

INTRODUCCIÓN

El impulso por encontrar un mayor conocimiento acerca del manejo integral de los recursos disponibles de nuestra región llevó a cabo la realización del presente trabajo formando parte del proyecto llamado “Evaluación integral de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida* como materia prima para la elaboración de harina para nutrición animal en el municipio de Pasto” financiado por la Vicerrectoría de investigaciones, postgrados y relaciones internacionales VIPRI, Universidad de Nariño.

El cuy *Cavia porcellus*, mamífero roedor originario de la zona andina de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia; constituye un producto alimenticio, cuya carne es de alto valor nutricional, razón por la cual ocupa uno de los primeros lugares dentro de los diferentes alimentos que proporcionan seguridad alimentaria y económica a la población rural de escasos recursos.

En la actualidad, la búsqueda de alternativas alimenticias que permitan la utilización de los recursos disponibles en nuestra región y el aprovechamiento de la capacidad digestiva del cuy, representa un elemento importante para la construcción de sistemas de producción adecuados en nuestro medio que pueden ser la base para el establecimiento de una cuyicultura sostenible.

Dentro de los sistemas de producción campesina es común encontrar sistemas integrales con el manejo de cuyes y lombricultura, que se complementan, aportando abono orgánico y transformándolo para su aplicación en los cultivos, con la posibilidad de utilizar su carne como fuente de proteína en raciones para cuyes y otras especies pecuarias de la finca.

Por tal razón, se ha visto que la lombricultura es una buena alternativa de producción integral ya que ha despertado en los últimos años una gran atención por su repercusión en el ámbito nutricional y ecológico. Esta biotecnología utiliza la lombriz roja californiana *Eisenia foetida* como una alternativa de reciclaje de desechos orgánicos de diferentes orígenes y como una alternativa nutricional, dado que contiene los nutrientes esenciales para la alimentación humana, así como para la formulación de alimentos balanceados para animales.

En aras de aprovechar el manejo integral de la lombriz, es necesario investigar e implementar nuevas alternativas nutricionales en cuyes, la cual se propone desarrollar la producción de proteína de anélidos a partir de materiales que no implican costos elevados y que tienen buena disposición, como los desechos orgánicos en general, con el fin de obtener una materia prima para la elaboración

de balanceados, con las condiciones necesarias requeridas que permita su utilización en la nutrición animal.

Si bien este anélido es reconocido por su valor nutricional, no existen estudios que comprueben su efectividad en organismos animales; por tal razón y a través del presente trabajo, se busca dar a conocer los resultados de su utilización en la crianza y aprovechamiento del cuy.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Debido al problema que se está presentando con los altos costos del concentrado comercial en la alimentación de cuyes, se hace necesario buscar alternativas utilizando métodos no convencionales en el suministro del alimento, donde no se ha tenido en cuenta a la lombriz roja californiana como una fuente importante de proteína y sus bondades agroecológicas, como es el caso de los rellenos sanitarios, donde no se hace reciclaje de residuos orgánicos, elevando los volúmenes de basura y niveles de contaminación; es por esto que se hace necesario el estudio del manejo integral de la lombriz como alternativa de transformación de residuos y aprovechamiento de sus bondades nutricionales y económicas.

En APROBORCA, planta de tratamiento dedicada al compostaje de residuos orgánicos en las etapas de selección y tamizaje, se obtiene un subproducto denominado granzón que contiene lignina, celulosa y un bajo porcentaje de material orgánico, cuyo volumen elevado se convierte en un problema permanente. Para contrarrestar este inconveniente se involucró a las lombrices en su transformación, logrando obtener una cantidad considerable de éstas sin darle utilidad alguna, donde es factible dar un uso alternativo a través de la elaboración de harina como fuente de proteína para alimentos balanceados.

En nuestra región se producen materias primas esencialmente energéticas como el maíz, el plátano y la yuca; además de subproductos de cereales como las mogollas y salvado de trigo, y muy poco lo que respecta a materias primas proteicas. En la actualidad, la producción de material proteico se ve sujeto al aprovechamiento de los subproductos de matadero, no garantizando ni los volúmenes ni la calidad bromatológica y sanitaria requerida para la óptima nutrición animal.

Teniendo en cuenta lo anterior, una alternativa como fuente de proteína es la lombricultura como actividad económica e industrial alimentaria, se encaminará como un proceso tecnológico en la obtención de bienes a partir de materiales orgánicos de desecho destinados al sector pecuario, con la producción de harina de lombriz, la cual es de reconocido valor proteico y que se presentará y se evaluará como un sustituto no convencional de materias primas tradicionales (torta de soya) de similar composición bromatológica.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Existe un problema ambiental de los residuos orgánicos, como son el incremento de dichos desechos no aprovechados de manera adecuada, trayendo consigo consecuencias de alta contaminación.

En nuestra región, debido a los problemas económicos que se están presentando en la cuyicultura por los altos costos del alimento, se han venido buscando alternativas de alimentación que sean económicas. La principal dificultad está en encontrar fuentes proteicas a un costo adecuado para la elaboración de alimentos propios y que, además, sean de buena digestibilidad.

Esto conlleva al siguiente interrogante, ¿La inclusión de harina de lombriz roja californiana es una alternativa de suplementación que puede ser efectiva en el desarrollo del cuy y, por lo tanto, reduce los costos de alimentación?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la respuesta nutricional de los cuyes en las fases de levante y engorde alimentados con un suplemento proteico elaborado a base de harina de lombriz roja californiana *Eisenia foetida*, obtenida de residuos orgánicos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la composición y el valor nutricional de la harina de lombriz roja californiana.
- Evaluar la harina de lombriz roja californiana en niveles de reemplazo de 0, 50, y 100% de la torta de soya para cuyes de levante y engorde.
- Medir el consumo de alimento de los diferentes tratamientos.
- Determinar la ganancia diaria de peso.
- Calcular la conversión alimenticia.
- Determinar el rendimiento en canal.
- Realizar un análisis parcial de costos en cada uno de los tratamientos.
- Evaluar las características organolépticas de la carne de cuy por medio de pruebas de catación.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 GENERALIDADES DEL CUY (*Cavia porcellus*)

4.1.1 Fisiología digestiva del cuy

Caycedo afirma que:

El cuy está clasificado dentro del grupo monogástricos herbívoros y por consiguiente realiza fermentación post gástrica con una gran capacidad de consumo de forraje. Tiene un estómago, donde se lleva a cabo una digestión enzimática y además posee un ciego funcional muy desarrollado, con presencia de flora bacteriana, las cuales son altamente predominantes. También se ha identificado una serie de protozoarios, principalmente del tipo Entodinium, Diplodinium, Isotricha y Dasitricha, gracias a la implementación de la técnica de la fistulación que está siendo perfeccionada. Tanto bacterias como protozoarios son los responsables de la fermentación de alimentos fibrosos¹.

Según la FAO, Hagan y Robinsón, citado por Gómez y Vergara:

Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal, permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadena corta. La absorción de los otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado, incluyendo los ácidos grasos de cadena larga. El ciego de los cuyes es un órgano grande que constituye cerca del 15 por ciento del peso total².

4.1.2 Parámetros productivos

Según Caycedo: los parámetros productivos que se deben tener en cuenta para la producción de cuyes mejorados son diferentes para cada fase de crecimiento (tabla 1).

Según el depósito de Documentos de la FAO, Reid, citado por Gómez y Vergara:

¹ CAYCEDO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes (*Cavia Porcellus*). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 2000. P. 95.

² DEPÓSITOS DE DOCUMENTO DE LA FAO. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Departamento de Agricultura. [on line]. 2006. [Colombia]. [citado 26 julio., 2006]. Disponible en Internet: URL: <<http://www.fao.org/documents>>

“El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego. Sin embargo, el pasaje por el ciego es más lento, pudiendo permanecer en él parcialmente por 48 horas”³.

Tabla 1. Parámetros productivos

PARAMETRO PRODUCTIVO	RANGO
Edad destete crías (días)	14
Vida productiva de la hembra (meses)	12
Vida productiva del macho (meses)	12 - 18
Mortalidad de crías (%)	12 - 15
Mortalidad levante (%)	5
Mortalidad adultos (%)	4
Peso crías al nacimiento (g)	120 - 150
Peso crías al destete (g)	180 - 250
Peso 3-4 meses (g)	900 - 1300
Consumo forraje verde cuyes adultos (g)	400 - 500
Consumo forraje verde levante (g)	350
Consumo concentrado adultos (g)	30
Consumo concentrado levante (g)	20
Aumento peso animal/día con forraje verde (g)	6 - 7
Aumento peso animal/día forraje verde y concentrado (g)	8 - 12
Conversión alimenticia con pasto (g)	8 - 12
Conversión alimenticia con pasto y concentrado (g)	5 - 7

Fuente: CAYCEDO, Alberto. 1997.

4.2 NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

Para Aliaga: “La nutrición juega un papel importante en la producción del cuy, circunstancia que se vuelve decisiva a causa de que el cuy crece a mayor velocidad con relación al peso de su cuerpo que los animales domésticos mayores y producen descendencia a más temprana edad. De este modo, es fundamental el conocimiento de las necesidades nutritivas de manera que las raciones suministradas en las diferentes etapas, contengan todos los nutrientes necesarios”⁴.

³Ibíd.,

⁴ ALIAGA R.L. Producción de cuyes. CIID-INIA. Lima - Perú: editorial UNCP 1993, p. 9.

4.3 NUTRIENTES REQUERIDOS POR EL CUY

Aliaga menciona que:

Las necesidades nutritivas de los cuyes varían según las etapas: lactancia, crecimiento y reproducción. Las raciones para el acabado o engorde deben ser distintas a las etapas anteriores. No obstante, existen ciertas normas nutritivas básicas para todas las etapas o períodos.

Una provisión de proteína de buena calidad para el mantenimiento y formación del tejido muscular, cierta cantidad de alimentos energéticos para su mantenimiento y terminación, los minerales necesarios para la estructura corporal y los procesos fisiológicos normales del cuerpo, y las vitaminas esenciales y el agua son fundamentales para el crecimiento y bienestar del animal⁵.

Caycedo reporta que:

“Es importante que el productor tenga conocimiento de las necesidades nutritivas del cuy, en relación a: materia seca, proteína, fibra, grasa, carbohidratos, minerales y vitaminas para las fases productivas (crecimiento y engorde) y reproductivas del animal”⁶.

Según el National Research Council, Martínez y Caycedo, tabla 2, muestran los requerimientos nutricionales de los cuyes.

Para el mismo autor:

“Según sea el tipo de alimentación y/o el tipo de cuy, los animales destetados pueden ser engordados hasta alcanzar pesos de 850 a 1000 gramos entre 10 y 13 semanas. Estos pesos pueden lograrse con pastos de buena calidad, siendo superados cuando se utiliza concentrados y subproductos de cereales o cosechas, obteniéndose conversiones de 4 a 8”⁷.

Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cuy en las etapas de crecimiento y engorde.

⁵ Ibid., p.12

⁶ CAYCEDO, Op. Cit., p. 97.

⁷ Ibid., p. 97.

Nutrientes	Unidades	
Proteína	%	14 – 18
Energía digestible	Kcal/kg	2800 – 3000
Fibra	%	8 – 17
Grasa	%	3.00
Lisina	%	0.84
Metionina	%	0.60
Triptófano	%	0.18
Arginina	%	0.12
Histidina	%	0.36
Isoleucina	%	0.60
Leucina	%	1.08
Valina	%	0.84
Vitamina C	mg	200.00
Calcio	%	1.20
Fósforo	%	0.60
Magnesio	%	0.10
Cobre	mg/kg	600.00
Zinc	mg/kg	20.00
Manganeso	mg/kg	40.00
Yodo	mg	150.00

Fuente: NRC. 1995, Martínez, R.D 2005, Caycedo V. A. 2005

4.3.1 Necesidades de agua y materia seca

Según Martínez

“El agua es uno de los nutrientes esenciales más importantes, ya que constituye el mayor componente del organismo (70% del peso vivo). Además, el consumo de agua en condiciones de gestación, lactancia y temperaturas altas hacen que su requerimiento suba hasta un 25% del peso vivo”⁸.

Caycedo manifiesta que: El agua es imprescindible para los cuyes ya que actúa en muchas funciones del organismo, entre otras, como componente de los tejidos corporales, solvente y transportador de nutrientes dentro del cuerpo, etc. El tipo de alimento y clima determinan las necesidades de agua. Cuando el animal recibe dietas con alta proporción de alimento seco (concentrado y forrajes secos) y baja cantidad de pastos verdes, el suministro de agua debe ser mayor

⁸ MARTINEZ, Rubén Darío. Requerimientos nutricionales del cuy. En: PRIMER CURSO INTERNACIONAL DE CUYICULTURA. (1º: 2006: Ibarra). Memorias del Primer Curso Internacional de Cuyicultura. Ibarra: ASOPRAN, 2006.

que cuando la dieta es en base a solo pastos. Con una alimentación mixta: forraje y concentrado, el cuy necesita consumir agua hasta un 10% de su peso vivo. En climas fríos el cuy que consume solo forraje, este puede suplir sus necesidades en un alto porcentaje⁹.

4.3.2 Necesidades de proteína y aminoácidos:

Según Martínez:

“Las proteínas son compuestos presentes en cada una de las células de todos los organismos constituyendo la parte estructural de órganos, músculos, piel, matriz ósea, ligamentos y pelos. Al igual que la mayoría de las funciones productivas, como la formación o secreción de proteína, incluyendo la producción de carne, pelo etc”¹⁰.

Martínez también reporta que:

Las proteínas están formadas por pequeñas moléculas denominadas aminoácidos, los cuales van a determinar la calidad de la proteína.

Existen los esenciales, los cuales no pueden ser sintetizados por el organismo, siendo importante que sean suministrados en la dieta. En los cuyes los aminoácidos que se debe tener en cuenta son lisina, metionina, arginina, treonina, triptófano.

No esenciales que pueden ser sintetizados por el organismo a partir de los esenciales, por lo que no es elemental añadir en la dieta¹¹.

Según A.D.A.M., Inc:

Si la proteína de un alimento suministra suficientes aminoácidos esenciales, entonces se llama proteína completa. Al contrario, si no los suministra, se llama proteína incompleta.

Todas las carnes y los otros productos animales son fuentes de proteínas completas. Éstas son, entre otras: la carne de res, el cordero, el cerdo, las aves, el pescado, los mariscos, los huevos, la leche y sus derivados.

La proteína de los alimentos como los granos, las frutas y las verduras se califican como proteínas incompletas bajas o carentes de uno de los aminoácidos esenciales. Estas fuentes de proteína son consideradas incompletas. Las proteínas vegetales pueden

⁹ CAYCEDO, Op. Cit., p.97.

¹⁰ MARTINEZ, Op. Cit.,

¹¹ Ibid.,

combinarse para obtener de dicha combinación todos los aminoácidos esenciales y formar una proteína completa¹².

