad competente, debiendo tener las siguientes características organolépticas:

- Aspecto general: Deberán presentar una conformación y acabado de acuerdo a su clasificación.
- Color de la carne y de la grasa de acuerdo a su clasificación.
- Olor: Sui generis y exento de cualquier olor anormal.
- Consistencia: Firme al tacto, tanto el tejido muscular como la grasa.

2.4.2. La carcasa de cuy

Se refiere al cuerpo del animal después de haber sido faenado (operaciones realizadas para la obtención de canales o carcasas para fines de consumo humano, de acuerdo a las normas legales vigentes). En el caso de cuyes, con piel y con o sin menudencias. La conformación de la carcasa se evalúa por la relación armoniosa entre el tejido muscular y el óseo. El acabado, muestra el grado de gordura del animal determinada por la cantidad, distribución, infiltración y almacenamiento del tejido adiposo en una carcasa (NTP 201.058, 2016).

2.5. DIGESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS

Históricamente, se ha ido desarrollando métodos tendientes a medir en forma lo más precisa posible el valor nutritivo de los alimentos. En la medida que se ha ido avanzando y se han intensificado las técnicas de alimentación animal, se ha hecho más importante encontrar un método óptimo. La tecnificación experimentada por la producción animal y en especial los avances obtenidos en nutrición y alimentación animal, requieren de información cada vez más precisa y rápida respecto del valor nutritivo de los alimentos, y dentro de éste, de la digestibilidad (Nieves, 2008).

La digestibilidad de un alimento es la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone, por lo tanto, que ha sido absorbido, dicha proporción de una

dieta o de un alimento que desaparece durante su paso a través del tracto digestivo, o digestibilidad aparente, suele medirse y emplearse como un indicador del valor nutritivo (McDonald 1986).

Se realizaron estudios de comparación de digestibilidad aparente de la materia seca del sorgo grano y harina de pescado en cuyes obteniendo (84.50 y 82.37%), los cuales son datos relativamente mayores a lo obtenido con el “jipi” de quinua. Así mismo Huayhua et al (2008) menciona que la digestibilidad de la materia seca de insumos proteicos vegetales como la cascara de algodón y cascarilla de arroz en cuyes fue de 70.57 y 69.2% (Gomez et al, 1998).

Así mismo se determinó la digestibilidad del hidrolizado de harina de plumas en cuyes (*Cavia porcellus* L.) en una proporción de inclusión de dieta experimental (80% Db + 20% harina de plumas hidrolizada) obteniendo resultados de 76.66 % (Reyes y Vergara, 2012).

a) Método in vivo

La digestibilidad, se determinan generalmente mediante ensayos de balance nutritivo, utilizando animales vivos, denominado también de digestibilidad aparente por colección total de heces fecales es el que mide más exactamente la digestibilidad de un alimento, aunque presenta un leve sesgo respecto de la digestibilidad real debido al material endógeno que se elimina a través de las heces. En los estudios convencionales acerca de la digestión, los animales se confinan en un box o establo con el fin de facilitar la recolección de heces y orina (Harmon, 2007).

b) Método por diferencia

En muchos casos puede desearse evaluar la digestibilidad de una sustancia alimenticia cuando se administra mezclada con una o más sustancias, en estos casos hay que determinar la digestibilidad por diferencia. El método consiste en determinar previamente el alimento que va a acompañar el alimento problema, generalmente el alimento base es un forraje al cual se le determina la digestibilidad. La digestibilidad del alimento problema se calcula por diferencia entre la digestibilidad total de la ración y la digestibilidad del alimento conocido (Harmon, 2007).

c) Método del Indicador

Existen ocasiones en que por falta de material apropiado, personal o por la naturaleza del ensayo, es imposible controlar la ingestión de comida o la excreción de heces o ambas cosas. Este es el caso, en que se alimenta a los animales en grupo donde no se puede precisar la cantidad ingerida por cada uno, en estos casos es posible calcular la digestibilidad si el alimento contiene alguna sustancia que sea totalmente indigestible, midiendo su concentración en el alimento y en pequeñas muestras de heces de cada animal; la relación que exista entre estas concentraciones nos da una medida de la digestibilidad (Mc Donald, 1986).

2.6. LA CARNE

Se denomina carne a la estructura compuesta por fibra muscular estriada, acompañada o no de tejido conectivo, grasa, fibras nerviosas, vasos linfáticos y sanguíneos, de las especies animales autorizadas para el consumo humano. La calidad de este producto obedece a un sin número de factores que incluyen la raza, la localización anatómica, el sistema de producción, el tipo de sacrificio y procesamiento, así como el sistema de comercialización, entre otros (Pérez y Ponce, 2013).

2.6.1. El color de la carne

El color es una de las principales características organolépticas de la carne, es el principal atributo que influye en la decisión de compra, dado que el consumidor asocia el color con el grado de frescura y calidad del producto, al igual que otros materiales no metálicos, al incidir un rayo de luz en su superficie se produce una reflexión difusa, esa reflexión es lo que se define como el color. El color percibido ha sido definido por CIE (Comisión Internationale de L'Éclairage) como el atributo visual que se compone de una combinación cualquiera de componentes cromáticos y acromáticos (Anzaldúa, 2009).

La calidad de un producto se define por los atributos que el consumidor percibe como deseables a primera vista, funciona como medida visual de frescura y calidad, esta característica es un aspecto que determinará en el consumidor el valor del producto, ya que este lo relaciona con la calidad y establece relaciones color-frescura y por lo tanto color

calidad, siendo el único criterio que el consumidor puede usar al momento de la compra para poder juzgar la aceptabilidad de la mayoría de carne, siempre y cuando no exista otro factor más influyente (Koshigawa, 2016).

En el caso de la carne, el color es una de las características más importantes, ya que influye en la aceptabilidad del producto (Mohan, 2009). El consumidor asocia este atributo con el sabor, la ternura, la sanidad, el tiempo de almacenamiento, e incluso con el valor nutricional (Zohu, 2010). Wilmer et al., (2010), mencionan que el color es el aspecto primordial que los consumidores evalúan como indicador de calidad por encima de otras como el precio. Si el consumidor considera que el color es inaceptable el resto de los atributos pierde importancia (Oyagüe, 2007).

Las mediciones de color en la carne cruda son afectadas por la nutrición del animal, la velocidad de enfriamiento de la canal, el tipo de músculo, la orientación de las fibras, el pH del músculo, el tiempo y la temperatura de almacenamiento post-mortem, el tiempo de exposición del músculo al oxígeno, el grado y la distribución del marmoleo, la humedad y brillo de la superficie y la concentración de mioglobina. (AMSA, 1992 y National Pork Board, 2000).

Desde el punto de vista sanitario el color de la carne permite la detección de ciertas anomalías o defectos de calidad e inocuidad que puedan presentar los alimentos, es decir, que el consumidor utiliza las variaciones de color como indicador de frescura y sanidad (Tapp, et al., 2011).

El color de la carne y productos cárnicos depende principalmente del contenido de mioglobina (Mb), otros compuestos que tienen un menor impacto en el color son la hemoglobina, citocromos, catalasas, vitamina B12, peroxidasas y flavinas. El contenido de Mb varía entre especies animales (bovinos 0.3-1%, porcinos 0.04-0.06 %, ovinos 0.2-0.6 %), factores como la raza, género, edad, tipo de músculo y alimentación también influyen en el contenido de este pigmento (Mohan, 2009).

Hay varios factores que alteran el color de la carne, el tipo y cantidad de pigmento (mioglobina) afectará el color de manera directa. Además hay una fuerte influencia en el color que tiene que ver con el tipo de músculo, pH y otros factores principales como la

edad (la mioglobina pierde su afinidad por el oxígeno a medida que se incrementa la edad), especie (hay diferencia con la cantidad de fibras musculares blancas y rojas debido a la especie), tipo de músculo (el ejercicio estimula la formación de mioglobina que se traduce en más color) y alimentación (a medida que se aumenta la cantidad de Fe en la dieta de 10 a 100 $\mu\text{g/g}$, aumenta el color rojo de la carne, así mismo el contenido de proteína en la dieta aumenta la cantidad de pigmentos hemínicos de la carne) como lo menciona (Oyagüe, 2007).

2.6.2. El olor de la carne

El olor es la otra característica organoléptica más importante de la carne cruda para consumo, esta debe poseer un débil olor a ácido láctico dependiendo de la especie de la que provenga. La carne de animales más viejos ofrece un olor y sabor más fuerte que la de los jóvenes, el sistema de alimentación también afecta el olor y el sabor de la carne, estas diferencias generalmente son percibidas por los consumidores cuando las carnes son cocinadas, sin embargo, la preferencia se ve influenciada por la experiencia previa y cuestiones culturales (Warris, 2003).

Para estimular las células olfatorias es necesario que las sustancias y/o componentes de los alimentos volátiles, es decir, han de desprender vapores que puedan penetrar por las fosas nasales, y que sean solubles en agua para que se disuelvan en el moco nasal y lleguen a las células olfatorias. Estas transmiten un impulso nervioso al bulbo olfatorio y de este, a los centros olfatorios de la corteza cerebral, que es donde se aprecia e interpreta la sensación (Anzaldúa, 2009).

La aparición de estos componentes también dependen del pH de la carne. De hecho, un pH alto induce una alta proporción de compuestos producto de la oxidación de los ácidos grasos, induciendo olores y sabores poco placenteros durante la cocción. La concentración de antioxidantes en la carne (alfa-tocoferol, beta-carotenos) también tiene importancia sobre el olor y sabor ya que protegen las membranas de las fibras musculares impidiendo la peroxidación de los lípidos durante el almacenamiento. Estos antioxidantes disminuyen con la utilización de granos, produciendo una mayor rancidez de la carne y acortando la vida en la estantería (Realini et al, 2004).

2.6.3. La textura de la carne

Según la norma ISO 5492:2 para carne y productos cárnicos, la textura se define como “todos los atributos mecánicos, geométricos y superficiales de un producto, perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles, visuales y auditivos”, siendo una de las características sensoriales más importantes de la carne, la cual es considerada en la evaluación de calidad por parte del consumidor, siendo la que determina en mayor medida su aceptación. (Rosenthal, 1999).

Las causas que dan lugar a la variación en la terneza de la carne son muy diversas, pero entre las más importantes se puede mencionar la especie, raza, alimentación, sistema de producción, sistema de refrigeración, congelado y maduración de la carne, el acortamiento de los sarcómeros (estado de contracción muscular), cantidad y características del tejido conjuntivo e inclusive el uso de sistemas de ablandamiento. (Anzaldúa, 2009).

La textura o terneza es la cualidad de la carne de cuy de dejarse cortar y masticar con mayor o menor facilidad, pudiéndose medir algunos de sus aspectos mediante pruebas de esfuerzo al corte, determinación de perfil de textura (TPA) o ambos, no obstante se logró determinar, que el esfuerzo de corte evaluado como medida de la terneza de la carne cruda de cuy (musculo bíceps femoral), en el primer día de beneficio, resultó en $3.11 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.07$, aumentando la terneza cuando la fuerza de corte disminuye (Kobashigawa, 2016).

La textura de la carne de cuy entre otros varía por el sexo y la edad, ofreciendo una mayor resistencia al corte cuando las muestras provienen de animales machos lo cual se atribuye al diferente nivel de engrasamiento de las canales de cuy, lográndose determinar que en análisis instrumentales de la carne de cuyes machos de 6 meses, el trabajo final (esfuerzo al corte) fue de 1620 g/cm^2 (Palacios, 2017).

La calpastatina es una enzima inhibidora de las calpaínas, principales enzimas proteolíticas del músculo esquelético, en el que las catepsinas ejercen actividad moderada. Este mecanismo es codificada por el gen CAST, este gen ha sido estudiado como candidato para explicar diferencias de origen genético en la terneza de la carne, principalmente en la especie bovina, en la cual la fuerza de corte en promedio llegó a 4.11

kg/cm², en cortes de carne de musculo longissimus dorsi de razas de bovinos carniceros como el Hereford, Aberdeen Angus y Limousin (Franco, 2008).

En experimentos de alimentación raciones se obtuvo carne más tierna en corderos alimentados con dietas de alta energía en contraste con los alimentados con baja energía; a las mismas conclusiones se llegaron alimentando a novillos, señalándose que se logran valores de terneza mayores en las canales de animales que recibieron dietas con mayor nivel proteico en alimentos balanceados. Además se afirma que dietas con grano de cereal reducen el contenido en grasa muscular disminuyendo así la terneza de la carne cocinada (Solomon y Lynch, 1998).

2.6.3.1. Evaluación de la textura

Las técnicas de evaluación de la textura propuestas deben ser capaces de discriminar adecuadamente las muestras de carne, así como cuantificar la terneza resultante, lo que puede ser llevado a cabo por métodos instrumentales, como pueden ser los mecánicos (corte, compresión, penetración, etc.), así como por métodos sensoriales (Braña et al, 2011).

El mismo autor menciona que el uso de métodos mecánicos ha sido ampliamente revisado por un gran número de autores, los cuales se pueden clasificar en tres categorías:

- Fundamentales: hacen referencia a los mecanismos que simulan bien la masticación, y la presión de los dedos; sin embargo se correlacionan muy poco con la evaluación sensorial.
- Imitativos: permiten medir los parámetros que la experiencia ha señalado que están relacionados con las percepciones sensoriales, imitando con instrumentos las condiciones a las que se somete la comida en la boca o en el plato.
- Empíricos: cubren una miscelánea de test tales como punzamiento, corte, extrusión, y otros, que aunque pobremente definidos se han encontrado bastante correlacionados con la calidad de la textura y con la evaluación sensorial.