Caycedo reporta que: “Las proteínas y sus componentes, los aminoácidos, son nutrientes indispensables para el cuy desde la formación del producto de concepción, para lograr buenos pesos al nacimiento y destete, en su crecimiento y desarrollo, de igual manera para la producción de leche y alcanzar una buena fertilidad”¹³.

Aliaga manifiesta que: “Por su parte encontró que el cuy responde eficientemente a raciones que contengan 20% de proteína; sin embargo, con un 14 a 17% había logrado buenas ganancias de peso, pero cuando se llegó a niveles del 10% en la ración, hubo pérdidas de peso”¹⁴.

Caycedo también afirma que: “de acuerdo a investigaciones realizadas sobre niveles de proteínas en las distintas fases fisiológicas del cuy, se ha logrado adecuados rendimientos con 17% para crecimiento y 16% para desarrollo, en raciones mixtas con forraje y suplemento concentrado”¹⁵.

Según Caycedo:

Con base a una gran cantidad de dietas balanceadas, se ha determinado que el cuy responde bien a niveles de 0.68% de lisina en crecimiento y 0.58% para acabado; 0.43% de metionina para crecimiento y 0.31% para acabado; triptófano está entre 0.61 y 0.20% para crecimiento y acabado. Los anteriores requerimientos se suplen con forrajes, algunas gramíneas y leguminosas y con árboles forrajeros que superan el 18% de proteína. De igual manera, se han venido utilizando materias primas de origen vegetal y animal cuyos contenidos de proteína están entre el 20 y 60% para elaborar los suplementos¹⁶.

Martínez reporta que:

¹² A.D.A.M. Inc. Proteína de la dieta, [on line]. En: HENRY FORD HEALTH SYSTEM. Fecha de revisión: 9/2/2003. A.D.A.M. editorial. [citado 17 nov., 2006]. University of Pennsylvania Medical Center, Philadelphia, PA. Disponible en Internet: <http://www.henryfordhealth.org/default.cfm>

¹³CAYCEDO, Op. Cit., p.98.

¹⁴ ALIAGA, Op. Cit., p.102.

¹⁵ CAYCEDO, Op. Cit., p.98

¹⁶Ibid., p.98

Es importante evitar el exceso o déficit de proteína en las raciones, en el primer caso se produce un desbalance en la relación proteína energía, lo cual disminuye el crecimiento normal de los animales y eleva el costo de la ración; en raciones deficitarias de proteína es evidente menor peso al nacimiento, baja ganancia de peso, disminución de la fertilidad y de la producción de leche. Por lo que se debe manejar niveles o porcentajes de proteína y una relación de aminoácidos acorde al estado fisiológico, etapa productiva, condiciones climáticas y línea genética¹⁷.

A.D.A.M., Inc. manifiesta también que:

“Un problema potencial es que una dieta alta en proteína puede sobrecargar los riñones, lo que ocasiona un trastorno para el organismo, debido a que los materiales de desecho, que son el producto final del metabolismo proteínico, son excretados en la orina”¹⁸.

4.3.3 Necesidades de Energía

Martínez manifiesta que:

Las actividades bioquímicas, fisiológicas y físicas del animal conducen a un gasto de energía; por lo que cuantitativamente, las mayores necesidades nutritivas corresponden a la energía. Las necesidades energéticas se expresan en calorías o en julios, los únicos nutrientes que pueden aportar energía son los carbohidratos, lípidos y proteínas.

La deficiencia de energía desencadena bajas ganancias de peso, retardo de la madurez sexual de los animales, no hay presencia de celos, bajas tasa de fertilidad, gazapos débiles y de bajo peso al nacimiento.

A diferencia, el exceso de energía causa una deposición exagerada de grasa que perjudica el desempeño reproductivo, en reproductoras baja el porcentaje de fertilidad, incrementa distocias al parto (dificultad al parto), tamaño de camada bajo (1 cría), nacen con bajo peso o pueden nacer muertos¹⁹.

Caycedo afirma que:

¹⁷ MARTINEZ, Op. Cit.,

¹⁸ A.D.A.M. Inc, Op. Cit.,

¹⁹ MARTINEZ, Op. Cit.,

“Los requerimientos de energía varían con la edad, actividad del animal, estado fisiológico, nivel de producción y temperatura ambiental”²⁰.

4.3.4 Necesidades de carbohidratos y grasas

Según Caycedo: Los carbohidratos constituyen la fuente principal de energía en una dieta para cuyes; la glucosa y fructosa como azúcares simples y los almidones como carbohidratos de almacenamiento. Por otra parte, los carbohidratos estructurales (fibra) son procesados en el ciego gracias a la presencia de bacterias y protozoarios, que los desdoblan y fermentan para producir ácidos grasos volátiles²¹.

Según Martínez:

La utilización de grasas o aceites en la dieta de los cuyes permite cubrir el requerimiento de ácidos grasos no saturados principalmente ácido linoleico que los cuyes no sintetizan, siendo fundamental el aporte de un 3 – 5% de grasa del total de la dieta dependiendo de la etapa de producción. Las fuentes vegetales que se pueden usar son: aceite rojo de palma, aceite de soya. La adición de grasa en la dieta además de permitir un crecimiento adecuado de los animales, da una buena textura al balanceado (harina) disminuyendo la polvosidad del mismo y evitando neumonías por aspiración. La falta o deficiencia de grasa en la dieta es una de las causas de dermatitis, úlceras en la piel y alopecia²².

4.3.5 Necesidades de minerales y vitaminas

Para Martínez:

La concentración de elementos minerales debe mantenerse dentro de estrechos márgenes, para garantizar la integridad estructural y funcional de los tejidos, así como para asegurar que el crecimiento, la salud y la productividad de los animales no se vean afectados.

Los animales deben recibir en la ración una serie de elementos minerales, los macro elementos: necesarios en cantidades muy superiores a los elementos traza, llamados así porque se necesitan en cantidades extremadamente pequeñas.

²⁰ CAYCEDO, Op. Cit., p.98

²¹ Ibid., p. 98

²² MARTINEZ, Op. Cit.,

Los minerales tienen diferentes tipos de funciones metabólicas, unos participan en la estructura del organismo, como el calcio y el fósforo, componentes importantes de los huesos. El sodio, cloro y potasio regulan el pH de los líquidos orgánicos y el equilibrio de los distintos compartimentos del cuerpo (tracto digestivo, sangre, espacios intercelulares, tejidos celulares). Los demás funcionan como cofactores o activadores de enzimas y hormonas, por ejemplo el yodo forma parte de la h tiroxina.

Para los requerimientos minerales en cuyes, se mantiene una relación calcio fósforo de 2:1; en el caso particular del fósforo, considerando que los cuyes son herbívoros monogástricos, se debe cubrir el requerimiento de este mineral en base a fósforo disponible²³.

Caycedo manifiesta que:

Los minerales son importantes en el crecimiento, conservación, reproducción y funcionamiento de los tejidos corporales de acuerdo al potencial productivo del animal; muchas veces puede resultar insuficiente la cantidad que el cuy recibe en los pastos, de allí que es importante la suplementación de estos de acuerdo a su función productiva. Para crecimiento y engorde el cuy necesita 1.20% de calcio y 0.60% de fósforo. Es importante guardar la relación calcio: fósforo adecuada para evitar problemas de orden metabólico. Los minerales y las vitaminas son requeridos en pequeñas cantidades y pueden suplirse con pastos y suplementos de buena calidad. La vitamina C no es sintetizada por el organismo del cuy debido a la deficiencia de la enzima gulonolactosa oxidasa. La carencia de esta vitamina produce pérdida del apetito, disminución del crecimiento y parálisis de los miembros posteriores, el cuy necesita 200 mg/kg de peso vivo, constituyéndose los pastos verdes fuentes importantes de vitamina C²⁴.

Martínez manifiesta que:

La deficiencia de vitaminas en cuyes, de lo que se ha podido determinar, presenta la siguiente sintomatología:

Vitamina A: presenta un bajo crecimiento, pérdida de peso y muerte.

Vitamina D: muestra raquitismo.

Vitamina E: es notable la degeneración muscular y muerte del animal.

Vitamina K: aparece hemorragias a nivel de las placentas y abortos.

²³ *Ibíd.*,

²⁴ CAYCEDO, Op. Cit., p.103

En cuyes que son alimentados con forraje fresco generalmente no presentan deficiencias de vitaminas; a demás, en el caso de las vitaminas del complejo B, normalmente son sintetizadas la mayoría de ellas en el ciego²⁵.

4.4 ALIMENTACIÓN CON FORRAJES. Aliaga reporta que:

“Los forrajes deben incluirse básicamente en toda dieta de los cuyes, ya que proporcionan un efecto benéfico por su aporte de celulosa y constituye fuente de agua y vitamina C que los cuyes utilizan para cubrir una necesidad”²⁶.

Según Correa:

El suministro de forrajes no debe realizarse en forma inmediata al corte, pues pueden producir problemas de timpanismo en los cuyes y es por ello que los forrajes deben orearse bajo la sombra 24 horas antes de suministrarlo a los cuyes. La nutrición del cuy se ha orientado básicamente al uso de forrajes, con el objeto de conseguir alimentos de bajo costo que no compitan con la dieta alimenticia de los humanos²⁷.

Caycedo manifiesta que:

La escogencia o selección de un forraje o alimento para cuyes, que pueda suplir adecuadamente sus necesidades nutricionales, depende no solo del conocimiento que se tenga de su composición química, de su disponibilidad en el medio y palatabilidad, sino además del grado de aprovechamiento que el animal tenga del alimento, es decir, de su digestibilidad.

El consumo del alimento puede estar influenciado por el tipo de forraje, nivel energético, consumo voluntario del alimento, temperatura ambiental, comportamiento individual, estrés y otros.

Para poder juzgar el valor nutritivo de un alimento se debe tener en cuenta las transformaciones que en el organismo pueden sufrir y por último la capacidad productiva.

²⁵ MARTINEZ, Op. Cit.,

²⁶ ALIAGA R.L. Op. Cit., p. 9

²⁷ CORREA N, Ramón. Crianza del Cuy. Pasto, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), 1988, p. 20.

En los países andinos Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia se ha determinado la digestibilidad de varios forrajes que se vienen utilizando en la alimentación de cuyes y que son de fácil disponibilidad en cada país, lo cual ha permitido definir y al mismo tiempo recomendar dietas que satisfacen las necesidades nutritivas en sus distintas fases de producción²⁸.

4.4.1 Utilización del pasto Aubade (*Lolium sp*). Caycedo reporta que:

“El pasto aubade es un raygras tetraploide que se adapta bien en alturas comprendidas entre 2.000 y 3.000 m.s.n.m., exigente en humedad con precipitación promedio de 1000 m.m/año, produce de 110 a 130 toneladas de forraje verde por año, realizando 10 cortes por intervalos de 35 a 40 días”²⁹.

Según Caycedo, reportado por Burgos y Luna:

“El análisis químico proximal reporta valores relativamente altos en proteínas, con 20.33%, contenidos de fibra de 18.97%, presentando además niveles normales de minerales con 0.53% de calcio y 0.29% de fósforo. La digestibilidad aparente de la M.S es de 63.69% en cuyes”³⁰.

Por otra parte, Burgos, Apráez y Caycedo:

“Analizan el pasto aubade de 35 días de edad, con un contenido de 19.10% de proteína, fibra 14.21%; calcio 0.53% y fósforo con 0.19%” (Tabla 3)³¹.

Caycedo afirma que:

“El pasto aubade se ha constituido en la dieta básica forrajera del cuy, tanto en explotaciones familiares como comerciales de las zonas frías del departamento de Nariño en nuestro país. El cuy lo consume con avidez, llegando hasta 500 o 600 g por animal, administrando por día sin suplementación. El pasto aubade se ha utilizado como única dieta obteniendo buenos resultados”³².

²⁸ CAYCEDO, Op. Cit., p.114-115

²⁹ Ibid., p. 114-115

³⁰ CAYCEDO, V. A. Efecto de la frecuencia del suministro del forraje de alfalfa (*Medicago sativa*) y suplemento concentrado en los rendimientos productivos del cuy. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. 1991. p. 80

³¹ BURGOS, A; APRÁEZ, E. Y CAYCEDO, V. A. Composición química de pastos y forrajes, utilizados en cuyes, en clima frío, medio y calido. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Revista de investigaciones. 1991. p. 33

³² CAYCEDO, Op. Cit., p.114-115

Tabla 3. Composición química del pasto Aubade

Composición	Cantidades
Edad (días)	35
Humedad %	84.99
Materia seca %	15.01
Ceniza %	4.28
Proteína %	19.10
Extracto etéreo %	3.98
Fibra cruda %	14.21
Extracto no nitrogenado %	58.43
Calcio %	0.53
Fósforo %	0.19

Fuente: Laboratorio de Nutrición animal. Universidad de Nariño. Burgos, Apráez y Caycedo (1991).

Caycedo reporta que:

El cuy, por ser un animal herbívoro, puede aprovechar los forrajes dependiendo su eficiencia del nivel y disponibilidad de los nutrientes para satisfacer las necesidades del animal. Consume alimentos verdes y suplementos durante el día y la noche, en proporción a su peso tres veces más que un bovino y un ovino, obteniendo como resultado un rápido crecimiento. Dependiendo de la especie el forraje, puede ser fuente de proteína, energía y otros nutrientes, básicamente es una fuente de agua y vitamina C³³.

4.5 ALIMENTACIÓN SUPLEMENTARIA

La FAO manifiesta que:

La disponibilidad de alimento verde no es constante a lo largo del año, hay meses de mayor producción y épocas de escasez por falta de agua de lluvia o de riego. En estos casos la alimentación de los cuyes se torna crítica, habiéndose tenido que estudiar diferentes alternativas, entre ellas el uso de concentrado, granos o subproductos industriales

³³ Ibid., p.104.

(afrecho de trigo o residuo seco de cervecería) como suplemento al forraje.

Diferentes trabajos han demostrado la superioridad del comportamiento de los cuyes cuando reciben un suplemento alimenticio conformado por una ración balanceada. Con el suministro de una ración el tipo de forraje aportado pierde importancia. Un animal mejor alimentado exterioriza mejor su bagaje genético y mejora notablemente su conversión alimenticia que puede llegar a valores intermedios entre 3,09 y 6 g cuyes de un mismo germoplasma alcanzan incrementos de 546,6 g cuando reciben una alimentación mixta, mientras que los que recibían únicamente forraje alcanzaban incrementos de 274,4 g³⁴.

Según Aliaga, el cuy:

“Por ser esta especie herbívora y coprófaga a la vez, el criador no encuentra mayor dificultad en alimentos; sin embargo, es necesario balancear por un lado los nutrientes necesarios para un buen desarrollo de los cuyes y por otro, buscar la máxima economía para hacer más rentable su crianza”³⁵.