Sin embargo también se pueden clasificar en función del tipo de deformación que se produce durante la prueba:

- Los basados en el uso de accesorios cuyo principio es el corte, los cuales son los más frecuentemente usados.
 - Warner-Bratzler: es un aparato de corte, y es considerado como un método de referencia para la comparación mediante aparatos y medidas más elaboradas, es fiable, fácil de realizar y se correlaciona bien con la evaluación del panel sensorial de la terneza de la fibra muscular.
 - Kramer: es un sistema con hojas múltiples, tiene la ventaja de efectuar medidas sobre las carnes cuando las fibras no están orientadas de una forma uniforme.
- Los basados en el uso de aparatos cuyo principio es el de compresión, que son más fáciles de utilizar que aquellos basados en el corte o cizallamiento de la carne, pudiendo establecer dos grupos:
 - De compresión lineal: este tipo de prueba se lleva a cabo con la ayuda de equipos de ensayo universales, tales como el Instron®, utilizadas corrientemente en la industria de metales y de materiales sintéticos.
 - De compresión sinusoidal: a partir de instrumentos construidos inicialmente para reproducir la masticación, cuyo aparato utilizado es una especie de “texturómetro dentadura”, constituido por mandíbulas humanas montadas sobre una articulación motorizada y una cavidad bucal artificial. Aunque posterior a este han salido otras modificaciones.

Con respecto a la textura o terneza varios autores han utilizado la fuerza de corte como un método para clasificar la carne de bovino de acuerdo con su terneza, utilizándose valores de 3.85 kg como punto de corte para clasificar la carne como suave o dura, realizándose estudios en varios músculos de bovino, mismos que clasificaron de acuerdo con los valores de esfuerzo al corte, como: muy suaves < 3.2 kg, suaves entre 3.2 y 3.9 kg y duros valores superiores a 4.0 kg (Braña, 2011).

2.6.3.2. Método de esfuerzo al corte

Para la medición de la dureza/terneza de la carne, el método más ampliamente utilizado es la determinación de esfuerzo o resistencia al corte, basado en lo propuesto por Warner-Bratzler, quien desarrollo dicha prueba la que es utilizada ampliamente para medir la dureza de la carne y productos cárnicos. En este ensayo intervienen fuerzas de tensión,

corte y compresión, en términos de estructura su interpretación es compleja ya que refleja la suma de todas las fuerzas aplicadas pero estas no se distribuyen de manera uniforme entre los componentes de la carne por lo cual los resultados obtenidos son normalmente característicos para ese producto particular. (Roudot, 2004).

2.7. ANALISIS ECONÓMICO

Para realizar un análisis económico de los costos de producción, se hace uso de los índices o indicadores económicos, siendo estos muy útiles para comparar el desempeño financiero de una empresa contra su desempeño histórico y contra los promedios de la industria (Flores, 2013).

a) La rentabilidad

La rentabilidad nos permite conocer en qué medida los costos establecidos permiten a la empresa conseguir un beneficio, siendo un indicador de la viabilidad de un emprendimiento productivo, en el cual cuanto más se aproxime la rentabilidad a 1 ó 100%, el emprendimiento es conveniente y cuanto más se aleje se deben hacer ajustes en el proceso productivo para mejorar dichos valores (Malaguera, 2015).

b) La relación beneficio costo (B/C)

Es la relación entre el valor presente de todos los ingresos de un emprendimiento económico sobre el valor presente de todos los egresos, para determinar cuáles son los beneficios por cada unidad monetaria invertida. Si la relación beneficio costo es menor a 1 el emprendimiento se rechaza, si es igual a 1 se deben hacer ajustes para incrementar el índice, por el contrario si es mayor a 1 el proyecto es rentablemente aceptable (Flores, 2013).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN

La investigación se efectuó en las instalaciones de la Universidad Nacional del Altiplano, laboratorios de Postcosecha, Nutrición animal y sala de digestibilidad, de las Facultades de Ciencias Agrarias y Medicina Veterinaria y Zootecnia, así como en las instalaciones del Instituto Superior Tecnológico Público José Antonio Encinas de Puno (granja de cuyes), durante los meses de febrero a julio del año 2017.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materia prima e insumos

a) Harina de alfalfa

Para la elaboración de harina se utilizó alfalfa (*Medicago sativa*), cosechada en periodo de prefloración y secada en tinglado, para lograr su deshidratación y posterior picado y molido con el fin de utilizar en el alimento balanceado en pellets, exenta de podredumbre y daños físicos.

b) Harina de sangre

Se utilizó harina de sangre de procedencia comercial, la que se obtiene por desecación de sangre subproducto de la industria cárnica en condiciones asépticas, para garantizar la ausencia de patógenos, adquirida en tienda de insumos para la alimentación animal, destinada para suplementar dietas animales.

c) Insumos complementarios

Los insumos adicionales para la elaboración del alimento balanceado fueron los siguientes:

- Avena heno: se utilizó heno de avena cosechada en periodo de prefloración y secada en tinglado la cual se picó y molió para su uso como insumo del alimento balanceado en pellets, exenta de podredumbre y daños físicos.
- Harina de pescado: de procedencia comercial, producto de la reducción de humedad de especies hidrobiológicas marinas por tratamiento térmico para disminuir el nivel de agua, clasificado como ingrediente para la alimentación animal (2da), exenta de olor rancio y embolsado en sacos de polipropileno laminado nuevo, de color blanco marcado con un círculo rojo indica la presencia de antioxidantes, con un peso de 50 kg / bolsa.

- Torta de soya: de procedencia comercial, como subproducto de la producción aceitera después de la extracción del aceite por medio de procedimientos mecánicos o químicos, destinada para la elaboración de dietas para consumo animal. libre de grumos y otros contaminantes, embolsada en sacos de polietileno de 40 kg / bolsa.
- Polvillo de arroz: de procedencia comercial, obtenido del proceso de blanqueado y pulido del grano de arroz, para la elaboración de alimentos para semovientes y aves, libre de adulterantes, terrones, suciedad, partículas de fierro, así como de infestación por insectos y libre de olor rancio y mohoso embolsado en sacos de polietileno de 50 kg / bolsa.
- Afrecho de trigo: de procedencia comercial, subproducto del procesamiento del trigo, compuesto principalmente por cascarilla, granos alterados y dañados, destinado para elaborar mezclas alimenticias para animales, exento de olores objetables, grumos y material contaminante embolsado en sacos de polietileno de 22 kg / bolsa.
- Harina de maíz: de procedencia comercial obtenido por molienda del grano entero de maíz híbrido amarillo, clasificado para consumo animal (2da), exento de olores objetables, grumos y material contaminante embolsado en sacos de polietileno de 45 kg / bolsa.
- Melaza de caña: de procedencia comercial, obtenido por concentración de jarabes tras la extracción de azúcar de caña, para uso en piensos, totalmente soluble en agua y con densidad de 1.4 (kg/l), distribuido en envases plásticos de 01 gal.
- Carbonato de calcio: de procedencia comercial, ofertado como piedra caliza, para uso como aditivo en dietas para animales, producto en polvo exento de impurezas 100% (CaCO_3).
- Suplemento mineral: de procedencia comercial, SUPLAMIN DIFOS suplemento mineral en polvo con alto contenido de fósforo, enriquecido con minerales y vitaminas A, D₃ y E. para la reproducción, crecimiento y producción de los animales de producción.
- Sal común: de procedencia comercial, ofertado como sal yodada para el aporte de yodo y como saborizante.
- Vitamina C: de procedencia comercial, ASCORBIL oral, reconstituyente vitamínico que contiene ácido ascórbico al 100% (Vitamina C), indicado para el tratamiento inmuno estimulante y antioxidante, administración vía agua y alimento, ofertado en bolsas de 1 kg.
- Aceite vegetal: de procedencia comercial, producto alimenticio obtenido a partir de soya oleaginosa, indicado para la alimentación humana, exento de impurezas expandido en bidones de 18 kg.

3.2.2. Animales experimentales

Para la investigación se utilizó un total de 48 animales experimentales (cuyes machos de la raza Perú), clínicamente sanos, lo cuales se distribuyeron para las pruebas de consumo 32 (de entre

318g y 358 g de peso vivo, de 3 semanas de edad en promedio), y para las pruebas de digestibilidad 16 (de entre 600g y 620g de peso vivo, de 9 semanas de edad en promedio), sometidos a observaciones sanitarias preventivas siete días antes del experimento.

3.2.3. Equipos, instrumentos y material de laboratorio

- Molino de Martillos de 4 hp de potencia, marca INNOVA
- Equipo peletizador de 2 hp de potencia, marca INNOVA
- Equipo mezclador de hélice continua de 2 hp de potencia, marca INNOVA
- Balanza de precisión marca Sartorius modelo TE 4100 (capacidad 3200 g)
- Balanza analítica marca Coboss/Houss modelo XTT23 (capacidad 250 g)
- Equipo texturómetro marca Texture Analyzer Brookfield modelo CT3
- Estufa de convección marca Casell FT 300
- Mufla de incineración marca Thermolyne 350-S
- Equipo digestor, destilador y titulador Kjeldahl (bureta/0.1ml)
- Equipo de extracción Soxhlet 250 ml
- Equipo digestor de fibra, de vaso Berzelius (1000 ml)
- Indumentaria (botas, barbijo y guantes)
- Termómetro ambiental marca Trooper 300, tolerancia -10°C a 112°C
- Cámara de digestibilidad para cobayos (capacidad 08 animales por lote),
- Bolsas de plástico colectoras U-Thyl Ziip (200 cc)
- Baldés de plástico (20 litros)
- Jarras de plástico medidoras (2 litros)
- Sacos de polietileno (capacidad 40 kg)
- Cámara digital 14 megapíxeles, 4X, marca CANON
- Computadora portátil “Laptop” marca Toshiba, Core I5

3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La investigación se llevo a cabo en tres etapas:

- a) Primera etapa: Elaboración de alimento balanceado peletizado
- b) Segunda etapa: Procedimiento experimental
- c) Tercera etapa: Métodos de Análisis

3.3.1. Primera etapa: Elaboración del alimento balanceado peletizado

Con los insumos disponibles se realizó la formulación de 03 alimentos balanceados (peletizados), con inclusión de harina de alfalfa y harina de sangre siendo comparadas con 01 una muestra (testigo), según orden establecido en Tabla 1, los mismos que fueron ofrecidos para su consumo a libre disposición en una cantidad de 60g/día por animal, en comederos, con suministro de agua ad libitum.

Tabla 1: Composición del alimento balanceado en pellets para experimentación (%)

Ingredientes %	T1 Inclusión de harina de alfalfa	T2 Inclusión de harinas de alfalfa y sangre	T3 Inclusión de harina de sangre	T4 Testigo
Harina de pescado	0.99	0.02	0.21	5.38
Torta de soya	14.00	11.61	6.15	12.65
Afrecho de trigo	9.00	9.00	14.99	24.22
Polvillo de arroz	6.58	9.58	9.22	7.00
Maíz amarillo	23.51	21.14	21.58	14.80
Melaza de caña	3.71	3.50	0.01	0.12
Aceite vegetal	3.00	3.47	3.56	3.16
Harina de sangre	0.00	4.00	8.00	0.00
Harina de alfalfa	36.00	18.00	0.00	0.00
Avena heno	1.64	17.68	33.99	31.23
Vitamina C	0.02	0.02	0.02	0.02
Suplemento mineral	1.27	1.13	0.78	0.01
Sal común	0.26	0.29	0.32	0.32
Carbonato de calcio	0.02	0.56	1.18	1.11
Total %	100.00	100.00	100.00	100.00
Extracto etéreo, %	3.06	3.62	3.90	3.34
Fibra det. neutro, %	35.86	32.34	30.58	34.10
Proteína cruda, %	14.13	16.31	17.22	15.40
Cenizas totales, %	6.31	6.03	5.89	6.17
Carb. no fibrosos, %	40.64	41.7	42.41	40.99
EB, Kcal/g	4.177	4.200	4.211	4.189

Fuente: Elaboración propia

La elaboración del alimento balanceado tipo concentrado, (peletizado), se realizó según lo descrito en la Figura 1, consiguiendo un alimento con un tamaño y forma regular que permitió su fácil manipulación a la hora de administrar a los animales.

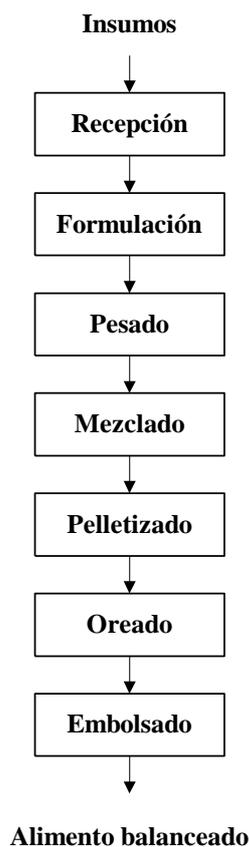


Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de alimento balanceado

Descripción:

Recepción: los insumos utilizados, en su totalidad son provenientes de establecimientos comerciales distribuidores de alimentos para la producción animal, recepcionándose productos exentos de agentes extraños. En el caso de la harina de alfalfa esta se elabora a partir de heno de alfalfa desecada en tinglado y molida en molino de martillos, cuyo diámetro de tamiz es de 0.90 mm, permitiendo el paso de partículas menores a tal diámetro, para su uso en la dieta.

Formulación: la formulación del alimento balanceado se realizó teniendo en cuenta los requerimientos nutritivos de cuyes según NRC (1995), expuesto en el Anexo F, calculándose con el software especializado MIXIT 5.3 el que combina los requerimientos específicos de la especie con los aportes nutricionales de los insumos en base a su composición proximal, adjunta en anexos E1 al E3.

Pesado: se realizó el pesado de los insumos a utilizar en cada uno de los tratamientos experimentales, en cantidades previamente establecidas en la etapa de formulación.

Mezclado: los insumos correspondientes a cada tipo de alimento balanceado fueron mezclados y homogeneizados en un mezclador de hélice continua por un tiempo aproximado de 10 minutos por batch de 50 kg, con el fin de lograr un mezclado uniforme de insumos.

Peletizado: se realizó el peletizado de los insumos, con el fin de obtener un alimento balanceado de fácil manipulación durante su administración a los animales experimentales, cuyo diámetro de dado pre formador fue de 0.6 mm.

Oreado: el alimento peletizado se oreó durante 06 horas, con el fin de eliminar la humedad y estabilizar la temperatura (12°C), para su posterior embolsado.