Aliaga reporta que:

“El suplemento es necesario sobre todo para los cuyes en reproducción y, si es posible, para los animales en crecimiento y engorde. El consumo de este alimento está regulado por la cantidad de forraje de que dispone el animal”³⁶.

Caycedo, citado por Correa, manifiesta que:

“Cuando se suministran granos o desechos de cosecha debe proporcionarse abundante pasto fresco y en períodos secos, agua. El cuy lactante consume en promedio 100 g de forraje y 10 g de concentrado por día. Un cuy recién destetado puede consumir de 200 a 300 g de forraje y 20 g de concentrado de 16% de proteína por día”³⁷.

Correa, sostiene que:

³⁴ DEPOSITO DE DOCUMENTOS DE LA FAO. Producción De cuyes (*Cavia porcellus*). [on line]. 1997 [Citado junio 22, 2006] Disponible en Internet: URL: <http://www.fao.org/documents>

³⁵ ALIAGA, R.L Op. Cit., p. 60-92.

³⁶ Ibid., p. 5.

³⁷ CORREA N, Ramón. Op. Cit., p. 24.

Un cuy adulto consume diariamente entre 300 y 400 g de forraje y 30 g de concentrado.

Hasta los 90 días de edad el cuy consume 350 gramos de forraje por día. Un cuy adulto consume diariamente alrededor de 400 g de forraje verde suministrándolo de día y de noche, aprovechando los hábitos nocturnos de la especie³⁸.

Ortegón y Morales, afirman que:

“El consumo de concentrado oscila entre los 20 y 30 g en los adultos. Antes de los 30 días de edad consumen 12 g/animal/día”³⁹.

4.6 GENERALIDADES DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*).

Según Infoagro, la lombricultura:

4.6.1 Concepto de Lombricultura: es una biotecnología, que utiliza a una especie doméstica de lombriz como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica, obteniendo como producto de este trabajo humus, carne y harina de lombriz.

4.6.2 Conceptos generales de la lombriz roja californiana: Para Verdejo Vega, la lombriz:

- Es de color rojo oscuro.
- Respira por medio de su piel.
- Mide de 6 a 8 cm de largo, de 3 a 5 milímetros de diámetro y pesa hasta aproximadamente 1,4 g.
- No soporta la luz solar, una lombriz expuesta a los rayos del sol muere en unos pocos minutos.
- Vive aproximadamente unos 16 años y puede llegar a producir, bajo ciertas condiciones, hasta 1.300 lombrices al año⁴⁰.

Righi afirma que: Las lombrices: son animales invertebrados del tipo anélidos, o sea, gusanos segmentados. Son hermafroditas y depositan sus huevos protegidos en una cápsula llamada cocón.

³⁸ *Ibid.*, p. 25.

³⁹ ORTEGON, M y MORALES. El cuy (*Cavia porcellus*). Marmor, edición técnica. Pasto – Colombia. 294 p.

⁴⁰ ROBERTO C. Verdejo Vega. Lombricultura Intensiva Humus de Lombriz (Abono Orgánico) [on line]. 2005. [Brasil]. [citado 26 julio., 2005]. Disponible en Internet: URL: <http://www.ofertasagricolas.cl/articulos/comments.php?=77>

No todas las especies son aptas para la cría. La mayoría, requiere condiciones muy precisas y difíciles de lograr. Sin embargo, existe una especie, llamada *Eisenia foetida*, conocida como lombriz roja californiana, que no sólo es la que mejor se adapta al cautiverio, sino que posee características sorprendentes⁴¹.

4.6.3 Según Infoagro, la lombriz tiene la siguiente **Clasificación zoológica**.

Reino: Animal
Tipo: Anélido
Clase: Oligoqueto
Orden: Opisthoro
Familia: Lombricidae
Genero: Eisenia
Especie: E. foetida⁴²

Igualmente, Infoagro manifiesta que:

4.6.4 Hábitat. Habita en los primeros 50 cm. del suelo, por tanto es muy susceptible a cambios climáticos. Es fotofóbica, los rayos ultravioleta pueden perjudicarla gravemente, además de la excesiva humedad, la acidez del medio y la incorrecta alimentación.

4.6.5 Ciclo de vida. Son hermafroditas, no se autofecundan, por tanto es necesaria la copula, la cual ocurre cada 7 a 10 días. Luego cada individuo coloca una cápsula o cocón (huevo en forma de pera de color amarillento) de unos 2 mm, de la cual emergen de 2 a 21 lombrices, después de un periodo de incubación de 14 a 21 días, dependiendo de la alimentación y de los cuidados. Son inmunes a las enfermedades y tienen una increíble capacidad de regeneración⁴³.

Igualmente, Infoagro describe las características de la lombriz de la siguiente forma:

4.6.6 Características externas: posee el cuerpo alargado, segmentado y con simetría bilateral. Existe una porción más gruesa en el tercio anterior de 5 mm, de longitud llamada clitelium, cuya función está relacionada con la reproducción.

⁴¹ RIGHI, G., Introducción al estudio de las lombrices del suelo (Oligoquetos Megadrilos) [on line], [10 mar. 2002]. [Provincia de santa fe Argentina] [citado 8 abr., 2005]. Web: <http://www.ecosur.net/lombricultura/lombricultura.html>.

⁴² INFOAGRO, La Lombricultura [on line]. 2006 [Citado julio 19 de 2006]. Disponible en internet: <URL:<http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.asp>.

⁴³ Ibid.,

Es la que mejor se adapta al cautiverio, además posee características sorprendentes. En estado adulto mide entre 3,5 cm y 8,5 cm de largo, y en raros casos llega hasta 13 cm. Su peso oscila entre 0,4 y 0,6 gramos, si bien en condiciones apropiadas de cría, se logran ejemplares que pueden alcanzar 1 gramo.

4.6.7 Características internas:

- **Cutícula:** Lámina muy delgada de color marrón brillante, quitinosa, fina y transparente.
- **Epidermis.** Es un epitelio simple con células glandulares que producen una secreción mucosa. Responsable del mantenimiento de la humedad y flexibilidad de la misma.
- **Capas musculares.** Son dos, una circular externa y otra longitudinal interna.
- **Peritoneo.** Capa más interna, limita exteriormente con el celoma de la lombriz.
- **Celoma.** Cavidad que contiene líquido celómico y se extiende a lo largo del animal, dividida por los septos, actuando como esqueleto hidrostático.
- **Aparato circulatorio.** Formado por dos vasos sanguíneos, uno dorsal y otro ventral. Posee otros vasos y capilares que llevan la sangre a todo el cuerpo. La sangre circula por un sistema cerrado constituido por cinco pares de corazones.
- **Aparato respiratorio.** Es primitivo, el intercambio de oxígeno se produce a través de la pared del cuerpo.
- **Sistema digestivo.** En la parte superior de la apertura bucal se sitúa el prostomio con forma de labio. Las células del paladar son las encargadas de seleccionar el alimento que pasa al esófago donde se localizan las glándulas calcíferas. Estas segregan iones de calcio, contribuyendo a la regulación del equilibrio ácido básico, tendiendo a neutralizar los valores del pH. Posteriormente tenemos el buche, en el cual el alimento queda retenido para dirigirse al intestino.
- **Aparato excretor.** Formado por nefridios, dos para cada anillo. Las células internas son ciliadas y sus movimientos permiten tirar los desechos del celoma.
- **Sistema nervioso.** Es ganglionar. Posee un par de ganglios supraesofágicos de los que parte una cadena ganglionar. La lombriz californiana se alimenta de animales, vegetales y minerales. Antes de comer tejidos vegetales los humedece con un líquido parecido a la secreción del páncreas humano, lo cual constituye una predigestión.⁴⁴

⁴⁴Ibid.,

Los mismos autores reportan:

4.6.8 Cultivo

4.6.8.1 Condiciones ambientales para su desarrollo

- **Humedad:** Del 70% para facilitar la ingestión del alimento y el deslizamiento a través del material.
- **Temperatura:** Para el crecimiento de la lombriz, entre 12 – 25°C y, para la formación del cocón, entre 12 – 15 °C.
- **pH:** El pH óptimo es de 7.
- **Riego:** Manual y por aspersión, en tiempo de verano.
- **Aireación:** Fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices.

4.6.9 Cosecha: según INFOAGRO si la cosecha de lombriz se destina a la producción de harina, es necesario separar las lombrices de su medio empleando una malla de alambre tejido.

4.6.10 Rendimiento: Su capacidad reproductiva es muy elevada, la población puede duplicarse cada 45-60 días. 1.000.000 de lombrices al cabo de un año se convierten en 12.000.000 y en dos años en 144.000.000. Durante este periodo habrán transformado 240.000 toneladas de residuos orgánicos en 150.000 toneladas de humus.

4.6.11 Secado: Se las somete a baños especiales para eliminar bacterias y hongos indeseables. Por último son secadas al sol y molidas. El resultado final es un polvo de color amarillento que contiene de 60-82% de proteína animal. Es necesario de 8-10 Kg de lombrices vivas para producir 1 Kg de harina⁴⁵.

4.6.12 Usos y aplicaciones

Edwards y Bohlen afirman que las lombrices:

“Son capaces de ingerir grandes cantidades de materia celulósica, como residuos de cosecha (rastros), aserrines, pulpas de celulosa y, en general, cualquier desecho orgánico en descomposición. Come hasta el 90 % de su propio peso por día. De esta ingesta, excreta entre el 50 y 60% convertido en un nutriente natural conocido como lombricompuesto o humus de lombriz”⁴⁶.

⁴⁵Ibíd.,

⁴⁶ EDWARDS, C. A. y P. J. BOHLEN. Biology and Ecology of Earth worms. [on line]. 1996 [Londres], [Citado 8abr 2005].Web: <<http://www.manualdelombricultura.com/wwwboard/messages/2/2212.html>>

Miguel Schuldt sostiene que:

“Desde tiempos inmemorables la lombriz es conocida como el animal ecológico por definición. Transforma todos los residuos de la sociedad humana convirtiéndolos en humus de óptima calidad, que retornan al suelo”⁴⁷.

Según Peñaranda, Raspeño y Cuniolo:

Hoy en día Ecuador, Chile y Colombia son los pioneros en América latina de grandes explotaciones industriales de la Lombriz Roja Californiana. Los desechos de flores, la pulpa de café, las basuras urbanas, los desechos de la agroindustria ya no son problema para algunas ciudades; convirtiéndose la lombricultura en un gran aporte a la humanidad. Pero no solo se verían satisfechas las necesidades de humus, vendrá luego la preparación de Harina de Lombriz, que por ser de alto valor proteico, la ausencia de olor y sabor, la hace competitiva con la harina de pescado, tanto en calidad y más aun con el precio.

En cálculos promediados en 1 m² hay unas 50.000 lombrices de las cuales unas 20.000 a 25.000 son adultas y consumen aproximadamente 0.5 g diarios de alimento del cual expulsan 0.3 g en forma de humus, el cual a su vez es procesado por las lombrices medianamente adultas, las pequeñas y las recién nacidas. Tomando las 25.000 adultas solamente por 0.3 g tendremos 7.500 g diarios de humus, lo que extrapolado a 1000 m² se producirían 7.500.000 g o 7.500 Kg diarios de humus⁴⁸.

Jhingran y Pulin reportan que:

Otro uso que se ha planteado para la lombriz es como fuente de proteínas para consumo animal. La carne de lombriz contiene, de acuerdo con algunos estudios, del 60 al 80% de proteína cruda que le ubica como uno de los alimentos de mayor calidad que se pueda encontrar en la naturaleza. Esta alternativa nos ofrece la oportunidad de producir carne de altísima calidad y a bajo costo; rentabilidad y productividad no alcanzada jamás por otra actividad que requiere la obtención de carne. En este sentido, la proteína de lombriz se puede

⁴⁷ MIGUEL, Schuldt. Lombrices utilizadas en vermicultivo coniset Ciencias Naturales y museo UNLP. [on line]. publicado 5 jul. 2002 [Argentina]. [citado 9 mar., 2005]. Disponible en internet: <URL: <http://www.corporenselSL.com>>

⁴⁸ PEÑARANDA. G., RASPEÑO. N y CUNIOLO. M. Curso Técnico y Práctico de Lombricultura. En: Procampo. Ucrania. Vol. 3, N° 27 (1996)

incorporar en cantidades suficientes para enriquecer los alimentos de consumo habitual bajo la forma de harina. Esta contiene del 62 al 82% de proteína de excelente calidad y la totalidad de los aminoácidos esenciales, superando a la harina de pescado y soya ⁴⁹.

Por otra parte, Roberto C. y Verdejo Vega presentan los usos de la lombriz roja californiana de la siguiente manera⁵⁰. (Figura 1)

4.7 HARINA DE LOMBRIZ

Según el grupo Worms Argentina:

“La harina de lombriz es producida a partir de deshidratación de la lombriz roja californiana, conteniendo altos niveles de proteínas (hasta el 78%), constituidas por casi todos aminoácidos esenciales para una buena nutrición. La lombriz contiene feromonio (hormona sexual), cuya presencia torna la harina afrodisíaca, estimula el apareamiento y estimula la ingesta de los animales⁵¹.

Vielma, Usubillaga y Medina señalan que:

La harina de lombriz, además de contener aminoácidos esenciales (Velásquez et al. 1986 II parte; Salazar y Rojas, 1992; Vielma et al. 2003) y minerales (Vielma et al. 2001) también contiene ácidos grasos esenciales para la nutrición humana. La composición de ácidos grasos en la lombriz *Eisenia foetida* fue estudiada por Tacón et al. (1983), Velásquez et al. (1986 II parte) y Salazar y Rojas (1992), reportando la presencia de ácido linoleico y linoléico. Estos antecedentes indican la importancia de estudiar los niveles de ácidos grasos en la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) criada bajo las condiciones claramente establecidas. Es de resaltar que este recurso no convencional se podría utilizar como una alternativa nutricional, dado que contiene los nutrientes esenciales para la alimentación humana, así como para la formulación de alimentos balanceados para animales. En la tabla 3 se muestra un cuadro comparativo de ácidos grasos obtenidos de diferentes fuentes⁵².

⁴⁹ JHINGRAN, V.C., y PULIN. Integrated Livestock – Fish farming in India. Agriculture – aquaculture farming system, manila 1985 [on line]. Philippines 6-9 august, 1979[cited 9 abr., 2005]. Web: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ac361e/ac361eo1.htm>

⁵⁰ ROBERTO C. Verdejo Vega. Op. Cit.,

⁵¹ GRUPO WORMS ARGENTINA. Lombricultura [on line]. 2004. [Argentina].[Citado sep. 23, 2006] Disponible en Internet: URL:<http://www.wormsargentina.com/contenidos/lombricultura/metodos.htm>

⁵² VIELMA, R., USUBILLAGA, A., MEDINA, A Estudio preliminar de los niveles de ácidos grasos de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.¹Dpto. de Ciencias de los Alimentos. ²Instituto de Investigaciones. Facultad de

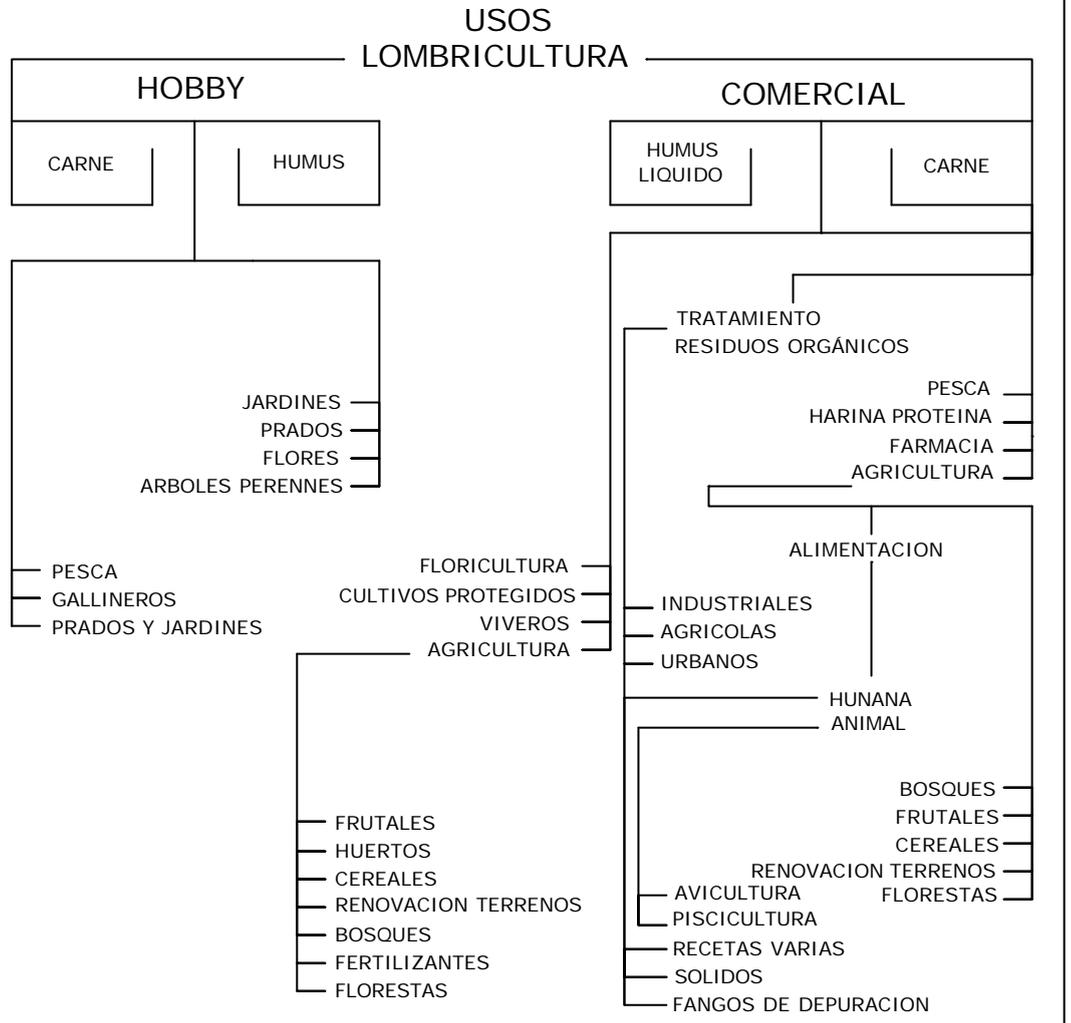
Los mismos autores reportan: El contenido de ácido láurico, tridecílico y mirístico se aproxima a los valores reportados por Velásquez et al (1986 II parte); sin embargo, otros ácidos tales como el ácido palmítico, esteárico, oleico, eicosenoico y linoleico resultaron bajos. Igualmente, estos resultados no concuerdan con los valores reportados por Salazar y Rojas (1992) y Tacon et al (1983) (Tabla 4). Es importante identificar el ácido araquidónico conocido como W-6, el cual es considerado un ácido graso esencial encontrado en una posición estratégica para la actividad de algunas enzimas (Delfino y Sarno, 2002). La composición de los ácidos grasos totales en términos porcentuales tanto para la HL y HSE fue: saturados (5,11 y 5,11); monoinsaturados (2,80 y 3,14); polinsaturados (0,93 y 0,92). El contenido de ácido mirístico, esteárico, eicosenoico y linoleico fue mayor que el encontrado en alimentos tradicionales tales como pescado azul y carne. Es importante saber que el ácido linoleico, junto con el ácido araquidónico, son importantes en la nutrición humana y deben ser incluidos en la dieta. Debido a la presencia de ácidos grasos insaturados se recomienda el uso de antioxidantes en la preparación de la harina de lombriz *Eisenia foetida*, para preservar sus cualidades y evitar el enranciamiento. Este hecho también explica el olor característico de este tipo de harina (Velásquez et al. 1986 II)⁵³.

Figura 1. Diagrama de usos de la lombriz roja californiana

Farmacia.³Laboratorio FIRP. Facultad de Ingeniería. Universidad de Los Andes. [on line]. Mérida - Venezuela. Revista de la facultad de farmacia vol. 45 (2) [2003] URL: E-mail:rosavvefr@yahoo.com

⁵³ Ibid.,

Roja Híbrida Californiana



Fuente: Lombricultura Intensiva Humus de Lombriz (Abono Orgánico)
 Roberto C. Verdejo Vega. Fono:(42) 09 2313391. BRASIL. 26/07/05

Tabla 4. Cuadro comparativo de ácidos grasos de la harina de lombriz roja californiana comparado con otras carnes.

Contenidos de ácidos grasos (g/100g)

Ácido graso	H.L. ^b	H.L. ^c	H.L. ^d E.F	Pescado ^e azul	Carne ^e
Saturados					
Caproico (C6:0)	1,74	—	—	—	—
Cáprico (C10:0)	0,49	—	—	—	—
Undecílico (C11:0)	0,61	—	7,87	—	—
Laurico (C12:0)	2,10	14,50	11,88	—	—
Ridecílico (C13:0)	0,67	—	2,70	—	—
Mirístico (C14:0)	1,04	14,50	2,63	0,064	0,17
Pentadecílico (C15:0)	3,33	—	1,21	—	—
Palmítico (C16:0)	3,95	13,70	5,07	0,491	1,42
Margárico (C17:0)	—	—	2,29	—	—
Esteárico (C18:0)	6,74	34,40	7,36	0,151	0,74
Total de saturados	20,67	77,1	41,01	0,706	2,33
Monoinsaturados					
Undecenoico (C11:1)	—	—	—	—	—
Miristoleico (C14:1)	—	0,90	4,81	—	—
Palmitoleico (C16:1)	4,07	0,90	—	0,166	0,24
Oleico (C18:1)	9,18	4,70	10,62	0,346	2,40
Eláidico (C18:1)*	—	—	—	—	—
Eicosenoico (C20:1)	24,52	5,30	—	0,035	—
Cetoleico (C22:1)	6,54	—	—	—	—
Nervónico (C24:1)	0,43	—	—	—	—
Tot. Monoinsaturados	44,74	11,80	15,43	0,547	2,64
Polinsaturados					
Linoleico (C18:2)	4,07	4,60	6,44	0,039	0,20
Linolénico (C18:3)	—	—	6,20	—	0,01
Eicosadienoico (C20:2)	1,24	—	—	—	—
Eicosatrienoico (C20:3)	3,13	—	—	—	—
Araquidónico (C20:4)	—	—	—	0,033	0,03
Eicosapentaenoico (C20:5)	12,54	—	—	0,083	—
Docosadienoico (C22:2)	1,15	—	—	—	—
Docosapentaenoico (C25:2)	0,21	—	—	—	—
Total polinsaturados	22,34	10,80	6,44	0,155	0,24

Fuente: b: Velásquez et al (1986); c: Salazar y Rojas (1992); d: Tacon et al (1983)
e: Ching (1992)

H.L.^b, H.L.^c, H.L.^d, = Harina de Lombriz (*Eisenia foetida*).

Igualmente los mismos autores reportan que:

“Uno de los problemas principales que no han permitido la utilización de la harina en el campo alimenticio humano es el prejuicio cultural y la falta de información de los beneficios que presenta esta lombriz. Sin embargo, en algunos países orientales como China y Japón se ha incorporado este recurso nutritivo al consumo humano (Velásquez et al. 1986 I parte)”⁵⁴.

⁵⁴ *Ibid.*,

4.7.1 La finalidad del cultivo, según Roberto C. Verdejo Vega:

A medida que la producción de lombriz aumenta surge una nueva alternativa para su aprovechamiento, como fuente de proteína. El aprovechamiento de la lombriz como fuente de proteína deberá ser hecha en forma de harina.

La harina de lombriz tiene un futuro prometedor y se sabe que en el mundo existe carencia de proteína, esta harina de lombriz puede ser usada para formular alimentos para cerdos, caballos, gallinas, vacas, conejos y tantos otros⁵⁵.

Nieves y Calderón señalan que:

Aunque no se conocen antecedentes sobre el uso de la harina de lombriz como componente de la ración para cuyes, León *et al.* (1992) afirma que parece ser una fuente proteica factible de aprovechar en sistemas integrados de producción animal, mediante un procesamiento sencillo y de bajo costo. El alto contenido en aminoácidos esenciales, proteína cruda y minerales permite identificarla como una materia prima de excelente calidad⁵⁶.

Aroca y Erasso aseguran que:

La harina de lombriz, elaborada en forma industrial, se podría usar principalmente para la preparación de alimentos balanceados para la explotación intensiva de gallinas y pollos, lográndose una mejor conversión alimenticia que con los balanceados comerciales, reduciéndose los costos de producción de un 20 a 40%.

Considerando este aspecto, Aroca y Erasso realizaron un trabajo con el propósito de evaluar la harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) como sustituto de la harina de pescado en la alimentación de alevinos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en fase de levante, encontraron que al evaluar el efecto de suministrar harina de lombriz como fuente proteica en porcentajes de 0, 25, 50, 75 y 100%; a pesar de no encontrar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, el tratamiento con 75% superó ligeramente a los demás

⁵⁵ ROBERTO C. Verdejo Vega. Op. Cit.,

⁵⁶ NIEVES, Duilio; CALDERÓN, Jesús. Inclusión de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en dietas no convencionales y suplementación con *Trichanthera gigantea* en conejos de engorde [on line]. publicado 27 feb. 2002 [Estado Yaracuy, Venezuela]. [citado 2 mar., 2005]. Available from the Internet. URL: <http://www.redpav-fpolar.info.ve/danac/volumen6/art4/index.html>

tratamientos, al obtener mejores resultados en cuanto a incrementos de peso, conversión alimenticia aparente y costos de producción.

Con base en lo anterior, concluyen que la harina de lombriz es una buena alternativa a utilizar como fuente de proteína en alimentación animal, puesto que reduce los costos de producción y mantiene los niveles productivos. Además, es de fácil adquisición y no requiere de inversiones adicionales⁵⁷.

Cordoba y Lagos reportan que:

En otro estudio que tuvo por objeto evaluar la sustitución parcial de la proteína total por proteína proveniente de la harina de lombriz roja Californiana en diferentes niveles para patos de engorde, también se concluye que el uso de harina de lombriz en la elaboración de concentrados representa un alimento valioso por el alto contenido de proteína y balance adecuado de los aminoácidos esenciales⁵⁸.

4.7.2 Según Lombricultura 21 S.A. de C.V. los **EFFECTOS DEL USO DE LA HARINA DE LOMBRIZ** son:

- Fortalecer los órganos musculares (por ejemplo el corazón)
- Mejorar las capacidades de las masas musculares
- Estimular, por equilibrio bioquímico, las funciones vitales (cerebral, cardíaca, hormonal, sexual)
- Proporcionar alivio a fatigas físicas y mentales
- Ayudar en la formación de colágeno, enriquecimiento de los tejidos
- Recuperar los tejidos lesionados, inflamados (histamina)
- Asistir positivamente al sistema inmunológico
- Regenerar la epidermis y el pelo (melanina)
- Retardar el envejecimiento o desgaste orgánico
- Aumentar la actividad cerebral
- Mejorar el proceso de crecimiento e impide anemias
- Participar en la eliminación de toxinas (urea)
- Impedir o eliminar los procesos convulsivos

⁵⁷ AROCA M. Y ERASSO M. Evaluación de la Harina de lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) como sustituto de la harina de pescado, en la alimentación de alevinos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en fase de levante. Pasto, Colombia, 1998, 21 p. Tesis de grado (Zootecnista) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

⁵⁸ CORDOBA B, Carlos E y LAGOS V, Jesús H. Evaluación de la harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) como sustituto parcial de la proteína en la alimentación de patos de engorde (*Anas platyrhynchos*). Pasto, Colombia, 1995, 79 p. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

- Auxiliar en terapias del sueño
- Eficaz en los tratamientos contra el Parkinson (dopamina)
- Ayudar en las terapias contra la obesidad
- Importante en los tratamientos de hipertiroidismo⁵⁹

4.7.3 Estudios realizados con harina de lombriz roja californiana.

SANCHEZ, N. elaboró un alimento concentrado para pollos de engorde en la etapa de cría, utilizando harina de lombriz roja californiana y observó mayor rendimiento de peso vivo al utilizar el 3% de harina de lombriz (X = 825,11g) y el tratamiento T2 con el 6% de harina de lombriz obtuvo (X = 845,36 g) en promedio.

AKIYAMA *et al.* investigaron el reemplazo de la harina de pescado a un bajo nivel (5%) por diferentes harinas: de pupas de gusano de seda, de krill, de hígado de vacuno, de lombriz y reemplazo total de la dextrina (carbohidratos) por otro producto de igual naturaleza, glucosa, relativo la nutrición de alevinos del salmón Chun Fry. Los resultados mostraron que la mayor ganancia de peso corporal para el periodo de estudio fue el grupo con harina de lombriz que, con el menor consumo alimenticio porcentual diario, registró la más alta razón de eficiencia alimentaria. Los resultados son significativos para la sustitución parcial de la harina de pescado por harina de lombriz a un bajo nivel de reemplazo.

CEILOM realizó una evaluación nutricional en trucha arco iris en la última fase del desarrollo antes de alcanzar peso comercial y se trabajó por 90 días, empleando altos niveles de sustitución de la harina de pescado por harina de lombriz. Los resultados mostraron que los mejores índices biológicos se lograron con el menor índice de sustitución (25%).