Embolsado: el alimento balanceado se embolsó en sacos de polietileno de 40 kg y se almacenó en ambientes secos, protegidos de factores medioambientales adversos, para su posterior uso en la alimentación de animales experimentales.

3.3.2. Segunda etapa: Procedimiento experimental

a) Determinación del consumo de alimento balanceado de harinas de alfalfa y sangre

a.1) El experimento se llevó a cabo en un galpón de cuyes, haciendo uso de 16 pozas experimentales enumeradas del 1 al 16 (de medidas 50 x 50 x 70 cm), cada una de ellas implementada con un comedero y un bebedero para la administración diaria de alimento y agua.

a.2) Previamente acostumbrados a las dietas y a los ambientes de experimentación (7 días antes), se experimentó con 32 animales (318 g - 358 g de peso vivo, de 3 semanas de edad en promedio), los que fueron distribuidos al azar en lotes de 2 animales por poza, (8 cuyes distribuidos en 4 lotes por dieta), promediándose los resultados por poza y realizándose la identificación y registro de datos individual por animal, anotándose el número de poza y el peso vivo para dar inicio al experimento.

a.3) El suministro del alimento concentrado peletizado así como la administración del agua, se realizó diariamente en cantidad de 120 g/día/poza y 300 ml/día/poza respectivamente, durante toda la etapa experimental (8 semanas), dividiendo la ración y administrándola dos veces al día a horas 8:00 hrs y 17:00 hrs, dicha cantidad fue ligeramente superior a los requerimientos volumétricos para cuyes en recría (NRC, 1995).

a.4) Diariamente antes de la administración del nuevo alimento, se pesó el alimento rechazado correspondiente al día anterior, registrando todo el consumo por cada poza, para establecer diferencias, así mismo se registró el peso vivo de cada uno de los 32 animales experimentales cada 7 días, durante 8 semanas, con ayuda de una balanza digital con sensibilidad de 1 g, las mediciones

y controles se efectuaron cuidadosamente para establecer el consumo, ganancia de peso vivo y conversión alimenticia del alimento balanceado, según las siguientes fórmulas:

$$GPV = PVf - PVi \quad (1)$$

Donde:

GPV: Ganancia de peso vivo (g)

PVf: Peso vivo final (g)

PVi: Peso vivo inicial (g)

$$CA = MSO - MSR \quad (2)$$

Donde:

CA: Consumo de alimento (g)

MSO: Materia seca ofrecida (g)

MSR: Materia seca rechazada (g)

$$CO = \frac{CA}{GPV} \quad (3)$$

Donde:

CO: Conversión alimenticia

CA: Consumo del alimento (g)

GPV: Ganancia de peso vivo (g)

b) Determinación de la digestibilidad del alimento balanceado con harinas de alfalfa y sangre

b.1) El experimento se llevo a cabo en una sala de digestibilidad, con temperatura controlada (15 °C), en jaulas de digestibilidad (de medidas 20 x 20 x 30 cm), cada una de ellas implementada con un comedero y un bebedero para la administración diaria de alimento y agua, trabajándose en 16 jaulas de digestibilidad con 16 animales experimentales (un cuy por cada jaula), con un promedio de edad de 9 semanas y 600g a 620g de peso vivo.

b.2) La digestibilidad tuvo dos periodos: acostumbramiento y colección, el período de acostumbramiento tuvo una duración de 7 días por etapa, a fin de establecer el nivel de consumo de alimento, asegurar el recambio total de alimento en el tracto y ajustar el patrón enzimático al nuevo alimento. El período de colección tuvo una duración de 7 días, durante los cuales se realizaron las mediciones cuantitativas de alimento ofrecido y rechazado, así como de heces excretadas.

b.3) El suministro del alimento así como la administración del agua, se realizó diariamente en cantidad de 90 g/día/jaula y 150 ml/día/jaula de digestión, dividiendo la ración y administrándola dos veces al día a horas 6:00 hrs y 18:00 hrs.

b.4) La colección se realizó cada 24 horas en horario fijo (6:00 hrs). Cada serie de muestras de alimentos y heces fue mezclada, molida y guardada para los análisis químicos correspondientes, realizando las mediciones del consumo de alimento, la excreción de heces y la composición de los

alimentos y de heces. La digestibilidad de la materia seca y demás nutrientes se determinó mediante la fórmula de digestibilidad para el método de colección fecal total.

$$D\% = \frac{CA - Ef}{CA} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

D%: Digestibilidad de la materia seca (%)

CA: Consumo de alimento (g)

Ef: Excreción fecal (g)

c) Evaluación de la influencia de alimento balanceado sobre las características organolépticas de la carne de cuy

c.1) Color: la determinación del color se realizó mediante una evaluación sensorial de la aceptabilidad del color de la carne de cuy, teniendo en cuenta el método recomendado por Anzaldúa (2009), utilizándose muestras de carne cruda las que fueron evaluadas por un panel de ocho jueces semi entrenados, siendo la prueba de tipo descriptiva por calificación con escala de aceptación de siete puntos, donde cada juez calificó según la aceptación que tenía la muestra codificada en una ficha de evaluación sensorial, la cual se aprecia en Anexo D. Los animales experimentales utilizados en la prueba fueron 16 (4 por tratamiento), calificando cada juez el color del cuarto posterior de la carcasa, para establecer la existencia o ausencia de diferencias estadísticas respectivas.

c.2) Olor: la determinación del olor se realizó mediante una evaluación sensorial de la aceptabilidad del olor de la carne de cuy, teniendo en cuenta el método recomendado por Anzaldúa (2009), utilizándose muestras de carne cruda las que fueron evaluadas por un panel de ocho jueces semi entrenados, siendo la prueba de tipo descriptiva por calificación con escala de aceptación de siete puntos, donde cada juez calificó según la aceptación que tenía la muestra codificada en una ficha de evaluación sensorial, la cual se aprecia en Anexo D. Los animales experimentales utilizados en la prueba fueron 16 (4 por tratamiento), calificando cada juez el color del cuarto posterior de la carcasa, para establecer, para establecer la existencia o ausencia de diferencias estadísticas respectivas.

c.3) Textura: la determinación de la textura se realizó tomando como referencia el método instrumental de Warner Bratzler (Roudot, 2004), para la medición del esfuerzo o resistencia al corte haciendo uso del equipo texturómetro CT3 - BROOKFIELD, con software Texturepro 3CT 1.6, el cual se combinó con el accesorio “sonda de corte TA7 Knife edge 60 mm W”, del kit de accesorios del equipo, donde se obtuvieron los valores de resistencia al corte (kg/cm^2), durante la ruptura completa de las muestras, realizándose una medida de la fuerza máxima de corte ejercida, realizándose el experimento de la siguiente manera:

c.3.1) Una vez transcurrida la etapa de alimentación de los animales experimentales (8 semanas), se procedió a realizar la evaluación de la textura de la carne de cuy en crudo, para establecer las características de la carne al beneficio, influenciada por los tratamientos experimentales, para lo cual se procedió a beneficiar los animales (16 cuyes).

c.3.2) Una vez obtenidas las canales, mediante disección se procedió a extraer el músculo recto femoral de cada miembro pelviano, los cuales se refrigeraron inmediatamente a 4°C en envases plásticos para evitar alteraciones por factores medioambientales, hasta el momento de su traslado a laboratorio de análisis.

c.3.3) Previo al análisis las muestras se cortaron en cubos de 1 cm de altura, 1cm de ancho y 1 cm de largo, con mucho cuidado de no dañar las piezas, con la ayuda de la pinza para recogerlas o moverlas.

c.3.4) Se colocaron las piezas en el texturómetro justo debajo de la sonda de corte, con las fibras perpendiculares a la dirección de corte del equipo, programándose en la computadora las especificaciones de corte de acuerdo a lo recomendado por las directrices para la cocina, la evaluación sensorial y las mediciones de ternura instrumental de carne fresca de animales menores, de la American Meat Science Association (AMSA, 2015), siendo las siguientes:

- Fuerza de inicio 5.0 g
- Deformación 80.0 mm
- Velocidad 1.0 mm/s

c.3.5) Luego del accionar del equipo texturómetro finalmente los datos obtenidos (4 repeticiones por animal experimental), se registraron para establecer la existencia o ausencia de diferencias estadísticas respectivas.

d) Determinación de la rentabilidad del uso de harinas de alfalfa y sangre en un alimento balanceado para la alimentación de cuyes

Para la determinación de la rentabilidad se efectuó el análisis económico de los costos de producción y la determinación de indicadores económicos, sobre la base de un lote de producción (batch 50 kg), asignándose un precio de venta de 2.30 S/. por kg de alimento balanceado según precios actuales de mercado. La determinación de indicadores económicos se realizó según lo recomendado por Flores (2015), los cuales se exponen a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2: Indicadores económicos de rentabilidad utilizados en la investigación

Indicadores económicos	Unidades
• Producción total de alimento balanceado	(kg/bach)
• Costo total de producción del alimento balanceado	S/.
• Costo unitario de producción del alimento balanceado	S/.
• Precio unitario de venta (referencia en base a precios actuales de mercado)	S/.
• Ingreso bruto total	S/.
• Ingreso neto total	S/.
• Ingreso neto unitario	S/.
• Rentabilidad	%
• Relación Beneficio/Costo	unidad

La rentabilidad se determino mediante la siguiente ecuación:

$$RE = \frac{IN}{CT} \times 100 \quad (5)$$

Donde:

RE: Rentabilidad (%)

IN: Ingreso neto (S/.)

CT: Costo total (S/.)

La relación beneficio costo se determino mediante la siguiente ecuación:

$$B/C = \frac{IB}{CT} \quad (6)$$

Donde:

B/C: Relación beneficio costo

IB: Ingreso bruto (S/.)

CT: Costo total (S/.)

3.3.3. Tercera etapa: Métodos de Análisis

a) Determinación de la composición químico proximal

La evaluación de la composición química proximal de las muestras se realizo mediante los métodos oficiales de la AOAC (1995), determinándose cenizas totales, grasa bruta, fibra detergente neutro, proteína cruda y contenido de carbohidratos no fibrosos.

b) Análisis estadístico

El diseño estadístico que se empleó para las pruebas de consumo, digestibilidad e influencia del alimento balanceado en las características organolépticas de la carne de cuy, fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), 4 x 4 (tres dietas experimentales y una dieta testigo con cuatro replicas), analizados a través de un Análisis de Varianza sometiendo las medias a la prueba de comparación múltiple de Tukey, según el siguiente modelo aditivo lineal fijo, a un nivel de significancia de 0.05 (Kuehl, 2001).

$$Y_{ij} = U + T_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Variable de respuesta

U: Media general

T_i : Variación entre grupos (dietas)

E_{ij} : Variación entre observaciones (animales experimentales)

3.4. VARIABLES DE ESTUDIO

Las variables de estudio fueron:

- El Consumo del alimento balanceado
- La digestibilidad del alimento balanceado
- Influencia del alimento en las características organolépticas de la carne de cuy
- Análisis económico de los costos de producción

Las variables de respuesta fueron:

- Consumo, ganancia de peso vivo y conversión alimenticia
- Digestibilidad aparente de materia seca
- Grado de aceptabilidad del color, olor y textura de la carne de cuy
- Rentabilidad del alimento balanceado

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DEL ALIMENTO BALANCEADO

a) Consumo de alimento

El consumo de alimento balanceado se registró diariamente, midiendo la cantidad sobrante del alimento administrado el día anterior por cada poza experimental (2 cuyes), durante las 8 semanas de experimentación, los resultados obtenidos se aprecian con más detalle en el Anexo A.1.

Tabla 3: ANVA para el efecto del tipo de alimento balanceado en el consumo

<i>Fuente de variación</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>Promedio de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor (p)</i>	<i>Valor crítico F</i>	<i>Sig. (0.05)</i>
<i>Tratamientos</i>	28.42223	3	9.47408	125.4895	0.00025	3.49029	*
<i>E. experimental</i>	0.90596	12	0.07550				
<i>Total</i>	29.32820	15					

CV: 8.12 %

De la Tabla 3, ANVA para el efecto del tipo de alimento balanceado en el consumo se observa la existencia de diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos, lo cual indica que el consumo es influido directamente por el tipo de alimento balanceado ofrecido a los animales experimentales, así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad se encuentra dentro de un rango aceptable de confiabilidad.

Tabla 4: Prueba de rango múltiple Tukey para el consumo de alimento

<i>Fuente de variabilidad</i>	<i>Consumo de alimento (g)</i>	<i>N</i>	<i>Significancia</i>
Tratamiento 1 (Inclusión de harina de alfalfa)	52.4	4	a
Tratamiento 4 (Alimento testigo)	51.2	4	b
Tratamiento 2 (Inclusión de harinas de sangre y alfalfa)	49.4	4	c
Tratamiento 3 (Inclusión de harina de sangre)	49.2	4	c

En la Tabla 4, en la prueba de rango múltiple Tukey para el consumo, se observa la existencia de diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$), en el consumo del alimento balanceado, apreciándose que el Tratamiento 1 (alimento balanceado con harina de alfalfa), fue el más consumido por los animales experimentales, con un consumo promedio de 52.4 g/día, seguido de

los tratamientos 4 y 2 (tratamiento testigo y alimento balanceado con harinas de alfalfa y sangre), con un consumo promedio de 51.2 y 49.4 g/día y finalmente el Tratamiento 3 (alimento balanceado con harina de sangre), con un consumo promedio de 49.2 g/día.

Al respecto Orellana et al (2004) reporta consumos diarios de materia seca en cuyes tratados con 0, 5, 10, 15 y 20% de harina de sangre, habiendo encontrado valores de consumo de 74 g, 72.5 g, 72.26 g, 73.23 g y 75.84 g de alimento por día en un periodo de 55 días, así mismo Chauca et al (2014) reporta consumos diarios de de materia seca de 51.16 g y 53.72 g en dietas con 18.7% proteína respectivamente. Así mismo los valores encontrados en la presente investigación están dentro de los resultados encontrados por Camino e Hidalgo (2014), quienes reportaron un consumo de materia seca de 50.4 g/día en un estudio realizado sobre el comportamiento productivo de dos genotipos de cuyes, alimentados con dos tipos de dietas, por nueve semanas a partir de 21 días de edad. Al respecto Mamani (2006), en un estudio para determinar el valor nutritivo de forrajes y su utilización en la alimentación de cuyes, encontró valores de consumo promedio de materia seca (forraje más concentrado) para alfalfa de 53.9 g/día.

b) Ganancia de peso vivo

La ganancia de peso vivo se registró al final del periodo de experimentación, transcurridas las 8 semanas, pesándose a cada animal experimental, los resultados obtenidos se aprecian con más detalle en el Anexo A.2.

Tabla 5: ANVA para el efecto del tipo de alimento balanceado en la ganancia de peso vivo

<i>Fuente de variación</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>Promedio de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor (p)</i>	<i>Valor crítico F</i>	<i>Sig. (0.05)</i>
<i>Tratamientos</i>	11.51116	3	3.83705	21.251	0.00004	3.49029	*
<i>E. experimental</i>	2.16669	12	0.18056				
<i>Total</i>	13.67785	15					

CV: 7.43 %

De la Tabla 5, ANVA para el efecto del tipo de alimento balanceado en la ganancia de peso vivo se observa la existencia de diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos, lo cual indica que la ganancia de peso vivo es influida directamente por el tipo de alimento balanceado consumido por los animales experimentales, así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad se encuentra dentro de un rango aceptable de confiabilidad.

Tabla 6: Prueba de rango múltiple Tukey para la ganancia de peso vivo de los cuyes

<i>Fuente de variabilidad</i>	<i>Ganancia de peso vivo (g)</i>	<i>N</i>	<i>Significancia</i>
Tratamiento 3 (Inclusión de harina de sangre)	13.8	4	a
Tratamiento 2 (Inclusión de harinas de sangre y alfalfa)	12.2	4	b
Tratamiento 4 (Alimento testigo)	11.8	4	b c
Tratamiento 1 (Inclusión de harina de alfalfa)	11.6	4	b c

En la Tabla 6, en la prueba de rango múltiple Tukey para la ganancia de peso vivo, se observa la existencia de diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$), en la ganancia de peso vivo, apreciándose que el Tratamiento 3 (alimento balanceado con harina de sangre) registró en promedio el mayor peso vivo 13.8 g/día, seguido de los tratamientos 2,4 y 1 (alimentos balanceados con inclusión de harina de alfalfa, combinación de harinas de alfalfa y sangre y tratamiento testigo), los cuales generaron en promedio 12.2, 11.8 y 11.6 g de ganancia de peso vivo diario respectivamente, apreciándose también que el Tratamiento 1 fue el que produjo menor ganancia de peso.

En el experimento se aprecia que el peso vivo es mayor cuando se consumió alimento balanceado con harina de sangre como insumo proteico, infiriéndose que este alimento balanceado tiene mayor calidad nutritiva por lo tanto genera mayor peso vivo. Al respecto Ricci 2012, menciona que la harina de sangre tiene un alto contenido proteico, teniendo mayor utilización en monogástricos y en rumiantes por sus características nutricionales, siendo rica en lisina, así mismo Cabrera (2000), menciona que la lisina, así como los demás aminoácidos son utilizados con fines anabólicos o catabólicos, durante la nutrición, lo que justificaría el incremento de peso vivo de los animales que consumieron el Tratamiento 3. Así mismo Zamora y Callacná (2017), reportan incremento de peso vivo, lográndose ganancias diarias de de 10,79 g, con 12 % de harina de sangre. Los valores encontrados en la presente son inferiores a lo encontrado por Rico (1998), quien evaluó dietas para cuyes en base a tarwi y torta de soya logrando una ganancia de peso vivo de 100.8 g/semana y una ganancia de peso de 14.4 g/día. Así mismo Morales et al (2011), en una evaluación sobre el comportamiento productivo de cuyes de la raza Perú, con concentrado balanceado con distintos niveles de energía, se lograron ganancias de peso vivo promedio de 77.9 g/semana, en animales de recría durante 8 semanas. Al respecto Quintana et al (2013), en un estudio realizado sobre el efecto de dietas con alfalfa verde harina de cebada y bloque mineral sobre la eficiencia productiva de cuyes, encontró ganancias de peso vivo de 419 g a las 9 semanas de edad animales de recría alimentados con forraje verde (alfalfa).

c) Conversión alimenticia

La conversión alimenticia en el experimento se obtuvo como relación del alimento consumido y la ganancia de peso vivo de los animales experimentales, los resultados obtenidos se aprecian con más detalle en el Anexo A.3.

Tabla 7: ANVA para el efecto del tipo de alimento balanceado en la conversión alimenticia

<i>Fuente de variación</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>Promedio de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor (p)</i>	<i>Valor crítico F</i>	<i>Sig. (0.05)</i>
<i>Tratamientos</i>	3.13535	3	1.04511	12.002	0.00063	3.490294	*
<i>E. experimental</i>	1.04491	12	0.08707				
<i>Total</i>	4.18027	15					

CV: 7.79 %

De la Tabla 7, ANVA para el efecto del tipo de alimento balanceado en la conversión alimenticia, se observa la existencia de diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos, lo cual indica que la conversión alimenticia es influida directamente por el tipo de alimento balanceado consumido por los animales experimentales, así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad se encuentra dentro de un rango aceptable de confiabilidad.

Tabla 8: Prueba de rango múltiple Tukey para la conversión alimenticia

<i>Fuente de variabilidad</i>	<i>Conversión alimenticia</i>	<i>N</i>	<i>Significancia</i>
Tratamiento 1 (Inclusión de harina de alfalfa)	5.2	4	a
Tratamiento 4 (Alimento testigo)	5.0	4	a b
Tratamiento 2 (Inclusión de harinas de sangre y alfalfa)	4.6	4	a b c
Tratamiento 3 (Inclusión de harina de sangre)	4.0	4	c

En la Tabla 8, en la prueba de rango múltiple Tukey para la conversión alimenticia, se observa la existencia de diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$), en la conversión alimenticia de los tratamientos, apreciándose que del Tratamiento 1 (alimento balanceado con harina de alfalfa), se consumieron 5.2 g de alimento para producir 1.0 g de peso vivo. Así mismo se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos 1 y 4 respecto del Tratamiento 3 (alimento balanceado con harina de sangre), del cual en promedio solo se consumieron 4.0 g de alimento para producir 1.0 g de peso vivo.

Al respecto Chauca et al (2014), evidencia tener conversiones de 2.68 a los 56 días de vida con una alimentación mixta. En la investigación desarrollada por Orellana et al (2004), igualmente se encontró mayores valores de conversiones alimenticias a un mayor nivel de inclusión de harina de sangre en la ración de cuyes, siendo el mejor valor de 7.07 (20% HS), y un valor de 8.19 para el tratamiento sin harina de sangre.

4.2. DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DEL ALIMENTO BALANCEADO

a) Digestibilidad aparente de la materia seca

La digestibilidad se realizó durante un período de 14 días (7 días de adaptación y 7 días de muestreo), logrando finalmente obtener la proporción digestible de cada tratamiento (%), los resultados de la prueba de digestibilidad se detallan en el Anexo B.

Tabla 9: ANVA para el nivel de digestibilidad del alimento balanceado

<i>Fuente de variación</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>Promedio de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor (p)</i>	<i>Valor crítico F</i>	<i>Sig. (0.05)</i>
<i>Tratamientos</i>	14.48832	3	4.82944	4.3179	0.02777	3.49029	*
<i>E. experimental</i>	13.42140	12	1.11845				
<i>Total</i>	27.90972	15					

CV: 8.48 %

De la Tabla 9, ANVA para el nivel de digestibilidad del alimento balanceado, se observa la existencia de diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$), entre los tratamientos lo que indica que la digestibilidad es diferente debido al tipo de alimento balanceado cuando este es consumido por los animales experimentales, así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad se encuentra dentro de un rango aceptable de confiabilidad

Tabla 10: Prueba de rango múltiple Tukey para la digestibilidad del alimento balanceado.

<i>Fuente de variabilidad</i>	<i>Digestibilidad de las dietas</i>	<i>N</i>	<i>Significancia</i>
Tratamiento 3 (Inclusión de harina de sangre)	78.9	4	a
Tratamiento 2 (Inclusión de harinas de sangre y alfalfa)	77.4	4	a b
Tratamiento 4 (Alimento testigo)	76.6	4	b c
Tratamiento 1 (Inclusión de harina de alfalfa)	76.6	4	b c

En la Tabla 10, en la prueba de rango múltiple Tukey para la digestibilidad de las dietas, se observa la existencia de diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$), entre los tratamientos, siendo el Tratamiento 3 (alimento balanceado con harina de sangre) el que presenta proporcionalmente la mayor digestibilidad de materia seca, llegando a 78.9%, seguido del Tratamiento 2 (alimento balanceado con harinas de alfalfa y sangre), con 77.4 % superando a los tratamientos 4 y 1

(tratamiento testigo y alimento balanceado con harina de alfalfa), ambos con 76.6 % de digestibilidad.

Al respecto Madrid (1999) afirma que otra de las ventajas de la harina de sangre, es que tiene un coeficiente de digestibilidad alto 75 - 90%, siendo de gran valor nutritivo por el contenido de lisina, factor limitante en el crecimiento de muchos seres vivos. Así mismo Gomez et al. (1998) realizó estudios de comparación de digestibilidad aparente de la materia seca del sorgo grano y harina de pescado en cuyes logrando 84.50 y 82.37%, valores por encima de los obtenidos con harina de sangre, así mismo Reyes y Vergara (2012), determinaron que la digestibilidad del hidrolizado de harina de plumas en cuyes en una proporción de (80% Dieta base + 20% harina de plumas hidrolizadas) logro una digestibilidad de 76.66 %.

4.3. EVALUACION DE LA INFLUENCIA DEL ALIMENTO BALANCEADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA CARNE DE CUY

a) Evaluación de la influencia del alimento balanceado en el color de carne de cuy

Los resultados de la influencia del alimento balanceado en el color de la carne de cuy se obtuvieron de la evaluación sensorial (grado de aceptación), realizada por 8 jueces que evaluaron 4 muestras de carne influenciadas por los tratamientos experimentales, como se muestra en detalle en el Anexo C.1.

Tabla 11: ANVA para el efecto del alimento balanceado en el color de carne de cuy

<i>Fuente de variación</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>Promedio de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor (p)</i>	<i>Valor crítico F</i>	<i>Sig. (0.05)</i>
<i>Tratamientos</i>	6.5	3	2.16666667	4.66666666	0.00911195	2.94668527	*
<i>E. experimental</i>	13	28	0.46428571				
<i>Total</i>	19.5	31					

CV: 9.05%

De la Tabla 11, ANVA para el efecto del alimento balanceado en el color de la carne de cuy se observa la existencia de diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) entre grupos (tratamientos), así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad se encuentra dentro del rango de poca heterogeneidad, expresando la confiabilidad del experimento.

Tabla 12: Prueba de rango múltiple Tukey para el efecto del alimento balanceado en el color de carne de cuy

<i>Fuente de variabilidad</i>	<i>Grado de aceptación del color</i>	<i>N</i>	<i>Significancia</i>
Tratamiento 1 (Inclusión de harina de alfalfa)	4.8	8	a
Tratamiento 4 (Alimento testigo)	4.3	8	a b
Tratamiento 2 (Inclusión de harinas de sangre y alfalfa)	4.0	8	a b c
Tratamiento 3 (Inclusión de harina de sangre)	3.5	8	b c d

En la Tabla 12, en la prueba de rango múltiple Tukey para el efecto del alimento balanceado sobre el color de la carne de cuy, existe diferencia estadística ($P \leq 0.05$), en la aceptabilidad de las muestras de carne, especialmente entre el Tratamiento 1 con 4.8 de aceptabilidad (alimento balanceado peletizado elaborado con harina de alfalfa y otros insumos) respecto del Tratamiento 3 con 3.5 de aceptabilidad (alimento balanceado peletizado elaborado con harina de sangre y otros

insumos), lo cual nos hace inferir que existe influencia en el grado de coloración de la carne derivada de los tratamientos experimentales.

Los resultados encontrados demuestran que el alimento ofrecido influyó en la tonalidad de la carne de cuy, haciendo que determinadas muestras fueran más aceptadas que otras, al respecto Warris (2003), mencionado por Koshigawa (2016), indica que el color es un aspecto que determinará en el consumidor el valor del producto, ya que este lo relaciona con la calidad y establece relaciones color-frescura y por lo tanto color calidad, siendo el único criterio que el consumidor puede usar al momento de la compra para poder juzgar la aceptabilidad de la mayoría de carne, siempre y cuando no exista otro factor más influyente. Así mismo Mohan (2009) menciona que el color es una de las características más importantes, influyendo en la aceptabilidad del producto, adicionalmente Zohu (2010), asegura que el consumidor asocia este atributo con el sabor, la ternura, la sanidad, el tiempo de almacenamiento, e incluso con el valor nutricional. Wilmer et al., (2010) mencionan que el color es el aspecto primordial que los consumidores evalúan como indicador de calidad por encima de otras como el precio. Además Oyagüe (2007) afirma que si el consumidor considera que el color es inaceptable el resto de los atributos pierde importancia. Finalmente se menciona que el color de la carne permite la detección de defectos de calidad e inocuidad que puedan presentar los alimentos (Tapp, et al. 2011).