4.8 GENERALIDADES DE LA TORTA DE SOYA (*glycine soja*)

De acuerdo con Church:

Es la fuente comercial más importante de concentrados proteica de origen vegetal proveniente de la semilla de soya, después de extraer el aceite (15 a un 21%). La harina de esta semilla oleaginosa posee niveles elevados de proteína cruda, sobrepasando el 40%. Se encuentra presente un porcentaje muy elevado de Nitrógeno como proteína verdadera (± 95%), la cual es sumamente digestible y tiene un valor biológico bueno, en lo que respecta al contenido energético y un alto valor en lisina, aunque tiene valores bajos de cistina y metionina. El contenido de Calcio es bajo, pero alto en Fósforo, pero

⁵⁹ LOMBRICULTURA 21 S.A. DE C.V. Efectos del uso de la harina de lombriz. [on line]. 2006 Metepec, [Estado de México]. [Citado oct. 22, 2006], Disponible en Internet: URL: <http://www.humusell.com.mx/productos.htm>

éste está presente como Fósforo fítico, que es una forma que las especies monogástricas no lo utilizan bien. Esta torta contiene niveles bajos de vitamina B y E. En la tabla 4 se muestra la comparación del contenido y composición aminoacídica de la torta de soja y harina de lombriz roja californiana⁶⁰.

Según el programa de Desarrollo Regional Denlo:

En cuanto al mercado interno, se puede decir que se encuentra muy afectado por el contrabando y por los hábitos de consumo de productos extranjeros. Los productos derivados de la soja se han visto perjudicados por estas dos variables, pese a que los aceites nuestros son de muy buena calidad, y se debe agregar, además, el problema de las devaluaciones competitivas de las economías vecinas que generaron un costo de producto inferior al nuestro⁶¹.

Igualmente, el programa de Desarrollo Regional Denlo reporta que:

“Una variable estructural es el costo de transporte a puntos fronterizos o puertos de salida, donde la soja es 50% más cara con respecto a los países vecinos, y a esto se suma el costo de producción que es determinante en la comercialización de los productos agrícolas, en general, y más aún, en el mercado internacional”⁶².

Los mismos autores señalan que:

La demanda de alimentos balanceados en el país resulta relativamente baja si se compara con la población existente. La producción nacional de tortas resulta también insuficiente debido a que son subproductos de la industria aceitera, y las oleaginosas están limitadas a dicha industria y la demanda de grasas vegetales aumenta, impulsada por el crecimiento de la población. Una de las materias primas de origen vegetal generalmente utilizada en la preparación de los alimentos balanceados, por ser un subproducto con un contenido proteínico de 47 a 49.5%, es la torta de soja.

Pero también existen algunos problemas de mayor relevancia para el cultivo de soja y esos son: la escasez de semilla y de equipo

⁶⁰ CHURCH, Charles. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de animales. México: Limusa, 1990. 440 p.

⁶¹ PROGRAMA DE DESARROLLO REGIONAL DELNO Fomento del Cultivo de la Soja, [on line]. 1997, [Washington D.C.]. [citado 8 may., 2005]. Web: <http://www.oas.org/usde/publications/unit/oea17s/ch30.htm#4.4.7.20caracteristicas%20tecnicas%20del%20cultivo>

⁶² Ibid.,

apropiado y suficiente, lo que ocasiona una disminución de la cosecha y un encarecimiento en el costo de producción⁶³.

Tabla 5. Composición de aminoácidos de la harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y torta de soya en porcentaje de la proteína.

AMINOACIDOS	HARINA LOMBRIZ (a)	TORTA DE SOYA (b)
Alanina	5.53	-
Arginina	6.51	3.16
Ác. Aspártico	11.60	-
Cisteína	1.83	-
Ác. Glutámico	14.20	-
Glicina	5.00	2.76
Histidina	2.57	1.09
Isoleucina	4.69	2.50
Leucina	7.59	3.68
Lisina	7.56	2.76
Metionina	2.20	0.65
Fenilalanina	4.01	2.19
Prolina	5.30	-
Serina	5.03	-
Triptófano	1.40	0.60
Treonina	5.20	1.71
Tiosina	2.97	1.66
Valina	5.00	2.28

Fuente: (a) LOMBRICULTURA 21 S.A.⁶⁴.
(b) Guzmán, 1984⁶⁵.

⁶³ Ibid.,

⁶⁴ LOMBRICULTURA 21 S.A. DE C.V. Efectos del uso de la harina de lombriz. [on line]. Metepec, [Estado de México]. 2006 [Citado nov, 3 2006]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.humusell.com.mx/productos.htm>

⁶⁵ GUZMAN, Clara y CONDE, Carlos. Degradación de la Materia Seca y la proteína de la Torta de Soya, Algodón, Palmiste y Harina de pescado mediante técnica de la bolsa de nylon. Palmira, 1984, 57-59 p. tesis de grado (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACION

El trabajo de campo se realizó en las instalaciones de la Asociación de Procesadores de Residuos Orgánicos del corregimiento de Cabrera "APROBORCA", vereda Buena Vista, localizada a 5 Km del municipio de Pasto vía oriente, a una altura de 2872 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 13°C y una precipitación anual de 800 a 900 milímetros por año.

5.2 ANIMALES

Se utilizaron 72 animales machos mejorados de 15 días de edad con pesos promedio de 250 a 300 g, provenientes de APROBORCA.

5.3 INSTALACIONES

Se construyó un invernadero de 12 m² (3 m de ancho x 4 m de largo) elaborado con plástico de calibre 6 y estructura en madera; donde en su parte superior se instalaron dos extractores para hacer más eficiente el proceso de secado.

Para la realización del experimento se adecuó un galpón de 24 m² (8 m de largo por 3 de ancho), con piso de cemento, muro de ladrillo, techo en hojas de eternit a dos aguas y ventanas amplias con malla laterales y una lámina en cemento inclinada hacia afuera para la evacuación de orina y heces. En su interior se instalaron 18 jaulas de 1 piso con malla de calibre 12 con 2 cm de diámetro y madera fija. Las jaulas se distribuyeron en filas sencillas hacia las paredes del galpón con calle de 1.2 m entre bloque y bloque de módulos.

5.4 MATERIALES Y EQUIPOS

Tamices
Balde
Hipoclorito
Lámina de zinc
Beaker, filtro y envases de vidrio oscuro
Guantes industriales
Molino industrial
Jeringas insulínicas
Frascos de vidrio oscuro
Pasteras de malla
Comederos plásticos para el suplemento
Balanza de precisión con una capacidad máxima de 3000 g

5.5 ESTABLECIMIENTO DE CULTIVO DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA

5.5.1 Área. Para el cultivo de la lombriz roja californiana se utilizó un área de siembra de 750 m² con 50 m de largo y 15 de ancho divididas en eras de 1 m de ancho por 14 m de largo y 0.50 m de profundidad con un espacio entre era y era de 1 m.

5.5.2 Sustrato y siembra. Como alimento y cama de las lombrices se utilizó como sustrato el granzón: material final del proceso de compostación, rico en compuestos celulósicos y de lignina.

Para la siembra de la lombriz roja californiana se tomó un pie de cría ya existente en el área y se lo distribuyó en todas las eras que anteriormente habían sido colmadas con la materia orgánica o granzón que serviría como cama y alimento para las lombrices.

5.5.3 Manejo del cultivo. Para el manejo del cultivo se estableció el riego, aplicaciones de lixiviados, y cubrimientos de las eras con pajas o desperdicios de pastos secos para evitar el acercamiento de aves y el contacto de las lombrices con la luz solar directamente.

Figura 2. Distribución de eras para el lombricultivo.



5.6 PROCESO DE LA OBTENCIÓN DE HARINA DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA

5.6.1 Cosecha. Para el proceso de cosecha, se realizó después de tres meses de establecido el lombricultivo, utilizando la concentración de lombrices por alimentación dirigida, es decir, ubicando estratégicamente empaques de nylon con estiércol del mismo cuy donde se concentrarían las lombrices para alimentarse y posteriormente ser cosechadas.

5.6.2 Lavado y desinfección. Para realizar el lavado y desinfección de las lombrices se utilizó una solución de hipoclorito al 1%, ácido acético glacial al 2% y agua. Proceso en el cual se disminuye el riesgo de contaminación microbiana de la carne de lombriz.

5.6.3 Proceso de secado. Una vez terminado el proceso de lavado y desinfección, se dejan escurrir las lombrices. Enseguida se ubican las bandejas plásticas dentro del invernadero a una temperatura promedio de 30 °C cuya función es albergar las lombrices lavadas y desinfectadas hasta conseguir el completo secado de las mismas. El proceso de la obtención de harina se muestra en la (figura 4). Para el proceso de la obtención de harina se utilizó un molino industrial.

Figura 3. Aspecto de la lombriz roja californiana



Figura 4. Diagrama de Flujo. Proceso para la obtención de harina de lombriz roja californiana

SIEMBRA	-----	Pie de cría
CULTIVO	-----	3 meses
COSECHA	-----	Concentración por alimentación dirigida
LIMPIEZA	-----	Agua potable
DESINFECCION	-----	Hipoclorito de sodio 1%
SACRIFICIO	-----	Ácido acético 2%
LAVADO	-----	Agua potable
ESCURRIDO	-----	En tamiz por 15 minutos
SECADO	-----	60 °C por 2 días (bandejas de plástico)
MOLIDO		
EMPACADO	-----	Almacenamiento el lugar seco

5.6.4 Rendimiento de la lombriz: En 25 eras productivas y un periodo de cosecha de 6 meses, se tuvo una producción de 14100 individuos adultos que producían 8.5 kg de lombriz por era o cama en promedio, con un rendimiento del 13% como harina de lombriz

La producción mensual fue de 1007 individuos por metro cuadrado, para obtener una transformación de humus de 253.8 Kg al mes por era.

5.7 ELABORACIÓN DEL SUPLEMENTO A BASE DE HARINA DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA

Para la elaboración del suplemento se utilizaron las materias primas requeridas como:

Fuente de proteína: Torta de soya, harina de lombriz.

Fuentes de energía: Maíz, mogolla de trigo, melaza.

Fuentes de minerales: PVMC (premezcla vitamínica y mineral completa).

Carbonato de calcio, fosfato bicalcico. (Tabla 6)

Tabla 6. Ingredientes y composición nutricional de los suplementos utilizados

Materia prima (Kg)	ETAPA LEVANTE Y ENGORDE		
	T1	T2	T3
	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Maíz	26,7	26,7	26,7
Mogolla	40	40	40
Melaza	10,5	10,5	10,5
Harina de lombriz	0	9,35	18,7
Torta de Soya	18,7	9,35	0
Premezcla Vitamínica y Mineral Completa	2,6	2,6	2,6
Carbonato de Calcio	0,5	0,5	0,5
Fosfato Bicalcicos	1	1	1
TOTAL	100	100	100
APORTE			
Proteína %	20	21,5	23,21
E.M. Kcal/Kg	3000	3000	3000
Calcio %	1,21	1,1	1,15
Fósforo %	0,64	0,64	0,67

Una vez hecho el balance teórico de raciones y con todas las materias primas completas, se inició el proceso mecánico de mezcla.

Figura 5. Forma de suministro de suplemento con harina de lombriz



5.8 ALIMENTACIÓN

La alimentación de los cuyes estuvo constituida por una dieta básica en base a pasto Aubade, ofrecida de acuerdo al desarrollo fisiológico de los animales. (Tabla 7).

Durante la primera semana se suministró 150 g/animal/día con un aumento progresivo de la oferta según el consumo observado hasta llegar a un consumo de 375 g/animal/día.

El suplemento formulado y elaborado con y sin harina de lombriz se ofreció de acuerdo a la fase productiva aumentando paulatinamente 10, 15, 20, 30 y 40 g animal/día de acuerdo al consumo visto. (Tabla 6)

Tabla 7. Composición química del pasto Aubade (*Lolium sp*)

ANÁLISIS	Pasto Aubade	
	% B.H.	% B.S.
Humedad	79,83	
Materia Seca	20,17	
Ceniza	1,44	7,12
Extracto Etéreo	0,41	2,06
Fibra cruda	5,76	28,55
Proteína	1,99	9,86
E.N.N.	10,57	52,41
Calcio	0,07	0,33
Fósforo	0,04	0,20

Laboratorio de bromatología Universidad de Nariño.

5.9 TRATAMIENTOS

Se establecieron tres tratamientos de acuerdo al porcentaje de sustitución de la torta de soya por harina de lombriz:

T1 = Testigo. Suplemento sin harina de lombriz más pasto Aubade a voluntad.

T2 = Suplemento con 50% de harina de lombriz más pasto Aubade a voluntad.

T3 = Suplemento con 100% de harina de lombriz más pasto Aubade a voluntad.

5.10 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO

Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar (DIA). Los animales se distribuyeron en 3 tratamientos con 6 réplicas por tratamiento, 4 unidades experimentales por réplica, para un total de 72 animales, utilizados para las dos fases. Se realizó un análisis de varianza para comparar los tratamientos con ayuda del programa estadístico SAS.

Para el análisis estadístico se usó el siguiente modelo:

$$Xy = U + Ti + Ey$$

Donde:

Xy = Variable de respuesta del tratamiento.

U = Media general del experimento.

Ti = Efecto del tratamiento i

Ey = error experimental para el tratamiento.

Para el trabajo se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho: Hipótesis nula. No existen diferencias entre tratamientos

Hi: Hipótesis alterna. Existen diferencias entre tratamientos.

5.11 PLAN DE MANEJO SANITARIO

Se realizaron labores previas de aseo y desinfección de las instalaciones: galpón, jaulas, comederos y utensilios con específico y soluciones yodadas.

Para la desparasitación de los animales se elaboró un extracto alcohólico de ruda (*Ruta graveolens*) en el cual se emplearon hojas y flores que fueron lavadas y escurridas previamente para luego pesar 50 g los necesarios para la desparasitación, posteriormente se adicionó 50 ml de alcohol absoluto de 96° gl más 50 ml de agua destilada para agitar permanentemente durante 15 días, luego filtrar y obtener el extracto líquido (figura 6). Una vez obtenido se diluye en 80% de agua potable más 5% de azúcar para mejorar la palatabilidad. Aplicando una dosis de 3 gotas por animal durante 3 días.

5.12 PRUEBA DE CATAACION

Se realizó una calificación cuantitativa de los factores de calidad organoléptica de la carne asada de cuy para los tres tratamientos.