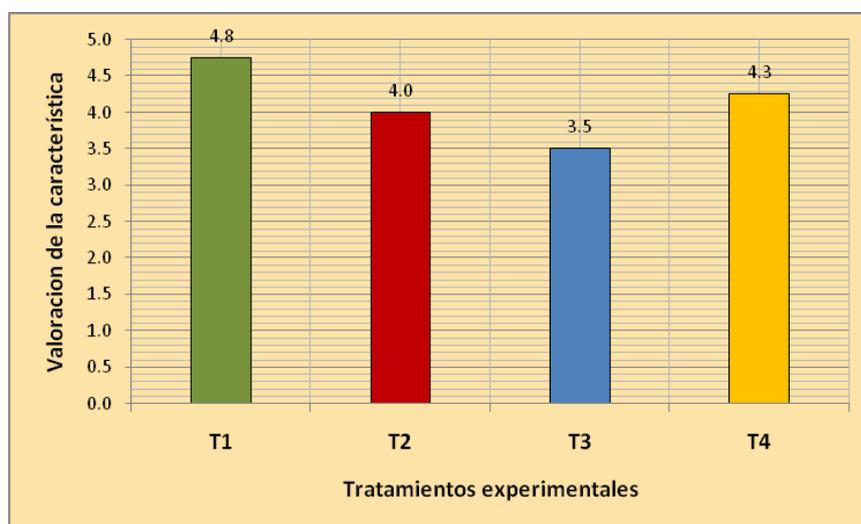


Figura 2. Variación de la aceptabilidad de los tratamientos en función del color

En la Figura 2, se puede apreciar la diferencia entre tratamientos respecto de la aceptabilidad de la característica “color”, en la que el Tratamiento 1 elaborado en base a harina de alfalfa y otros insumos fue la que obtuvo mayor aceptación por los jueces evaluadores, los cuales mencionaron que esta muestra expuso una coloración rosada brillante, siendo más atractiva respecto de las demás muestras, especialmente del Tratamiento 3 elaborado en base a harina de sangre, la cual

expuso una coloración roja oscura, no siendo preferida por los jueces. Al respecto Mohan (2009), menciona que el color de la carne y productos cárnicos depende del contenido de mioglobina y de la proporción de las diversas formas en que se encuentra este pigmento, el cual varía por diversos factores entre los que se hallan la alimentación, la especie animal, la raza, género, edad y tipo de músculo. Así mismo Oyagüe, (2007), menciona que la cantidad de mioglobina muscular se debe principalmente a cuatro factores los cuales son la edad, especie, tipo de musculo y especialmente la alimentación, ya que a medida que se aumenta la cantidad de Hierro (Fe) en la dieta de 10 a 100 $\mu\text{g/g}$ aumenta el color rojo de la carne. La sangre animal es una buena fuente de hierro para la fortificación de alimentos en la cual se incluye la sangre bovina (Beltran y Perdomo, 2007).

b) Evaluación de la influencia del alimento balanceado en el olor de carne de cuy

Los resultados de la influencia del alimento balanceado en el olor de la carne de cuy se obtuvieron de la evaluación sensorial (grado de aceptación), realizada por 8 jueces que evaluaron 4 muestras de carne influenciadas por los tratamientos experimentales, como se muestra en detalle en el Anexo C.2.

Tabla 13: ANVA para el efecto del alimento balanceado en el olor de carne de cuy

<i>Fuente de variación</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>Promedio de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor (p)</i>	<i>Valor crítico F</i>	<i>Sig. (0.05)</i>
<i>Tratamientos</i>	0.25	3	0.08333333	0.252252	0.8590512	2.9466852	ns
<i>E. experimental</i>	9.25	28	0.33035714				
<i>Total</i>	9.5	31					

CV: 7.01%

Del la tabla 13, ANVA para el efecto del alimento balanceado en el olor de la carne de cuy se observa que no existe diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) entre grupos (tratamientos), así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad se encuentra dentro del rango de poca heterogeneidad, expresando la confiabilidad del experimento.

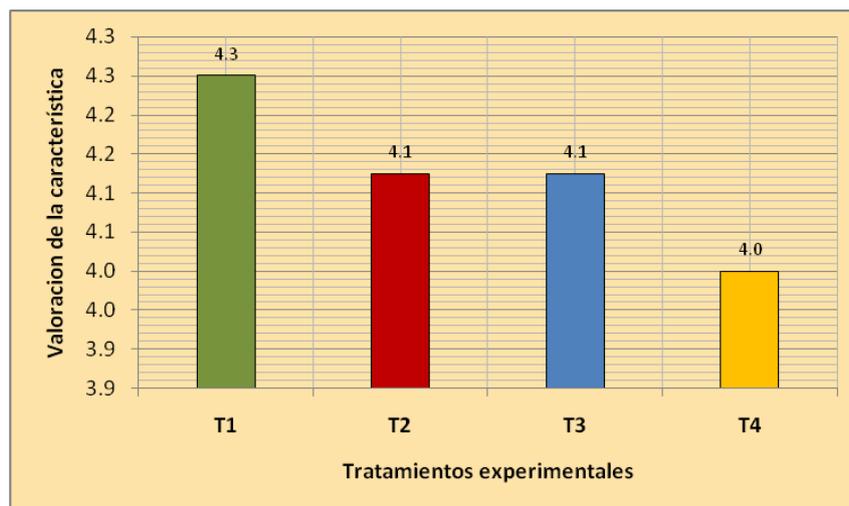


Figura 3. Variación de la aceptabilidad de los tratamientos en función del olor

En la Figura 3, se puede apreciar una diferencia aparente en la aceptabilidad de la característica olor, especialmente del Tratamiento 1, sin embargo al análisis estadístico no existen diferencias significativas entre las cuatro muestras experimentales. Al respecto Realini et al. (2004), menciona que la carne cruda presenta poco aroma y sabor, y solo cuando es cocida o calentada ambos atributos se desarrollan, especialmente en el caso de que la carne no haya sufrido alteración es difícil diferenciar las categorías basándonos en esta característica, lo cual respaldaría la inexistencia de diferencia estadística significativa en la aceptabilidad de una muestra experimental basada en el olor.

c) Evaluación de la influencia del alimento balanceado en la textura de carne de cuy

Los resultados de la influencia del alimento balanceado en la textura de la carne de cuy se obtuvieron del análisis de resistencia a la fuerza máxima de corte realizada a muestras obtenidas de 16 animales experimentales (cuatro muestras por animal), habiendo evaluado 4 replicas por tratamiento, como se muestra en detalle en el Anexo C.3.

Tabla 14: ANVA para el efecto del alimento balanceado en la textura de la carne de cuy

<i>Fuente de variación</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>Promedio de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor (p)</i>	<i>Valor crítico F</i>	<i>Sig. (0.05)</i>
<i>Tratamientos</i>	203737.79	3	67912.5977	7.8018456	0.00374287	3.49029482	*
<i>E. experimental</i>	104456.20	12	8704.68359				
<i>Total</i>	308193.99	15					

CV: 2.63%

De la tabla 14, ANVA para el efecto del alimento balanceado en la textura de la carne de cuy se observa la existencia de diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) entre grupos (tratamientos), en la resistencia a la fuerza máxima de corte (expresado en g/cm^2), así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad se encuentra dentro del rango de poca heterogeneidad, expresando la confiabilidad del experimento.

Tabla 15: Prueba de rango múltiple Tukey para el efecto del alimento balanceado en la textura de carne de cuy

<i>Fuente de variabilidad</i>	<i>Fuerza máxima de corte (g/cm^2)</i>	<i>N</i>	<i>Significancia</i>
Tratamiento 1 (Inclusión de harina de alfalfa)	3488.1	4	a
Tratamiento 4 (Alimento testigo)	3423.4	4	a b
Tratamiento 2 (Inclusión de harinas de sangre y alfalfa)	3406.6	4	a b c
Tratamiento 3 (Inclusión de harina de sangre)	3188.4	4	d

En la Tabla 15, en la prueba de rango múltiple Tukey para el efecto del alimento balanceado sobre la textura de carne de cuy, existe diferencia estadística ($P \leq 0.05$), en la Fuerza máxima de corte requerida para causar deformación a las muestras, especialmente entre el Tratamiento 3 con 3188.4 g/cm^2 (alimento balanceado peletizado elaborado con harina de sangre) respecto de los demás tratamientos, lo cual nos hace inferir que existe influencia en el grado de terneza derivada del consumo del alimento correspondiente a dicho Tratamiento.

Los resultados encontrados demuestran que el Tratamiento 3, alimento balanceado peletizado a base de harina de sangre y otros insumos, fue el tratamiento que requirió menor fuerza, respecto de los demás tratamientos (tratamiento testigo y tratamientos a base de harina de alfalfa y una combinación de harinas de alfalfa y sangre con otros insumos), así mismo se aprecia que entre los tratamientos 1, 2 y 4 no hay diferencia, siendo estos y en especial el Tratamiento 1 los que ofrecen mayor resistencia al corte, infiriéndose su menor terneza. Sin embargo a pesar de existir diferencia entre tratamientos, los valores encontrados ($3188.4 \text{ g/cm}^2 - 3488.1 \text{ g/cm}^2$), se hallan dentro de los rangos establecidos para carnes suaves, según lo mencionado por Braña et al. (2011), donde se tipifica las carnes según el esfuerzo de corte requerido como carnes muy suaves $< 3.2 \text{ kg/cm}^2$, carnes suaves entre 3.2 kg/cm^2 y 3.9 kg/cm^2 y carnes duras valores superiores a 4.0 kg/cm^2 . Al respecto Kobashigawa (2016) al evaluar el tiempo de maduración sobre la calidad de carne de cuy post faenado, menciona que el esfuerzo de corte evaluado como medida de la terneza de la carne de cuy, en muestras crudas del musculo bíceps femoral, en el primer día de beneficio, resulto en $3.11 \text{ kg/cm}^2 \pm 0.07$, valores inferiores a los encontrados en la presente investigación. Así mismo

Palacios (2017), menciona que se logró determinar que en análisis instrumentales de la carne de cuyes de 6 meses el trabajo final (esfuerzo al corte), fue de 1620 g/cm a nivel del musculo transverso. Cabe mencionar que comparativamente en especies mayores como son los bovinos, la fuerza de corte llega a 4.11 kg/cm², en cortes de carne de musculo longissimus dorsi, atribuyendo que el nivel de terneza se debe a la actividad del complejo enzimático calpaina – calpastatina y en menor grado a la presencia de catepsinas como lo mencionan (Franco y Garibotto, 2008).

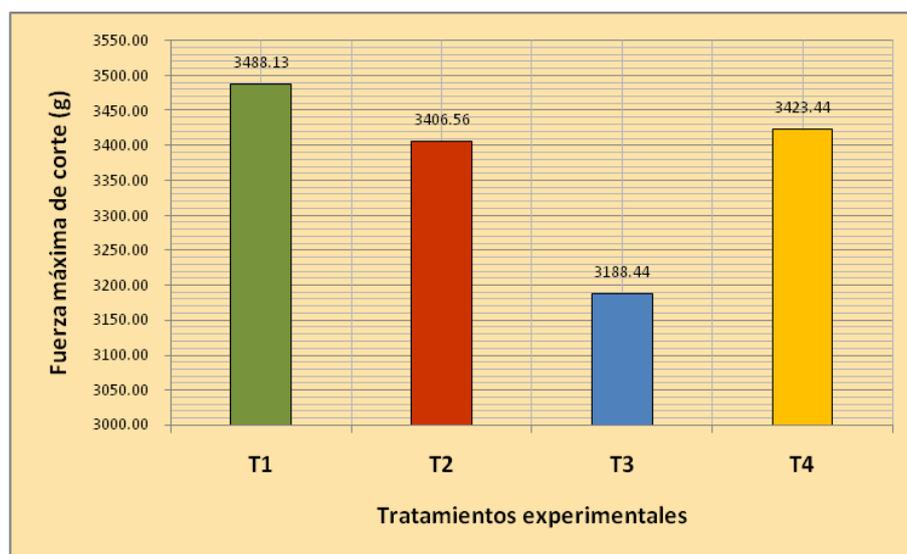


Figura 4. Variación de la fuerza máxima de corte entre tratamientos

En la Figura 4, se puede apreciar la diferencia entre tratamientos respecto de la resistencia a la fuerza de corte como una característica de la textura, en la que la muestra T3 elaborada en base a harina de sangre y otros insumos fue la que expuso mayor terneza respecto de las demás muestras, especialmente del Tratamiento 1 elaborado en base a harina de alfalfa y otros insumos lo cual probablemente esté relacionado a la grasa intramuscular, grasa subcutánea y longitud de sarcómero, que se generan debido a la alimentación, como lo mencionan Solomon y Lynch (1998), quienes refieren que raciones con elevada cantidad de elementos bastos (alfalfa) o fibrosos, consumidas por los animales, resultan en canales mas magras y con una baja terneza, contrariamente a dietas con una elevada cantidad proteico - energética que produjeron mayores valores de terneza en canales de animales que recibieron especialmente dietas con mayor nivel proteico, lo cual avalaría la diferencia existente en el presente experimento en debido al elevado valor proteico del Tratamiento 3 respecto de las demás. Finalmente la NTP 201.058 (2016) para carne y productos cárnicos; definiciones, clasificación y requisitos de las carcasas y carne de cuy, solo señala que la canal de cuy debe poseer consistencia firme al tacto, debiendo el tejido muscular poseer una distribución homogénea de la grasa.

4.4. DETERMINACIÓN DE LA RENTABILIDAD DEL USO DE ALIMENTO BALANCEADO DE HARINAS DE ALFALFA Y SANGRE

La determinación de la rentabilidad se efectuó realizando inicialmente el análisis económico de los costos de producción de cada uno de los tratamientos experimentales, para posteriormente obtener indicadores económicos que afiancen la inversión en la producción de alimento balanceado para cuyes en crecimiento. Los análisis se efectuaron tomando como referencia lotes de producción, que en la presente investigación corresponden a batch de 50.0 kg de producto producido (como se detalla en los anexos E4 al E7), según se expone a continuación en la Tabla 16.