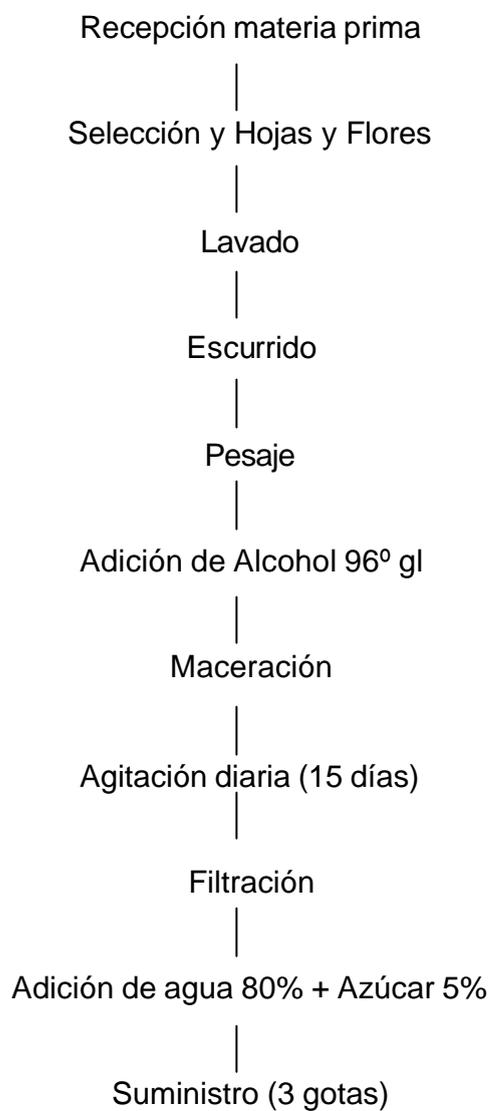
Las variables evaluadas fueron: apariencia, aroma y sabor, color y textura.

La evaluación sensorial determina la calidad de los alimentos, ya que no existe un instrumento que perciba, analice e interprete sensaciones; esta prueba se basa en una evaluación psicológica y en sensaciones fisiológicas.

Se efectuó a través de un panel de degustación con catadores calificados para obtener en forma confiable el grado de aceptación del producto.

La prueba de cataación se realizó tres días después de finalizado el trabajo de campo y una vez seleccionado los panelistas.

Figura 6. Diagrama de Flujo. Proceso de elaboración de extracto alcohólico de ruda (*Ruta graveolens*)



Fuente: ECHEVERRY, Sandra, 2006 ⁶⁶.

5.12.1 Conformación del panel. Se seleccionaron seis panelistas, elegidos entre un grupo de diez personas, quienes fueron sometidos a las siguientes pruebas:

⁶⁶ ECHEVERRY, Sandra. Diagrama de flujo: Proceso de elaboración de extracto alcohólico de ruda (*Ruta graveolens*). Ingeniera Agroindustrial. Pasto. Colombia. 2006. (Comunicación personal)

5.12.2 Prueba de umbral de detección. Se ubicó a cada panelista en una mesa individual con 10 recipientes plásticos de una onza, previamente numerados, dos de ellos contenían concentraciones diferentes de sabor dulce, salado o ácido, colocados al azar y los restantes tenían agua.

Para el sabor dulce se utilizó sacarosa en concentraciones de 0,5 y 0,9%; para el sabor salado, cloruro de sodio al 0,2 y 0,4%; y para el sabor ácido se utilizó ácido cítrico al 0,02 y 0,03%.

5.12.3 Prueba de reconocimiento. En el anexo O se muestra el formato para la prueba de reconocimiento. En ésta se identifican los diferentes sabores y su nivel de concentración.

Se dispuso 10 recipientes plásticos de una onza, previamente numerados, que contenían diferentes concentraciones de soluciones acuosas de sabor dulce, salado o ácido, colocados al azar.

Todas y cada una de las muestras fueron calificadas individualmente, otorgando un punto para respuesta positiva, finalmente se seleccionó las primeras seis personas que obtuvieron los puntajes sobresalientes.

5.12.4 Preparación de la canal

El producto cárnico a degustar se preparó con técnicas culinarias tradicionales y a la brasa, proceso que fue similar para todos los animales de los diferentes tratamientos.

Se tomaron 5 cuyes por tratamiento, en total 15 animales, con edad de 94 días y peso promedio de 1200 g en pie. Una vez finalizado el periodo experimental, se procedió al sacrificio, pelado y eviscerado de los animales.

Las canales se sometieron proceso de asado durante 45 minutos a fuego moderado para no dañar la piel, importante en la evaluación de la característica apariencia, se agregó aditivos (condimentos) en mínima e igual cantidad, para evitar que estos elementos enmascaren el sabor de la carne.

La canal se dividió en porciones homogéneas que se organizó en platos plásticos para su inmediata distribución a los panelistas. (Figura 7)

5.12.5 Procedimiento para la degustación

Previamente al procedimiento de degustación, se dio a conocer a los jueces los pasos a seguir en la calificación para obtener datos más confiables en el momento de la evaluación y despejar posibles dudas antes de iniciar la degustación.

La evaluación organoléptica se realizó en un asadero de la ciudad, donde a cada juez se ubicó en una mesa individual para evitar el contacto con otros panelistas.

A cada juez se entregó dos vasos plásticos, donde uno de ellos contenía agua para el lavado bucal y el otro para recibir el agua utilizada.

Las muestras individuales se colocaron en platos plásticos de color blanco previamente numerados, para facilitar la evaluación de color y evitar alteraciones de sabor y olor del producto, además se suministró agua y el cuestionario guía.

Los catadores recibieron muestras del producto asado por tratamiento para realizar el análisis de las características apariencia, aroma y sabor, color y textura. La cantidad entregada por muestra fue igual para cada juez y en forma aleatoria e identificada por tratamiento, el producto fue probado tres veces por los catadores.

A cada juez se le entregó 12 muestras colocadas individualmente en platos plásticos al azar y al mismo tiempo, esto para evitar el efecto contraste que se presenta cuando se evalúan dos o más muestras al mismo instante. La calificación se realizó en forma individual otorgando los puntajes de acuerdo a las exigencias del Cuestionario 1, Anexo P.

5.13 VARIABLES A EVALUAR

5.13.1 Consumo de alimento. Se determinó por la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y la cantidad rechazada.

5.13.2 Incremento de peso. Se determinó el peso inicial de los animales y luego se hicieron pesajes cada 15 días. El incremento de peso se obtuvo restando al peso final el peso inicial.

IP = Peso final – Peso inicial

5.13.3 Conversión alimenticia (CA). Se determinó mediante la relación de alimento consumido en Kilogramos e incremento de peso.

CA = $\frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Incremento de peso}} \times 100$

5.13.4 Rendimiento en canal (RC). Para analizar esta variable se tomó una muestra representativa al azar de 5 animales por cada tratamiento para un total de 15 animales.

Antes del sacrificio, los animales se llevaron a un periodo de ayuno de 18 horas, ya que esto influye en el contenido de la ingesta en el tracto distorsionando el valor porcentual del rendimiento en canal. Los cuyes se sacrificaron iniciando con una etapa de inmovilización; a este proceso se hace un corte en la yugular con el fin de lograr un adecuado desangrado. Paralelamente a esta operación se calentó agua a una temperatura de 70 °C para facilitar el desprendimiento o salida del pelo.

El escaldado se inicio introduciendo el animal en agua caliente por periodos cortos de tiempo (5 o 10 segundos) por varias veces hasta que el pelo se desprendiera en forma suave.

El eviscerado se realizó haciendo un corte transversal en el abdomen para luego retirar las vísceras blancas (estomago, intestino delgado y grueso) y vísceras rojas (corazón, pulmones, hígado, Baso). Es importante resaltar que la canal en cuyes incluye la cabeza, patas y riñones.

Para la determinación de rendimiento en canal, inicialmente se pesó el animal en vivo, una vez sacrificado se hizo la separación de la sangre, vísceras rojas, vísceras blancas y pelo, los cuales se pesaron en forma independiente. La canal se calculó por diferencia entre el peso vivo y el peso de las partes separadas del animal.

$$RC = \frac{\text{Peso vivo} - (\text{sangre} + \text{vísceras rojas} + \text{vísceras blancas} + \text{pelo})}{\text{Peso vivo}} \times 100$$

5.13.5 Prueba de catación

5.13.5.1 Apariencia: para evaluar esta característica se calificó con un puntaje de 0, 1 y 2, donde 0 es el puntaje mas bajo y el producto presenta quemaduras superficiales, 1 el que presenta exudado de agua y grasoso y 2 el puntaje más alto, donde el producto presenta superficie regular y buena presentación.

5.13.5.2 Color: para evaluar esta característica se tuvo en cuenta un puntaje de 0, 3 y 6 donde 0 es el puntaje más bajo y el producto presenta colores anormales (rojo intenso, gris, verdoso, manchado o vetado), 3 cuando el producto presenta decoloración, colores muy claros y pálidos y 6 el puntaje más alto, donde el producto presenta un color característico (marrón claro, rosado)

5.13.5.3 Aroma y sabor: para evaluar esta característica se tuvo en cuenta un puntaje de 0, 5 y 8, donde 0 es el puntaje más bajo y el producto presenta un aroma o sabor a viejo, rancio y/o ahumado, 5 cuando el producto presenta un sabor insípido, salado, picante, muy grasoso, y 8 el puntaje más alto, donde el producto presenta un olor característico a la carne de la especie, sabor agradable, condimentado o sazonado.

5.13.5.4 Textura: para evaluar esta característica se tuvo en cuenta un puntaje de 0, 2 y 4, donde 0 es el puntaje más bajo y el producto presenta costra dura, difícil de cortar, 2 cuando el producto presenta una textura pegajosa o gelatinosa, suave, y 4 el puntaje más alto, donde el producto presenta una textura firme, blanda y jugosa.

5.14 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se determinó realizando un análisis parcial de costos para calcular la eficiencia económica de cada uno de los tratamientos. Teniendo en cuenta el costo del pie de cría, droga veterinaria, mano de obra, materiales de aseo, servicios, alimento necesario por tratamiento y los costos que implica el proceso de obtención de harina de lombriz (cosecha, seca y molido) y elaboración de cada suplemento.

Además se calculó ingresos por venta de animales y venta de lombricompuesto para cada uno de los tratamientos.

Figura 7. Prueba de catación de los tratamientos



6. PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la tabla 8 se muestra un resumen de los resultados obtenidos en cada una de las variables productivas en cada tratamiento.

Los anexos B, C, D y E muestran las ANDEVAS de las variables productivas evaluadas consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal respectivamente.

Los resultados de la prueba de catación con su respectiva prueba de Kruskal Wallis se muestran en los anexos J, K, L y M para las variables apariencia, color, aroma y sabor, y textura.

Tabla 8. Resumen de los resultados de parámetros productivos en cuyes de levante y engorde, sometidos a varios niveles de harina de lombriz .

PARAMETROS PRODUCTIVOS	T1	T2	T3
Periodo experimental (días)	79	79	79
Numero de animales	24	24	24
Peso inicial (g)	305,83	298,75	298,33
Peso final (g)	1232,92	1239,58	1167,92
Consumo de forraje en m.s. (kg)	82,8	82,2	83,7
Consumo de suplemento en m.s. (kg)	46,6	45,3	46,6
Consumo total de m.s (kg)	129,4	127,6	130,2
Consumo alimento/animal/periodo (g)	5390,97	5315,6	5426,05
Consumo alimento/animal/día (m.s) g	68,24	67,29	68,68
Incremento de peso/animal/periodo (g)	927,08	940,83	869,58
Incremento de peso/animal/día (g)	11,88	12,05	11,13
Conversión alimenticia	5,82	5,66	6,23
Rendimiento en canal %	66,26	67,71	66,32

6.1 Consumo de Alimento. En la figura 8 se observa el consumo de alimento en materia seca promedio por animal en los setenta y nueve días de ensayo por cada tratamiento, con un consumo para T1 de 68,24 g, T2 67,29 g y T3 68,68 g.

Al realizar el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas significativas, lo que indica un comportamiento similar entre los tratamientos.

La similitud en el consumo de alimento en los distintos tratamientos demuestra que los cuyes no tuvieron predilección por el tipo de alimento y más concretamente en lo que se refiere a elección de la fuente de proteína como la harina de lombriz y la torta de soya en particular.

El comportamiento en el consumo de forraje y suplemento en materia seca fue muy homogéneo para los distintos tratamientos. La inclusión de harina de lombriz en reemplazo de la torta de soya no afectó los resultados de esta variable, esto obedeció posiblemente a la uniformidad en la concentración energética de las raciones.

Al respecto, Preston y Leng, citados por Calpa y Melo, manifiestan que el consumo es uno de los mejores indicadores de la calidad del alimento y su digestibilidad. La uniformidad en el consumo depende del equilibrio apropiado de nutrientes en los productos de la digestión. Por otra parte, las propiedades organolépticas como el olor y sabor de las dietas hacen deseable el consumo de estos alimentos⁶⁷.

Además, los valores de consumo en materia seca obtenidos para cada tratamiento son normales y acordes a un sistema de alimentación balanceado para cuyes en las etapas productivas objeto de estudio, ya que los valores encontrados por Díaz, Zambrano y Caycedo, quienes evaluaron rendimientos de cuyes de engorde alimentados con pasto Aubade y cubos multinutricionales durante 70 días de ensayo, encontraron un consumo diario de alimento de 69.5 gr/anl/día⁶⁸.

6.2 Incremento de peso. En la figura 8 se observa el incremento promedio de peso por animal en cada tratamiento durante 79 días de ensayo, mostrando un incremento de peso para el T1 de 11.88 g, T2 12.05 g y para el T3 11.13 g. Al realizar el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos.

⁶⁷ CALPA, A. y MELO, S. Valoración nutritiva del ensilaje Obonuco Triticale 98 (*Triticum spp*) y Avena (*Avena sativa*) línea 15/85 y Cayuse de la alimentación de vacas Holstein mestizo en producción en el Altiplano de Pasto. Pasto. Colombia, 2003, 25 p. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

⁶⁸ DIAZ, J. ZAMBRANO A. Y CAYCEDO V. A. Utilización de cubos multinutricionales como suplemento en la alimentación de cuyes de engorde. Pasto. Colombia, 1990, 64 p. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de zootecnia.

Figura 8. Consumo de alimento total en M.S (g) por animal en los 79 días de ensayo en las fases de levante y engorde del cuy.