Tabla 16: Costos de producción del alimento balanceado para cuyes en crecimiento según tratamiento

Costos por / batch 50kg	T1	T2	T3	T4
Costos variables (S/.)	79.52	78.02	72.48	72.69
* Materia prima e insumos (S/.)	77.62	76.12	70.58	70.79
* Material de envase y embalaje (S/.)	0.50	0.50	0.50	0.50
* Costo de mano de obra (S/.)	1.40	1.40	1.40	1.40
Costos fijos (S/.)	9.30	9.30	9.30	9.30
* Gastos de operación (S/.)	9.30	9.30	9.30	9.30
Costo de producción unitario/kg (S/.)	1.78	1.75	1.64	1.64
Costo de producción batch (S/.)	88.82	87.32	81.78	81.99

De la Tabla 16, se aprecia que los costos de producción del alimento balanceado en cada uno de los tratamientos es distinto, lográndose menores costos en la producción de los tratamientos T3 y T4 (alimento balanceado con harina de sangre y alimento balanceado testigo), con un costo de 1.64 S/. por kg, en comparación a los tratamientos T1 y T2 (alimento balanceado con harina de alfalfa y alimento balanceado con una mezcla de harinas de alfalfa y sangre), con un costo de producción unitario por kg de 1.78 y 1.75 S/. lo cual configura una aparente ventaja económica especialmente de los tratamientos T3 y T4.

Una vez determinados los costos de producción del alimento balanceado se procedió a simular la oferta comercial en base a precios de mercado actual para productos análogos utilizados en la alimentación de cuyes, ofertando nuestro producto a 2.3 S/. (0.71 US), por kg de alimento balanceado, lográndose los siguientes resultados detallados a continuación en la Tabla 17:

Tabla 17: Indicadores económicos en la producción de alimento balanceado para cuyes en crecimiento con harinas de alfalfa y sangre

Indicadores económicos	T1	T2	T3	T4
1. Producción total del alimento balanceado (kg/bach)	50	50	50	50
2. Costo total de producción del alimento balanceado (S/.)	88.82	87.32	81.78	81.99
3. Costo unitario de producción del alimento balanceado (S/.)	1.78	1.75	1.64	1.64
4. Precio unitario de venta (S/.)*	2.30	2.30	2.30	2.30
5. Ingreso bruto total (S/.)	115.00	115.00	115.00	115.00
6. Ingreso neto total (S/.)	26.18	27.68	33.22	33.01
7. Ingreso neto unitario (S/.)	0.52	0.55	0.66	0.66
8. Rentabilidad (%)	29.48	31.70	40.62	40.26
9. Relación Beneficio/Costo	1.29	1.32	1.41	1.40

* Referencia en base a precios actuales de mercado

De la Tabla 17, se aprecia que todo los tratamientos son rentables, sin embargo el costo unitario de producción del alimento balanceado es distinto para cada tratamiento, siendo los tratamientos T3 y T4 los que menos cuestan producir, alcanzando valores de 1.64 S/. por kg de alimento balanceado a comparación de los tratamientos T2 y T1, que alcanzaron valores de 1.75 y 1.78 S/. por kg, al respecto el MINAGRI, 2017, menciona que el precio de venta referencial de productos análogos es de entre 2.0 y 2.7 S/. kg. De la tabla se aprecia también que al simular la oferta de los tratamientos a precio constante de 2.3 S/ por kg de alimento (basado en las referencias de mercado), se lograron en los tratamientos T3 y T4 rentabilidades de 40.62 y 40.26 %, los cuales son superiores a los tratamientos T1 y T2 cuya rentabilidad es de 29.48 y 31.7%. Así mismo se puede apreciar que la relación beneficio costo el superior con el Tratamiento 3, respecto de los demás tratamientos, al respecto Malaguera (2015), menciona que la rentabilidad de un producto es indicador de la viabilidad de un emprendimiento productivo, en el cual cuanto más se aproxime la rentabilidad a 1 ó 100%, el emprendimiento es conveniente. Así mismo Orellana et al (2004) demostraron que con el uso de harina de sangre se obtuvo retribuciones económicas de 2.5 nuevos soles con 20% harina de sangre, 2.27 nuevos soles con 15% harina de sangre, 2.11 nuevos soles con 10% harina de sangre, 1.92 nuevos soles con 5% harina de sangre y 1.51 nuevos soles sin harina de sangre.

Tabla 18: Ganancia de peso vivo y producción de carcasa en base al consumo de alimento balanceado

Trat.	Ganancia de Peso vivo (g)	Consumo de alimento (kg)	Peso vivo por kg de alimento (g)	Rendimiento de carcasa (%)	Peso de carcasa por kg alimento (g)	Precio por kg alimento (S/.)
T1	650	3.20	203.4	66.2%	134.6	1.78
T2	682	3.02	225.5	67.1%	151.3	1.75
T3	770	3.01	255.7	66.8%	170.8	1.64
T4	659	3.11	211.9	65.7%	139.2	1.64

De la Tabla 18, se observa que con el Tratamiento 3, se gana un peso máximo promedio de 770 g durante las ocho semanas que duro el experimento, consumiéndose 3.01 kg de alimento balanceado en promedio, logrando una relación de consumo de un kg de alimento balanceado para la producción de 255.7 g de peso vivo, con un rendimiento de carcasa de 66.8%, lográndose la relación de consumo de un kg de alimento balanceado para la producción de 170.8 g de carcasa (según características del producto contemplado por la NTP 201.058, 2016). Al respecto Orellana et al (2004), encontró valores de 67.99% en rendimiento de carcasa en dietas conteniendo 20% de harina de sangre, seguidas por 67.01% (15% harina de sangre), 66.57% (10% harina de sangre), 66.09% (5% harina de sangre) y 67.04% en dieta sin harina de sangre, sin diferencias significativas entre tratamientos, así mismo Montes (2012), menciona tener rendimientos promedio de carcasa de para cuyes de 69.7%, vísceras (22.71%), pelos (3.65%) y sangre (3.94%), así mismo Chauca (2005), menciona que el rendimiento de carcasa para cuyes de la raza Perú es de 73% en condiciones de ambientes ideales en la costa.

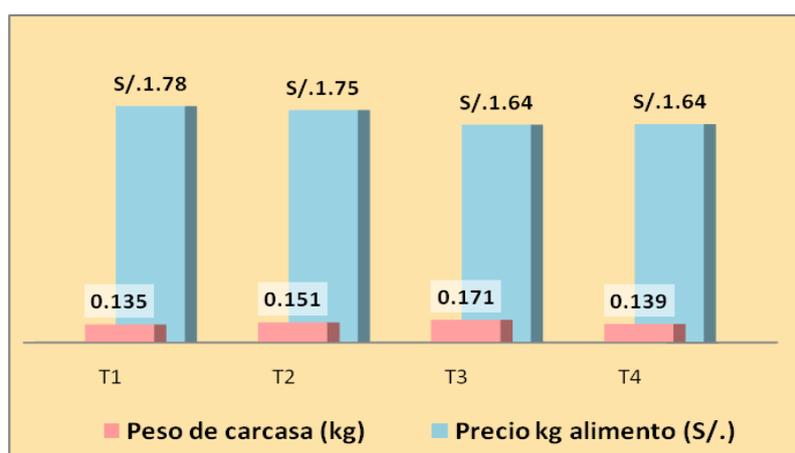


Figura 5. Eficiencia productiva en base a la ganancia de peso vivo y producción de carcasa por consumo de 1 kg de alimento balanceado

De la Figura 5, se aprecia la existencia de diferencia entre tratamientos respecto de la eficiencia del uso del alimento balanceado, notándose una mayor conformación de carcasa en el Tratamiento 3 cuyo precio por kg de alimento balanceado es 1.64 S/., así mismo se observa un menor precio del alimento por peso de carcasa producida respecto de los tratamientos 1 y 2, lo cual se traduce en una mayor eficiencia productiva respecto de los demás tratamientos, lo cual genera un menor costo de producción de cuyes y una mayor rentabilidad en la crianza por efecto del uso del alimento balanceado con harina de sangre. Al respecto Zamora y Callacná (2017), determinaron que la inclusión de harina de sangre en un 12 % en la dieta para cuyes en crecimiento mejoró la eficiencia económica y rentabilidad en 1,39 soles más con respecto al alimento balanceado sin inclusión de harina de sangre, así mismo Barreros (2017), elaboró una dieta con 6% de inclusión de harina de sangre, logrando un rendimiento de canal de 92,33%; con una relación beneficio-costos de 0,8 por dólar invertido. Mendoza, J. (2002), al utilizar 9% de harina de sangre, logró beneficios económicos significativos, por la venta de cuyes vivos y carcasa respectivamente. Orellana et al (2004) demostraron que con el uso de harina de sangre se obtuvo retribuciones económicas de 2.5 nuevos soles con 20% HS, 2.27 nuevos soles con 15% HS, 2.11 nuevos soles con 10% HS, 1.92 nuevos soles con 5% HS y 1.51 nuevos soles sin HS, resultados que indican que la harina de sangre puede constituir la principal fuente proteica de suplementos concentrados en cuyes, especie que no sería tan exigente en calidad de aminoácidos en proteína de la dieta.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye:

- El uso de harina de alfalfa, harina de sangre bovina y la mezcla de ambas en la elaboración de alimento balanceado produce diferencias significativas en el consumo de las dietas, la ganancia de peso vivo y la conversión alimenticia llegándose a valores de 49.2 g/día, 13.8 g/día y 4.0 respectivamente a las 11 semanas de edad cuando se utiliza harina de sangre como insumo proteico.
- La digestibilidad del alimento balanceado es mayor cuando se utiliza harina de sangre como insumo proteico 78.9%, respecto del uso de harina de alfalfa.
- El consumo del alimento balanceado a base de harinas de alfalfa y sangre no produce variación en el olor de las carcasas, sin embargo el color de estas es más aceptable cuando el alimento balanceado contiene harina de alfalfa, no obstante su uso produce carcasas con textura más dura respecto del uso de harina de sangre.
- El uso de harina de sangre incrementa la rentabilidad en 40.6 % en la producción de alimento balanceado debido a su bajo precio y alto nivel proteico, generando una mayor eficiencia productiva.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación se hacen las siguientes recomendaciones:

- Utilizar harina de sangre como insumo proteico en el alimento balanceado para incrementar la ganancia de peso y la conversión alimenticia en animales en crecimiento.
- Evaluar la digestibilidad del alimento balanceado con harina de sangre en animales de acabado.
- Utilizar harina de sangre por harina de alfalfa para lograr carcasas más tiernas.
- Realizar investigaciones que permitan aclarar el color de la carne de cuy cuando se utiliza harina de sangre como insumo en alimentos balanceados para esta especie.

REFERENCIAS

- AMSA. (2015). Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Savoy IL. American Meat Science Association. USDA.
- AMSA. (1992). Guidelines for meat color evaluation American Meat Science. Chicago IL: Association National Live Stock and Meat Board. American Meat Science Association. USDA.
- Anzaldúa, M. (2009). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. 2da Edición. Zaragoza, España.
- AOAC, 1995. Official methods of analysis 15th ed. Association official of analytical chemists, Arlington, VA.
- Barreros, A. (2017). Evaluación de tres niveles de proteína de harina de sangre como dieta suplementaria en la etapa de crecimiento-engorde en cuyes (*Cavia porcellus*) de la granja PRODUCUY. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Bekhit, A.E.D. y Faustman C. (2005). Metmyoglobin reducing activity. Meat Science 71:407–439.
- Braña, D. Ramirez, E. Rubio, M y Sanchez, A. (2011). Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Folleto Técnico No. 11 Octubre 2011. Delegación Coyoacán C. P. México, D.F.
- Caballero, O. (2010). Valor nutricional de productos alto andinos destinados a la alimentación de Cuyes. Huancayo – MINAG. Perú
- Cabrera, C. (2000). Valor nutricional de las harinas desangre uruguayas para la alimentación de aves de producción Editado por la Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA. Andes 1365, Piso 12. Montevideo – Uruguay.
- Camino, M. e Hidalgo, L. (2014). Evaluación de dos genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde. Departamento de Nutrición, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

- Cárdenas, L. (2012). Teoría de costos en la microempresa agropecuaria. Editora Apolo – Imprenta Mayor. Bellville, Argentina.
- Castro V. M. (2009). Evaluación del grado de terneza en muestras del músculo Longissimus dorsi thoracis de canales bovinas a diferentes edades cronológicas, utilizando la fuerza de corte Warner-Bratzler en línea de producción. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
- Correa, H. (2009). Determinación de la digestibilidad de insumos proteicos, energético y fibrosos en dietas para animales. Editorial Acribia. Barcelona – España.
- Chauca, L. (2005). Producción de cuyes. Paquete tecnológico para la producción de cuyes en peru. Instituto Nacional de Investigación Agraria. lchauca@inia.gob.pe, redcuyes@inia.gob.pe. Lima Peru.
- Chauca L; Rosa H; Juan M. (1995). Caracterización de la carcasa de seis genotipos de cuyes. Instituto de Investigación y Extensión Agraria-Cosecha Urbana CIP.
- Flores, C. (2013). Teoría de costos y producción. Estanco Bibliográfico, Instituto de ciencias financieras y comerciales de la Universidad Santiago de Cali. Santiago de Cali - Valle Del Cauca - Colombia.
- Franco, J. y Garibotto, O. (2008). Efecto de la maduración sobre la textura y calidad sensorial de la carne de vaquillonas Hereford. Facultad de Agronomía. *Revista Argentina de Producción Animal* 28 (1): 39-44 (2008).
- Galarza, Ronny. (2011). Raúl Omar Calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro proveniente de harina de sangre bovina. E.A.P. Nutrición, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Gómez, M., Vergara, V. y Hidalgo L. (1998). Determinación de la digestibilidad y energía digestible del sorgo grano y harina de pescado prime para el cuy”, Universidad Nacional Agraria La Molina Lima, Perú. 11- 12pp.
- Harmon, D. 2007. Experimental approaches to study the nutritional value of foods ingredients for dogs and cats. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, Suplemento especial, p.251-262.

- Harper, M. (2009). Peletización de Alimentos. crc press, Boca Raton, fl, USA. Mexican soy plant. Food eng. intl. 4:22-23.
- Huayhua E. V., V. R. Vergara, L. F. Chauca y R. M. E. Remigio. 2008. Determinación de los coeficientes de digestibilidad y energía digestible del bagazo de marigold (*Tagetes erecta*) y subproducto de trigo (*Triticum sativum*) por calorimetría en el cuy (*Cavia porcellus*) mejorado. Universidad Nacional Agraria La Molina Lima, Perú. 59p.
- INPPAZ (1996). Instituto Panamericano de Protección de Alimentos y Zoonosis, *Preocupación Mundial por la Encefalopatía Espongiforme Bovina (BSE) en Gran Bretaña (Vacas Locas)*. Circular Informativa, Marzo 29, 1996. Buenos Aires, Argentina.
- Kobashigawa, M. (2016). Efecto del tiempo de maduración sobre la calidad de carne de cuy (*Cavia porcellus*) post faenado. Facultad de Zootecnia. Departamento Académico de Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- Lucas, O. (2005). Evaluación nutricional de galletas fortificadas con sangre entera de bovino secada por atomización. Tesis para optar el grado de Magíster en Ciencias de los Alimentos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. UNMSM. Lima-Perú; 2005.
- Madrid, A. (2008). Aprovechamiento de los subproductos cárnicos. 1ª edición. Madrid (España): Mundi-Prensa.
- Mamani, M. (2006). Determinación del valor nutritivo de forrajes nativos de ceja de selva de Puno y su utilización en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Puno, Perú.
- Marmer, W.N., Maxwell, R.J. and Willians, J.E. (2007). Effects of dietary regimen and tissue site in bovine fatty acid profiles. J. Anim. Sci. 59 (109-121).
- Mc Donald. (1996). Nutrición y alimentación animal. 2da edición. Editorial Acriba, Zaragoza España.
- Mendoza, J. (2002). Niveles de harina de sangre y uso de subproductos de la molienda del trigo en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.

- MINAGRI, (2017). Boletín Estadístico de Producción Agroindustrial Alimentaria, Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas – DGESEP, Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. Perú.
- Mohan, A. (2009). Myoglobin redox form stabilization: role of metabolic intermediates and nir detection.. Food Science. Kansas State University. Manhattan, Kansas.
- Montes, I. T. (2012). Guía técnica: Asistencia técnica dirigida a la crianza tecnificada de cuyes. UNALM. Agrobanco. OAEPS. Cajabamba-Cajamarca, Perú.
- Morales, M; Carcelen, F; Ara, G. y Albaiza, T. (2011). Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes de la raza Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Perú*. Universidad Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Muñoz, A. (2011). Alimentación y Nutrición de mono gástricos. Departamento de nutrición – Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú
- Nieves, D. 2008. Digestibilidad fecal de nutrientes en dietas con forrajes tropicales en conejos: Comparación entre métodos directo e indirecto. Bioagro, Mexico DF, Mexico.
- Nina, D. (2004). Determinación de los niveles de sustitución de harina de soya por harina de alfalfa en dietas balanceadas para ovinos. Universidad Nacional Agraria La Molinadel, Facultad de Zootecnia, Lima – Perú
- Nacional Research Council (NRC). 1995. Nutrient Requeriments of Laboratory Animals. Fourth revised edition. Washintong. USA. 192p. <http://www.nap.edu/catalog> [2 -12-2008].
- NTP 201.058. (2016). Norma Técnica Peruana (revisada 2016), para carne y productos cárnicos; definiciones, clasificación y requisitos de las carcasas y carne de cuy (*Cavia porcellus*). Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, Instituto Nacional de Calidad – INACAL. Lima, Perú.
- Orellana, T., Castro B., & Chirinos, D. (2004). Harina de sangre de asnos como sustituto de harina de pescado en suplementos de cuyes en crecimiento. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional de Centro de Perú Huancayo Perú.
- Oyagüe, M. (2007). Estabilidad del color de la carne fresca. *Journal of Nacameh*. (1)1. Pgs: 67-74.

- Palacios, R. (2017). Textura instrumental de la carne de cuy: efecto de la edad y el sexo sobre los parámetros de dureza y fuerza de trabajo. Carrera de Ingeniería Agroindustrial Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.
- Perez, M y Ponce, E. (2013). Manual de prácticas de laboratorio. Tecnología de Carnes. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Iztapalapa, C.P 09340, México D.F.
- Pino, I. (2009). Crianza en Confinamiento del Cuy en Huancayo y su repercusión en el crecimiento. Estación Experimental Sunka - Huancayo, Ministerio de Agricultura. Perú.
- Ricci, O. (2012). Harina de sangre. Argentina. Dirección Provincial de Capacitación para la Salud, Ministerio de Salud, provincia de Buenos Aires, Argentina.
- Quintana, M; Jimenez, F y Carcelen, F. (2013). Efecto de dietas de alfalfa verde, harina de cebada y bloque mineral sobre la eficiencia productiva de cuyes. *Revista de Investigaciones Veterinarias Perú. Vol 24 N° 004-13*. Lima. Perú.
- Reyes, N. y Vergara, V. 2012. “Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la harina de plumas hidrolizada en cuyes (*Cavia porcellus*). Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Zootecnia. Lima Perú.
- Realini, C.E., Duckett, S.K., Brito, G.W., Dalla Rizza, M. and De Mattos, D. (2004). Effects of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef.
- Rico, E. (1998), Evaluación de harina de tarwi y torta de soya en dietas para cuyes en etapa de crecimiento. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- Rosenthal, A. (1999). Food texture measurement and perception. Aspen Publishers; Maryland, USA.
- Roudot, A. (2004). Reología y análisis de la textura de los alimentos. Esitorial Acribia. S. A. Zaragoza, España.

- SENASA (2012). Informe N° 0040-2012-AG-SENASA-DSA-SDCA, para la restricción del ingreso de carnes de bovinos al Perú. Servicio Nacional de Sanidad Agraria, Lima, Perú.
- Solomon, M. y Lynch, G. (1998). Biochemical, histochemical and palatability characteristics of Young ram lambs as affected by diet and electrical simulation. *Biotechnology and Nutrition: Proceedings of the Third International Symposium*. Editorial Board. USDA.
- Solórzano, D. (2011). Avances de investigación en Alimentación de Cuyes. I Curso Regional de Capacitación de Crianza Familiar de cuyes, Cajamarca – Perú.
- Tamwort, P. (2002). *Nutrición animal aplicada*, Editorial Limaza. Madrid. España.
- Soto, C. (2009). Aprovechamiento de los recursos remanentes de la agricultura en sistemas de producción pecuaria. 2da edición. Editorial Limusa, Mexico D.F.
- Tapp, W. Yancey JW and JK Manzana. (2011). Instrumental para medir el color de la carne. *Journal Meat Science (89) 1, páginas 1-5*.
- Vergara, V (2008). Avances en nutrición y alimentación de cuyes. In: XXXI Reunión anual de la Asociación Peruana de Producción animal 31, Simposio Avances sobre producción de cuyes en el Perú (2008, Lima, Perú). 2008. Resúmenes. APPA, CD rom.
- Villegas, H. (2005). Encefalopatías Espongiformes Transmisibles (EET), Analisis interactivo <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/encefalopatas-espongiformes-transmisibles-eet-t25874.htm>
- Warris, P. (2003). *Ciencia de la carne*. 2da edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Wilmer S. Sepúlveda, María T. Maza, Luis Pardos. (2010). Aspects of quality related to the consumption and production of lamb meat. *Journal Consumers versus producers. Journal Meat Science 87, páginas: 366–372*.
- Zaldivar, A. (2012). *Sistemas de producción en Cuyes en el Perú*. INIA - CIID, Estación Experimental Agropecuaria, La Molina. Baños del Inca y Santa Ana. Informe Técnico. 84p.

Zamora, S. y Callacná M. (2017). Parámetros productivos de cuyes (*Cavia porcellus*) suplementados con harina de sangre bovina. *Revista de Investigación en Ciencia y Biotecnología Animal*. UNTRM Amazonas. Perú.

Zhou, G. XL Xu , Liu B. (2010). Tecnologías de conservación de la carne fresca – Una revisión. *Journal Meat Science* (86) 1. Páginas 119-128.

ANEXOS

ANEXO A: Determinación del consumo de las dietas con harinas de alfalfa y sangre**Anexo A.1. Consumo promedio de alimento por cada poza (g/día)**

Repeticiones	Tratamiento 1 (con harina de alfalfa)	Tratamiento 2 (con harinas de alfalfa y sangre)	Tratamiento 3 (con harina de sangre)	Tratamiento 4 (alimento testigo)
R - 1	52.74	49.29	48.95	51.47
R - 2	52.27	49.12	49.50	51.20
R - 3	52.13	49.66	48.82	50.95
R - 4	52.55	49.63	49.40	51.22
Total	209.68	197.70	196.68	204.83
Promedio	52.42	49.42	49.17	51.21

Anexo A.2. Ganancia promedio de peso vivo por cada poza (g/día)

Repeticiones	Tratamiento 1 (con harina de alfalfa)	Tratamiento 2 (con harinas de alfalfa y sangre)	Tratamiento 3 (con harina de sangre)	Tratamiento 4 (alimento testigo)
R - 1	11.17	11.74	13.31	11.33
R - 2	12.18	12.75	14.32	12.34
R - 3	11.46	12.03	13.60	11.62
R - 4	11.63	12.21	13.78	11.79
Total	46.44	48.72	55.01	47.08
Promedio	11.61	12.18	13.75	11.77

Anexo A.3. Conversión alimenticia promedio por cada poza

Repeticiones	Tratamiento 1 (con harina de alfalfa)	Tratamiento 2 (con harinas de alfalfa y sangre)	Tratamiento 3 (con harina de sangre)	Tratamiento 4 (alimento testigo)
R - 1	5.68	5.02	4.21	5.39
R - 2	4.84	4.34	3.85	4.65
R - 3	4.99	4.54	3.92	4.79
R - 4	5.19	4.65	4.03	4.98
Total	20.70	18.55	16.00	19.81
Promedio	5.18	4.64	4.00	4.95

ANEXO B: Determinación de la digestibilidad**Anexo B.1. Determinación de la digestibilidad promedio de las dietas con harinas de alfalfa y sangre**

Repeticiones	Tratamiento 1 (con harina de alfalfa)	Tratamiento 2 (con harinas de alfalfa y sangre)	Tratamiento 3 (con harina de sangre)	Tratamiento 4 (alimento testigo)
R - 1	77.6	77.4	79.2	75.8
R - 2	76.8	77.6	78.7	77.1
R - 3	76.3	77.0	76.8	77.5
R - 4	75.5	77.5	81.0	76.1
Total	306.2	309.5	315.7	306.5
Promedio	76.56	77.37	78.92	76.62

Anexo B.2. Determinación de la digestibilidad individual de las dietas con harinas de alfalfa y sangre

Tratamiento 1 (con harina de alfalfa)	Materia seca del alimento ofrecido			Digestibilidad del alimento ofrecido						
	Alimento fresco (g)	Alimento seco (g)	Materia seca (%)	Alimento fresco ofrecido (g)	Alimento seco ofrecido (g)	Alimento seco rechazado (g)	Alimento fresco ingerido (g)	Alimento seco ingerido (g)	Heces secas (g)	Digestibilidad de materia seca (%)
Cuy 1	50	46	91.83	90	83	24	64	58.7	13.14	77.61
Cuy 2	50	46	91.83	90	83	24	64	58.56	13.56	76.84
Cuy 3	50	46	91.83	90	83	23	64	59.22	14.04	76.26
Cuy 4	50	46	91.83	90	83	23	64	59.19	14.5	75.52
	50	45.91	91.83	90	82.65	23.73	64.16	58.92	13.81	76.56

Tratamiento 2 (con harinas de alfalfa y sangre)	Materia seca del alimento ofrecido			Digestibilidad del alimento ofrecido						
	Alimento fresco (g)	Alimento seco (g)	Materia seca (%)	Alimento fresco ofrecido (g)	Alimento seco ofrecido (g)	Alimento seco rechazado (g)	Alimento fresco ingerido (g)	Alimento seco ingerido (g)	Heces secas (g)	Digestibilidad de materia seca (%)
Cuy 5	50	46	92	90	82	22	66	60.11	13.57	77.39
Cuy 6	50	46	92	90	82	26	62	56.46	12.66	77.56
Cuy 7	50	46	92	90	82	25	63	57.36	13.16	77.04
Cuy 8	50	46	92	90	82	24	64	58.52	13.17	77.49
	50	45.76	91.51	90	82.36	24.25	63.5	58.11	13.14	77.37

Tratamiento 3 (con harina de sangre)	Materia seca del alimento ofrecido			Digestibilidad del alimento ofrecido						
	Alimento fresco (g)	Alimento seco (g)	Materia seca (%)	Alimento fresco ofrecido (g)	Alimento seco ofrecido (g)	Alimento seco rechazado (g)	Alimento fresco ingerido (g)	Alimento seco ingerido (g)	Heces secas (g)	Digestibilidad de materia seca (%)
Cuy 9	50	46	91	90	82	25	63	57.78	12	79.18
Cuy 10	50	46	91	90	82	24	64	58.49	12.44	78.74
Cuy 11	50	46	91	90	82	25	63	57.26	13.26	76.81
Cuy 12	50	46	91	90	82	24	64	58.16	11.09	80.96
	50	45.71	91.43	90	82.29	24.36	63.35	57.92	12.2	78.92

Tratamiento 4 (alimento testigo)	Materia seca del alimento ofrecido			Digestibilidad del alimento ofrecido						
	Alimento fresco (g)	Alimento seco (g)	Materia seca (%)	Alimento fresco ofrecido (g)	Alimento seco ofrecido (g)	Alimento seco rechazado (g)	Alimento fresco ingerido (g)	Alimento seco ingerido (g)	Heces secas (g)	Digestibilidad de materia seca (%)
Cuy 13	50	46	92	90	83	25	62	57.49	13.91	75.75
Cuy 14	50	46	92	90	83	23	65	60.09	13.74	77.13
Cuy 15	50	46	92	90	83	22	67	61.39	13.8	77.55
Cuy 16	50	46	92	90	83	21	67	61.94	14.83	76.06
	50	46.09	92.17	90	82.95	22.73	65.34	60.23	14.07	76.62

ANEXO C: Influencia de las dietas sobre las características organolépticas de la carne de cuy

Anexo C.1. Resultados de la evaluación sensorial del color de las muestras de carne de cuy (grado de aceptabilidad).