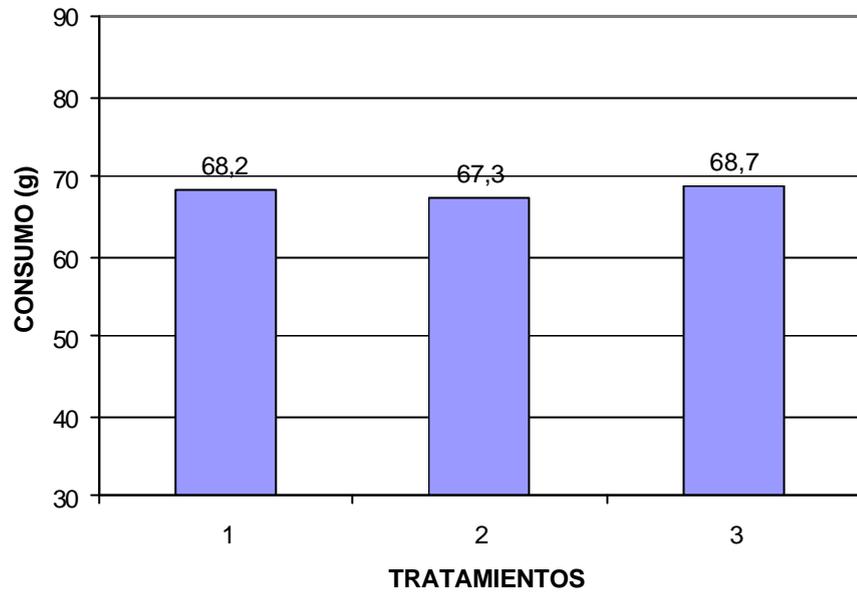
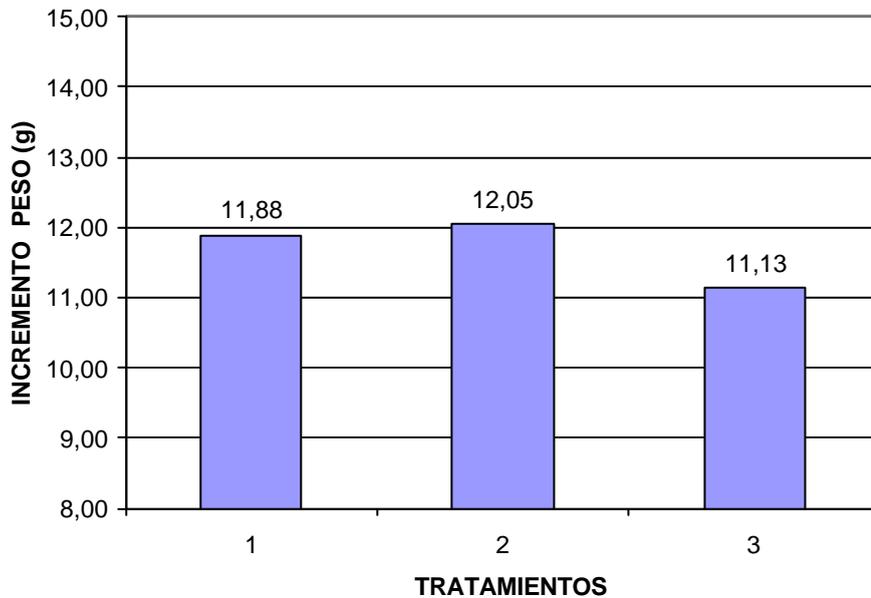


Figura 9. Incremento de peso promedio (g) por animal en los 79 días de ensayo en las fases de levante y engorde del cuy.



Aunque no existieron diferencias estadísticas significativas se observó que el T2 con el 50% de harina de lombriz y 50% de soya supera ligeramente en incremento al T3 y T1 esto se debió probablemente a la complementariedad de las proteínas animal y vegetal donde su aporte nutricional se ve reflejado en la calidad proteica con respecto a los aminoácidos siendo estas proteínas el complemento para un buen aporte alimenticio.

Debido a los resultados podemos decir que la mezcla de diferentes fuentes proteicas en este caso animal y vegetal funciona.

Con respecto a la calidad de proteína se esperaba un mayor incremento de peso en los animales alimentados con 100% de harina de lombriz, ya que el aporte nutricional según el análisis proximal realizado es del 68% de proteína bruta, sin embargo la calidad de esta proteína pudo verse afectada ya que estas lombrices fueron alimentadas con un subproducto del compostaje llamado granzón, compuesto en un gran porcentaje por lignina y celulosa, y en un bajo por material orgánico por lo tanto las condiciones en las que fueron alimentadas se vieron reflejadas en las variables evaluadas.

El comportamiento en incremento de peso, desde el punto de vista estadístico, refleja lo obtenido en el consumo de alimento. El adecuado equilibrio nutricional permitió probablemente que los cuyes logren rendimientos en peso similares, lo que indica que estos resultados pueden ser producto de una adecuada disponibilidad de nutrientes, tanto en harina de lombriz como la torta de soya, que son requeridas por el animal en las fases de crecimiento y engorde (figuras 9 y 10).

Independientemente de la inclusión o no de la harina de lombriz en las dietas, esta investigación obtuvo mejores promedio de peso a los 3 meses (1300 g), comparados con los reportados por el Ministerio de Agricultura del Perú en tres países andinos (826,3 g).

La gráfica de la figura 10 describe una curva de crecimiento normal, mostrando que los animales aumentan de peso progresivamente con la edad. Reiterando que la alimentación de los cuyes fue con una buena fuente de proteína mostrando que el comportamiento en el consumo de pasto y suplemento fue muy homogéneo para los distintos tratamientos.

Figura 10. Curvas de crecimiento promedio por tratamiento en los 79 días de ensayo en las fases de levante y engorde del cuy.

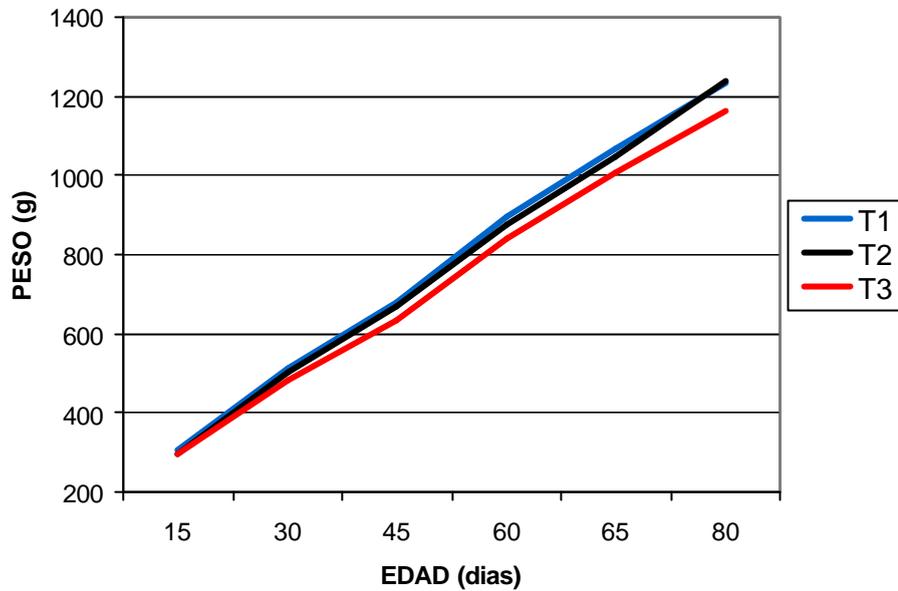
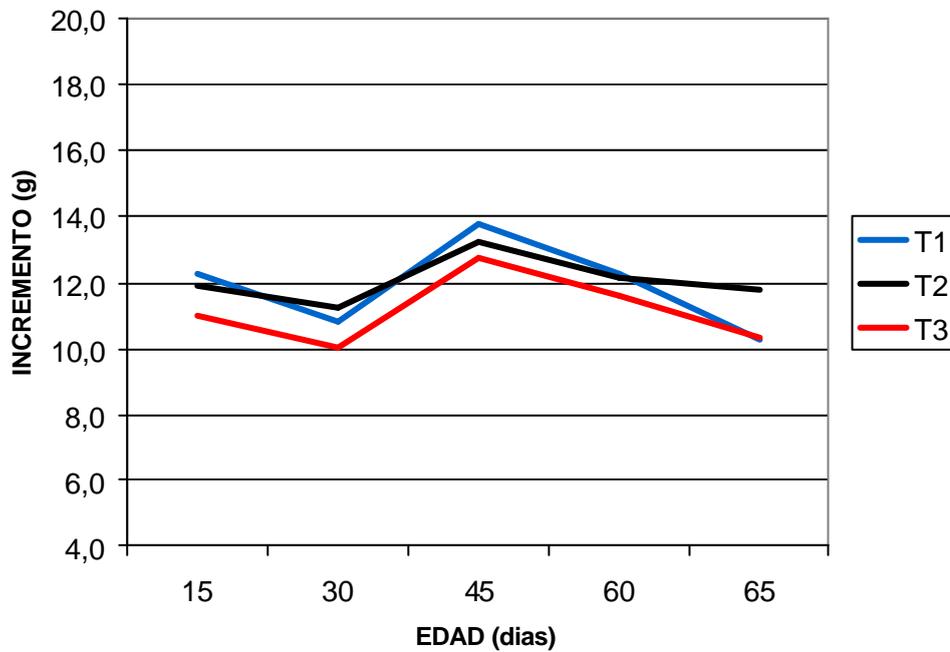


Figura 11. Curva de Incrementos de peso promedio por tratamiento en los 79 días de ensayo en las fases de levante y engorde del cuy.



Los resultados de la figura 11 corroboran lo obtenido por Aliaga *et al* (1994) en el Perú, quienes encontraron mayores incrementos de peso en las primeras semanas con menores consumos de suplemento, respecto a las últimas semanas donde el consumo es mayor con bajas ganancias de peso⁶⁹.

Los resultados de la figura 11 manifiestan que los tratamientos obtuvieron los mayores incrementos de peso a partir de los 30 días hasta los 45 días de edad, transcurrida esta etapa, los incrementos de peso disminuyeron pero, como muestra la figura el T2, tiende a estabilizarse sin bajar tanto como el T1 y T3 en los 65 días. Esto se debió probablemente a los efectos colaterales del uso de la harina de lombriz, ya que ésta, según Lombricultura 21 SA estimula, por equilibrio bioquímico, las funciones vitales (cerebral, cardíaca, hormonal, sexual...), lo que ocasionaría entre machos estrés, por lo tanto, peleas y bajas de peso; sin embargo, su uso según Lombricultura 21 SA, proporciona alivio a fatigas físicas y mentales, lo que explica que el T2 baja de peso pero tiende a estabilizarse y a mantener su incremento de peso, al contrario del T1 y T3 que su incremento baja notablemente.

Los requerimientos, tanto en proteína como de aminoácidos, para las fases en estudio, son adecuadamente suplidos por la harina de lombriz y la torta de soya como fuente de proteína, tal como se observa en el cuadro comparativo de composición de aminoácidos de estas dos fuentes (tabla 5), que están en igualdad de condiciones con respecto al aminoácido metionina, con un valor superior de lisina para la harina de lombriz sin embargo, este último no influyó en las diferencias de incremento de peso.

En relación a este tema, Aliaga, Carhuamaca y Torregaray utilizaron suplementos proteicos con harina de lombriz nativa y harina de pescado en raciones isoproteicas e isocalóricas ofrecidas a cuyes en crecimiento, obteniendo resultados de incrementos de peso muy similares para las dos fuentes (391.23 g para harina de lombriz y 398.2 g para harina de pescado).

Los anteriores resultados, en cierto modo, concuerdan con los obtenidos en el presente trabajo, concretamente en lo referente al equilibrio nutricional de las dietas evaluadas.

En esta investigación se lograron incrementos de peso superiores a los reportados por Beltrán y López, citados por Morales y Reyes, quienes encontraron valores de 10.43 g diarios por animal en un periodo experimental de 75 días utilizando

⁶⁹ ALIAGA R.L. *et al*. Concentrado ofrecido al inicio y/o acabado y su efecto en el engorde de cuyes híbridos. Sistemas de producción animal. Perú. 1994. p. 32.

animales de 1 mes de edad alimentados con pasto tetralite y suplemento con 17% de proteína⁷⁰.

6.3 Conversión alimenticia

En la figura 12 se indica la conversión alimenticia promedio en cada uno de los tratamientos en el periodo de 79 días de ensayo. Los resultados obtenidos fueron: T1: 5.82, T2: 5.67 y T3: 6.23.

Al realizar el análisis de varianza, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). Las dos fuentes proteicas tuvieron un comportamiento similar para los tratamientos, mostrando ser buenas fuentes para la alimentación para cuyes.

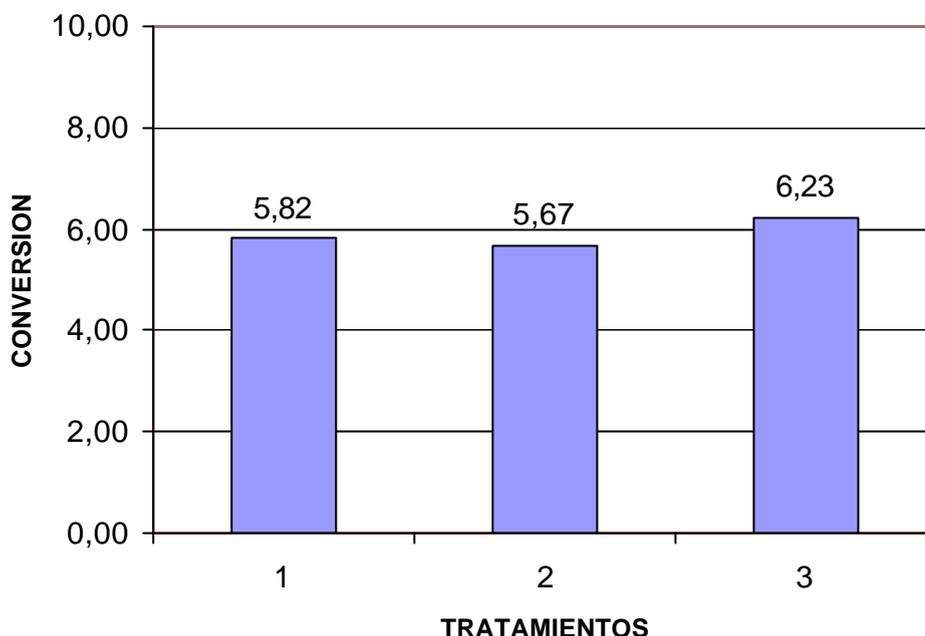
Aunque no existieron diferencias estadísticas significativas se puede observar que el T2 supera ligeramente en conversión al T3 y T1. Dado los resultados probablemente hubo una mejor conversión debido a la mezcla de las dos fuentes proteicas complementándose entre si en cuanto a la calidad de proteína.

Esto nos demuestra que la mezcla de diferentes fuentes proteicas en este caso animal y vegetal, funciona.

La uniformidad, tanto en el consumo de alimento en materia seca y los incrementos de peso obtenidos, se reflejan también en la conversión alimenticia, mostrando un adecuado grado de aprovechamiento de las dietas utilizadas, producto del equilibrio nutricional que es una consecuencia de la calidad de los alimentos que consumieron los cuyes.

⁷⁰ MORALES, Marcelo y REYES, Héctor. Comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) tipo carne con un sistema de crianza en jaulas individuales. Pasto. Colombia: 2005, 53 p. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

Figura 12. Conversión alimenticia para cuyes en la fase de levante y engorde.



Los valores generales obtenidos en este proyecto demuestran una mejor conversión alimenticia que los reportados por el PORTAL AGRARIO del Ministerio de Agricultura, donde los cuyes mejorados, explotados en sistemas de cría comerciales en los que se administra una alimentación mixta (forraje más suplemento), logra una CA de 6,5 a 8,0. (Tamaki, 1972; Saravia, Muscari y Chauca, 1985)⁷¹

Caycedo, citado por Delgado y Zambrano, encontró: "Que en animales mejorados alimentados a base de forraje y suplemento durante la fase de crecimiento y engorde, la conversión alimenticia oscilaba entre 8 y 12, resultados que fueron más bajos a los obtenidos en el presente trabajo⁷².