Juez N°	T1	T2	T3	T4
1	4.0	3.0	3.0	4.0
2	5.0	5.0	4.0	4.0
3	4.0	3.0	3.0	4.0
4	4.0	3.0	3.0	5.0
5	5.0	4.0	3.0	4.0
6	6.0	4.0	4.0	5.0
7	5.0	5.0	4.0	4.0
8	5.0	5.0	4.0	4.0
Promedio	4.8	4.0	3.5	4.3

Anexo C.2. Resultados de la evaluación sensorial del olor de las muestras de carne de cuy (grado de aceptabilidad)

Juez N°	T1	T2	T3	T4
1	6.0	3.0	4.0	6.0
2	5.0	5.0	5.0	6.0
3	6.0	4.0	4.0	5.0
4	5.0	4.0	4.0	5.0
5	5.0	4.0	4.0	4.0
6	6.0	4.0	4.0	5.0
7	6.0	5.0	4.0	4.0
8	5.0	5.0	4.0	4.0
Promedio	5.5	4.3	4.1	4.9

Anexo C.3. Promedio de resistencia de la carne al esfuerzo de corte, influido por las muestras experimentales (g/cm²)

Cuyes N°	T1	T2	T3	T4
1,5,9,13	3442.3	3360.5	3140.0	3390.8
2,6,10,14	3588.3	3357.5	3100.8	3252.8
3,7,11,15	3505.5	3476.5	3294.3	3481.5
4,8,12,16	3416.5	3431.8	3218.8	3568.8
Promedio	3488.1	3406.6	3188.4	3423.4

ANEXO D: Ficha de evaluación sensorial para color y olor (grado de aceptabilidad), de la carne de cuy

PRODUCTO: Muestras de carne de cuy

Juez:..... Fecha..... Hora.....

SEÑOR(A) JUEZ SOLO MARQUE EN LA TABLA DE PUNTUACIÓN

Instrucciones:

- Se le presenta a usted cuatro muestras de carne de cuy, se le pide observar cada una de ellas y hacer uso de sus sentidos para evaluar el grado en que le gusta o disgusta cada una respecto de su COLOR y OLOR (enfóquese en el cuarto anterior y cuarto posterior de cada muestra)
- Otorgue usted un puntaje a cada característica, según la siguiente escala:

Me gusta mucho	(7 puntos)
Me gusta moderadamente	(6 puntos)
Me gusta poco	(5 puntos)
No me gusta ni me disgusta	(4 puntos)
Me disgusta poco	(3 puntos)
Me disgusta levemente	(2 puntos)
Me disgusta mucho	(1 punto)

Tabla de puntuación:

MUESTRA	T1	T2	T3	T4
Color				
Olor				

Comentario adicional:.....
.....

Gracias por su colaboración

ANEXO E: Costos de producción de las dietas experimentales**Anexo E.1. Proporción de utilización de los insumos en la elaboración del alimento balanceado**

Ingredientes %	T1 Inclusión de harina de alfalfa	T2 Inclusión de harinas de alfalfa y sangre	T3 Inclusión de harina de sangre	T4 Testigo
Harina de pescado	0.99	0.02	0.21	5.38
Torta de soya	14.00	11.61	6.15	12.65
Afrecho de trigo	9.00	9.00	14.99	24.22
Polvillo de arroz	6.58	9.58	9.22	7.00
Maíz amarillo	23.51	21.14	21.58	14.80
Melaza de caña	3.71	3.50	0.01	0.12
Aceite vegetal	3.00	3.47	3.56	3.16
Harina de sangre	0.00	4.00	8.00	0.00
Harina de alfalfa	36.00	18.00	0.00	0.00
Avena heno	1.64	17.68	33.99	31.23
Vitamina C	0.02	0.02	0.02	0.02
Suplemento mineral	1.27	1.13	0.78	0.01
Sal común	0.26	0.29	0.32	0.32
Carbonato de calcio	0.02	0.56	1.18	1.11
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Anexo E.2. Análisis químico proximal de la harina de alfalfa

Nutriente	Proporción (%)
Proteína total	18.2
Extracto etéreo	2.8
Ceniza torales	9.2
Fibra detergente neutro	24.3
Carbohidratos no fibrosos	45.5

Anexo E.3. Características bromatológicas de la harina de sangre

Nutriente	Proporción (%)
Proteína total	80.5
Extracto etéreo	0.7
Ceniza torales	3.7
Fibra detergente neutro	1.0
EM kcal/kg	2840
Ca	0.55
Fósforo	0.42
Na	0.32
Lis	7.5

Anexo E.4. Costo de producción de alimento balanceado con harina de alfalfa (batch de 50 kg), Tratamiento 1

COSTOS DE PRODUCCIÓN				88.8
<u>Costos Variables</u>				79.52
* Materia prima e insumos	Unidad	Cantidad	Precio unitario S/.	77.62
Harina de pescado 2da	kg	0.49	2.30	1.14
Torta de soya	kg	7.00	2.00	14.00
Afrecho de trigo	kg	4.50	1.60	7.20
Polvillo de arroz	kg	3.29	0.95	3.12
Maíz amarillo	kg	11.76	1.40	16.46
Melaza de caña	kg	1.86	3.50	6.49
Aceite vegetal (kg x 20l)	kg	1.50	5.30	7.95
Harina de sangre	kg	0.00	2.30	0.00
Harina de alfalfa	kg	18.00	0.85	15.30
Avena heno	kg	0.82	0.60	0.49
Vitamina C	kg	0.01	58.00	0.58
Suplemento mineral	kg	0.64	7.50	4.76
Sal comun	kg	0.13	0.90	0.12
Carbonato calcio	kg	0.01	0.40	0.00
* Material de envase y embalaje	Unidad	Cantidad	Precio unitario S/.	0.50
Bolsones/50kg	Unidad	1	0.50	0.50
* Costo de mano de obra	Operarios	Horas	Costo/hora S/.	1.40
Molido de insumos	1	0.13	3.75	0.47
Mezclado de insumos	1	0.08	3.75	0.31
Peletizado	1	0.13	3.75	0.47
Embolsado	1	0.04	3.75	0.15
<u>Costos Fijos</u>				9.30
*Gastos de operación	Unidad	Batch/50kg	Precio unitario S/.	9.30
Alquiler de planta procesamiento / kg	Servicio	1	6.0	6.00
Traslado de insumos	Pasaje	1	3.0	3.00
Útiles de escritorio	kit	1	0.3	0.30
Costo por kg (S/.)				1.78
Costo total por batch 50 kg (S/.)				88.82

Anexo E.5. Costo de producción de alimento balanceado con harina de sangre (batch de 50 kg), Tratamiento 2

COSTOS DE PRODUCCIÓN				87.3
<u>Costos Variables</u>				78.02
* Materia prima e insumos	Unidad	Cantidad	Precio unitario S/.	76.12
Harina de pescado 2da	kg	0.01	2.30	0.02
Torta de soya	kg	5.80	2.00	11.61
Afrecho de trigo	kg	4.50	1.60	7.20
Polvillo de arroz	kg	4.79	0.95	4.55
Maíz amarillo	kg	10.57	1.40	14.80
Melaza de caña	kg	1.75	3.50	6.13
Aceite vegetal (kg x 20l)	kg	1.74	5.30	9.21
Harina de sangre	kg	2.00	2.30	4.60
Harina de alfalfa	kg	9.00	0.85	7.65
Avena heno	kg	8.84	0.60	5.30
Vitamina C	kg	0.01	58.00	0.58
Suplemento mineral	kg	0.57	7.50	4.24
Sal comun	kg	0.15	0.90	0.13
Carbonato calcio	kg	0.28	0.40	0.11
* Material de envase y embalaje	Unidad	Cantidad	Precio unitario S/.	0.50
Bolsones/50kg	Unidad	1	0.50	0.50
* Costo de mano de obra	Operarios	Horas	Costo/hora S/.	1.40
Molido de insumos	1	0.13	3.75	0.47
Mezclado de insumos	1	0.08	3.75	0.31
Peletizado	1	0.13	3.75	0.47
Embolsado	1	0.04	3.75	0.15
<u>Costos Fijos</u>				9.30
*Gastos de operación	Unidad	Batch/50kg	Precio unitario S/.	9.30
Alquiler de planta procesamiento / kg	Servicio	1	6.00	6.00
Traslado de insumos	Pasaje	1	3.00	3.00
Útiles de escritorio	kit	1	0.30	0.30
Costo por kg (S/.)				1.75
Costo total por batch 50 kg (S/.)				87.32

Anexo E.6. Costo de producción de alimento balanceado con harinas de alfalfa y sangre (batch de 50 kg), Tratamiento 3

COSTOS DE PRODUCCIÓN				81.8
<u>Costos Variables</u>				72.48
* Materia prima e insumos	Unidad	Cantidad	Precio unitario S/.	70.58
Harina de pescado 2da	kg	0.10	2.30	0.24
Torta de soya	kg	3.08	2.00	6.15
Afrecho de trigo	kg	7.49	1.60	11.99
Polvillo de arroz	kg	4.61	0.95	4.38
Maíz amarillo	kg	10.79	1.40	15.11
Melaza de caña	kg	0.01	3.50	0.02
Aceite vegetal (kg x 20l)	kg	1.78	5.30	9.43
Harina de sangre	kg	4.00	2.30	9.20
Harina de alfalfa	kg	0.00	0.85	0.00
Avena heno	kg	16.99	0.60	10.20
Vitamina C	kg	0.01	58.00	0.58
Suplemento mineral	kg	0.39	7.50	2.91
Sal comun	kg	0.16	0.90	0.14
Carbonato calcio	kg	0.59	0.40	0.24
* Material de envase y embalaje	Unidad	Cantidad	Precio unitario S/.	0.50
Bolsones/50kg	Unidad	1	0.50	0.50
* Costo de mano de obra	Operarios	Horas	Costo/hora S/.	1.40
Molido de insumos	1	0.13	3.75	0.47
Mezclado de insumos	1	0.08	3.75	0.31
Peletizado	1	0.13	3.75	0.47
Embolsado	1	0.04	3.75	0.15
<u>Costos Fijos</u>				9.30
*Gastos de operación	Unidad	Batch/50kg	Precio unitario S/.	9.30
Alquiler de planta procesamiento / kg	Servicio	1	6.00	6.00
Traslado de insumos	Pasaje	1	3.00	3.00
Útiles de escritorio	kit	1	0.30	0.30
Costo por kg (S/.)				1.64
Costo total por batch 50 kg (S/.)				81.78

Anexo E.7. Costo de producción de alimento balanceado con mezcla basal (batch de 50 kg), Tratamiento 4

COSTOS DE PRODUCCIÓN				82.0
<u>Costos Variables</u>				72.69
* Materia prima e insumos	Unidad	Cantidad	Precio unitario S/.	70.79
Harina de pescado 2da	kg	2.7	2.30	6.18
Torta de soya	kg	6.3	2.00	12.65
Afrecho de trigo	kg	12.1	1.60	19.37
Polvillo de arroz	kg	3.5	0.95	3.32
Maíz amarillo	kg	7.4	1.40	10.36
Melaza de caña	kg	0.1	3.50	0.21
Aceite vegetal (kg x 20l)	kg	1.6	5.30	8.36
Harina de sangre	kg	0.0	2.30	0.00
Harina de alfalfa	kg	0.0	0.85	0.00
Avena heno	kg	15.6	0.60	9.37
Vitamina C	kg	0.0	58.00	0.58
Suplemento mineral	kg	0.0	7.50	0.02
Sal comun	kg	0.2	0.90	0.15
Carbonato calcio	kg	0.6	0.40	0.22
* Material de envase y embalaje	Unidad	Cantidad	Precio unitario S/.	0.50
Bolsones/50kg	Unidad	1	0.50	0.50
* Costo de mano de obra	Operarios	Horas	Costo/hora S/.	1.40
Molido de insumos	1	0.13	3.75	0.47
Mezclado de insumos	1	0.08	3.75	0.31
Peletizado	1	0.13	3.75	0.47
Embolsado	1	0.04	3.75	0.15
<u>Costos Fijos</u>				9.30
*Gastos de operación	Unidad	Batch/50kg	Precio unitario S/.	9.30
Alquiler de planta procesamiento / kg	Servicio	1	6.00	6.00
Traslado de insumos	Pasaje	1	3.00	3.00
Útiles de escritorio	kit	1	0.30	0.30
Costo por kg (S/.)				1.64
Costo total por batch 50 kg (S/.)				81.99

ANEXO F: Requerimientos nutricionales de los cuyes

Nutrientes	NRC, (1995) ¹	Vergara, (2008) ²			
		Inicio	Crecimiento	Acabado	Gest/Lact
Energía Digestible, Kcal/g	3,00	3,00	2,80	2,70	2,90
Proteína total, %	18,00	20,00	18,00	17,00	19,00
Fibra cruda, %	15,00	6,00	8,00	10,00	12,00
Aminoácidos, %					
Lisina	0,84	0,92	0,83	0,78	0,87
Metionina	0,36	0,40	0,36	0,34	0,38
Metionina + Cistina	0,60	0,82	0,74	0,70	0,78
Arginina	1,20	1,30	1,17	1,10	1,24
Treonina	0,60	0,66	0,59	0,56	0,63
Triptófano	0,18	0,20	0,18	0,17	0,19
Minerales, %					
Calcio	0,80	0,80	0,80	0,80	1,00
Fósforo	0,40	0,40	0,40	0,40	0,80
Sodio	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Vitaminas					
Ácido ascórbico, mg/100g	20,00	30,00	20,00	15,00	15,00

1 National Research Council (RNC, 1995)

2 Inicio (1-28 días), Crecimiento (29-63 días), Acabado (64-84 días), (Vergara, 2008)

ANEXO G: Panel fotográfico

a) Elaboración de alimento balanceado



a) Pruebas de digestibilidad



a) Pruebas de consumo de alimentos



a) Análisis