6.4 Rendimiento en canal

Después de concluida la producción, queda la etapa más importante, que es la de llegar al mercado. La productividad de una reproductora, el crecimiento de la

⁷¹ PORTAL AGRARIO. Ministerio de Agricultura. Realidad y problemática del sector pecuario – Cuyes. [on line]. 2006. [Perú]. [citado 9 noviembre., 2006]. Disponible en Internet: URL: www.portalagrario.gov.pe/index.php.

⁷² CAYCEDO, Op. Cit., p.65

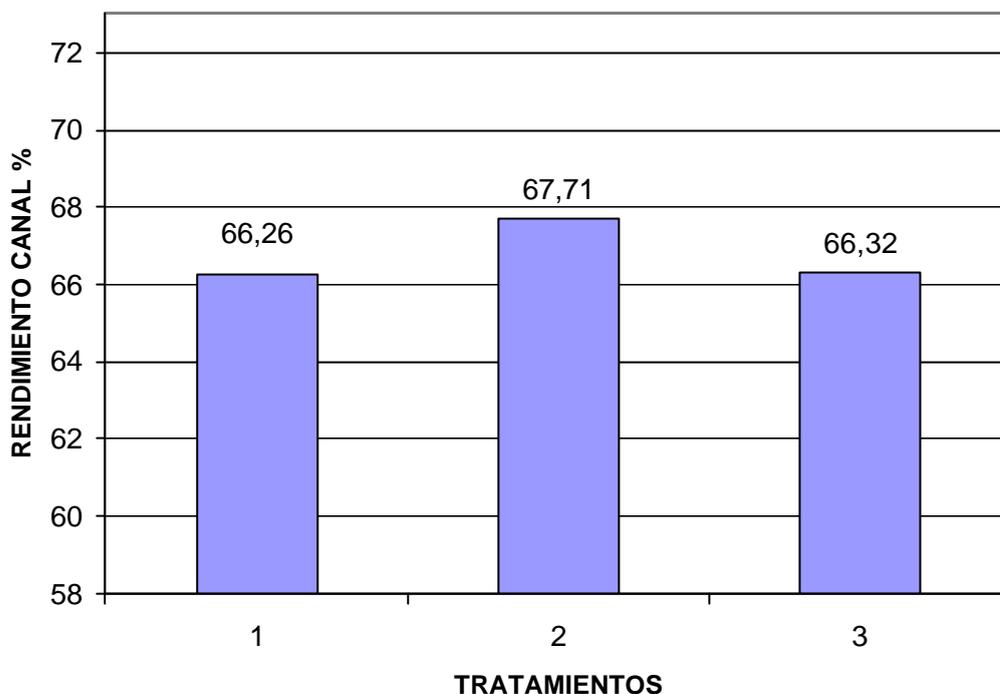
recría y la eficiencia en convertir alimento, así como la disminución de la mortalidad son determinantes en el éxito de la crianza de cuyes. Los estudios en la etapa de post-producción involucran los valores agregados que deben conseguirse para llegar al mercado con un producto de calidad. A este nivel se debe trabajar con las canales para determinar los factores que afectan su rendimiento. Entre los factores que influyen en el rendimiento se tiene el tipo de alimentación, la edad, el genotipo y la castración.

En la figura 13 y tabla 9 se indica el rendimiento en canal promedio en cada uno de los tratamientos en el periodo de 79 días de ensayo, los resultados obtenidos fueron: T1 66.26, T2 67.71 y para el T3 66.32%. Al realizar el análisis de varianza no encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$).

Tabla 9. Pesos y rendimientos en promedio de la canal en cuyes de levante y engorde.

Partes del Animal	T1		T2		T3	
	PESO	%	PESO	%	PESO	%
Animal in vivo	1156	100	1166	100	1259	100
Canal	766	66,3	782	67,1	842	66,9
Sangre	42	3,6	36	3,1	27	2,1
Pelo	68	5,9	54	4,6	68	5,4
Viceras Rojas	56	4,8	58	5,0	70	5,6
Viceras Blancas	224	19,4	236	20,2	252	20,0

Figura 13. Rendimiento en canal para cuyes en la fase de levante y engorde.



Con el objetivo de comparar la composición nutricional de las canales se realizó un análisis bromatológico, tomando un animal por tratamiento. En los datos se observó que T1 21.19% y T3 19.39% comparados con T2 13.19% presentaron mayor grasa intramuscular. En porcentaje de proteína ocurrió el caso contrario, donde T2 78.73% supera a T1 71.95% y T3 72.56%. Probablemente esta asociación entre porcentaje de grasa y proteína es lo que determinó la aceptación del producto en el momento de la prueba de catación.

Adicional a esto, se pesó la cantidad de carne y grasa corporal de las canales, donde se observó que T1 tiene 55 g, T2 22 g y T3 16.6 g de grasa en promedio. La cantidad de carne fue 132 g, 157 g y 163 g en promedio respectivamente. Por lo anterior se afirma que el T3 obtuvo mayor masa muscular y menos cantidad de grasa, motivo por el cual las canales de este tratamiento son más apetecidas por el consumidor.

Los aportes de calcio, fósforo y hierro (tabla 11) en la carne de los animales de esta investigación son superiores a los reportados por el Ministerio de Salud en la tabla de composición de alimentos colombianos donde muestran carnes de otras

especies de consumo humano con aportes de calcio 22, 5 y 14 mg; fósforo 220, 186 y 200 mg y hierro 2.8, 2.7 y 1.5 mg en carne de conejo, chigüiro y aves respectivamente, indicando la calidad nutricional del cuy sobre otras especies.⁷³

6.5 Prueba de catación

6.5.1 Apariencia

Se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para la variable apariencia, mediante la prueba de Kruskal Wallis (Anexo J). Se observó que los tratamientos T2 1.375 y T3 1.708 comparados con el T1 1.125, mejoraron dicha característica. Posiblemente porque la lombriz proporcionó proteína que da una formación compacta al músculo con una cantidad más baja de grasa, disminuyendo así las quemaduras superficiales al momento de asarlos.

Se logró demostrar que los panelistas aceptaran el producto asado y que el suministro de dieta con harina de lombriz en los diferentes tratamientos mejoró la característica apariencia en forma directa.

Para la preparación no se agregó grasa para el proceso de asado, permitiendo un asado con la grasa del mismo animal, percibiendo en T2 y T3 una mayor resistencia a quemarse sin presentar ampollas en la superficie, deduciendo que la inclusión de harina de lombriz proporcionó una cantidad de colágeno aportando dureza y crocante al cuy asado; situación que no ocurrió en el T1.

La carne no fue sometida a proceso de maduración y la preparación del producto (cuy asado) se hizo mediante el método tradicional, los animales se sacrificaron e inmediatamente se sometieron al asado; por lo tanto, no se presentaron problemas de descomposición o contaminación que podría afectar en algún momento esta variable.

Levetsov (1982), citado por Cardona, manifiesta que en aves y animales pequeños el proceso de maduración de la carne no tiene tanta importancia como en los animales de abasto⁷⁴.

Por consiguiente, esta carne es apta para cualquier preparación culinaria momentos después de la matanza sin afectar su calidad.

⁷³ INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR. Tabla de composición de alimentos colombianos. Editorial ICBF, Bogotá, Colombia, 6ª edición, 1992, P. 42.

⁷⁴ CARDONA, Aurelio. Principios básicos de la ciencia de la carne. Universidad de Na riño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 1994, p. 182.

Los catadores, al momento de la calificación cuantitativa sobre la característica apariencia, tuvieron en cuenta percepciones visuales como el aspecto, calidad y presentación de la carne asada.

6.5.2 Color

No presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, mediante la prueba de Kruskal Wallis (Anexo K) para la característica color.

Los catadores lograron cuantificar esta variable apoyados en las percepciones visuales y de comparación con carnes de otras especies.

Es difícil medir con precisión esta variable, ya que propiedades como el color son de orden subjetivo y dependen netamente del gusto individual y de la sensación visual del catador; sin embargo, vale la pena recordar que las pruebas de degustación y sensoriales, se realizaron a través de la selección de jueces y los resultados se consiguieron con los puntajes asignados para cada variable y el procedimiento estadístico.

Coloraciones rojas brillantes de la carne fresca se deben a la reacción de los pigmentos con el oxígeno molecular. El color de la carne depende básicamente del pH post-mortem.

Es importante precisar que los tres tratamientos presentaron un color cereza claro, color normal de la carne fresca. El pH del músculo influye sobre el color de la carne. Cuando el animal muere, los tejidos son ligeramente alcalinos, pero el ácido láctico derivado del glucógeno se acumula en el músculo post-mortem.

6.5.3 Aroma y sabor

Al analizar los datos de la variable aroma y sabor, se encontraron diferencias estadísticas significativas mediante la prueba de Kruskal Wallis (Anexo L).

En relación a esta característica, se observó que los tratamientos T2 y T3 comparados con el T1, mejoraron dicha característica.

Los resultados obtenidos permiten precisar que factores como la alimentación de los animales, incidió directamente sobre la característica mencionada.

Dentro del factor alimentación, es oportuno mencionar que el uso de la harina de lombriz tuvo una marcada influencia en el sabor de la carne de cuy, ya que dio un sabor agradable para el catador.

Al respecto, ALMANZA y MONTTOYA mencionan:

Los factores que influyen en el aroma de la carne de cuy son: alimentación, raza, edad, especie y estado químico (factor intrínseco); y grado de sangría, estado de conservación, tipo de procesamiento, contaminación y estado patológico (factor extrínseco)⁷⁵.

6.5.4 Textura

Mediante la prueba de Kruskal Wallis (Anexo M), no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para la variable textura. Esta respuesta demuestra que los catadores aceptaron la característica textura de la carne de cuy de los diferentes tratamientos de igual manera y que la dieta suministrada a los animales no afectó dicha característica.

Es importante aclarar que el término textura se puede expresar como suavidad o terneza en carne.

Los animales utilizados para la prueba sensorial tenían 94 días de edad, es posible afirmar que el resultado que se obtuvo a través del panel de degustación sea una lógica aceptación por carnes blandas y jugosas que produce un animal a temprana edad al sacrificio.

Tabla 10. Valores obtenidos para las distintas características en la prueba de catación.

VARIABLE	T1	T2	T3
Apariencia *	1.125	1.375	1.708
Color	4.75	4.38	4.13
Aroma y sabor *	5.88	6.54	7.50
Textura	2.75	2.75	3.33

* denota diferencias estadísticas significativas

La calificación cuantitativa de la textura se basa en el concepto perceptivo de dureza, jugosidad, blandura, facilidad de corte y palatabilidad; característica que está determinada por la preferencia de los consumidores.

⁷⁵ ALMANZA, Inárida y MONTTOYA, Aída de los Ángeles. Métodos o sistemas de conservación aplicados al medio: técnicas adecuadas para el procesamiento de la carne de curí a nivel rural. Santafé de Bogotá, 1985, 227 p. Tesis de grado (Ingeniera de Alimentos). Universidad INCCA de Colombia. Facultad de Ciencias Técnicas.

Para la prueba de catación se evaluó cuantitativamente los factores de calidad de las carnes asadas, encontrando diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para las variables apariencia, aroma y sabor, mediante la prueba de Kruskal Wallis, observando que los tratamientos T2 y T3, comparados con el T1, mejoraron dichas características (tabla 10).

Para las características color y textura no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Esto demuestra que los catadores aceptaron las características textura y color de la carne de cuy de los diferentes tratamientos de igual manera y que la dieta suministrada a los animales no afectó dicha característica.

En la tabla 11 se observan la composición nutricional de la carne de cuy en cada tratamiento, resaltando que T2 78.73 supera en porcentaje de proteína a T3 72.56 y T1 71.95. De la misma manera, T2 13.19 tiene el valor mas bajo de grasa.

Considerando las variables organolépticas y de composición de la carne, se puede destacar que las canales del T2 tienen mayor masa muscular, otorgando un valor agregado sobre los demás tratamientos.

Tabla 11. Análisis bromatológico de la carne de cuy

ANÁLISIS	T1		T2		T3	
	% B.H.	% B.S.	% B.H.	% B.S.	% B.H.	% B.S.
Humedad	75,60		77,20		75,33	
Materia Seca	24,40		22,80		24,67	
Ceniza	1,05	4,29	1,05	4,6	1,01	4,11
Extracto Etéreo	5,17	21,19	3,01	13,19	4,78	19,39
Fibra cruda	0,44	1,79	0,38	1,66	0,38	1,55
Proteína	17,56	71,95	17,95	78,73	17,90	72,56
E.N.N.	0,19	0,77	0,42	1,83	0,59	2,39
Calcio	0,02	0,09	0,02	0,08	0,02	0,09
Fósforo	0,21	0,85	0,27	1,19	0,20	0,80
Hierro (ppm)	18,00	73,00	19,00	82,00	16,00	66,00

6.6 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS

En la tabla 14 se muestran los resultados económicos para los 72 animales (24 animales por tratamiento), utilizados en el ensayo, teniendo en cuenta costos fijos, costos variables, imprevistos, mano de obra, servicios, medicamentos y rentabilidad.

Los mayores ingresos por concepto de venta de animales los obtuvo el tratamiento T2 \$288.000 seguido del T3 \$240.000 y T1 \$240.000; esto se debió a que los animales del Tratamiento T2 llegaron al peso ideal primero que T1 y T2.

Además tuvieron mayor grado de aceptación entre los compradores debido a su peso y apariencia.

En las tablas 12 y 13 se detalla los diferentes costos de alimentación por tratamiento, encontrando al T1 con valores ligeramente bajos con respecto al T2 y T3 tratamientos en los que se encuentra involucrada la harina de lombriz con un costo más alto.

Cabe anotar que en los tratamientos T2 y T3 se genero un ingreso extra por la producción de humus debido a la utilización de la lombriz, compensando así los costos.

Tabla 12. Costo de las materias primas usadas en la elaboración de los suplementos

INGREDIENTES	T1			T2		T3	
	Valor X Kg	Cantidad Kg	Costo Total	Cantidad Kg	Costo Total	Cantidad Kg	Costo Total
Maíz	\$ 600	16,83	\$ 10.098	16,83	\$ 10.098	16,83	\$ 10.098
Soya	\$ 1.600	11,8	\$ 18.880	5,9	\$ 9.440	0	\$ -
Mogolla	\$ 550	25,2	\$ 13.860	25,2	\$ 13.860	25,2	\$ 13.860
Melaza	\$ 1.200	6,6	\$ 7.920	6,6	\$ 7.920	6,6	\$ 7.920
Premezcla Vitamínica y Mineral	\$ 1.400	1,6	\$ 2.240	1,6	\$ 2.240	1,6	\$ 2.240
Carbonato de Calcio	\$ 500	0,315	\$ 158	0,315	\$ 158	0,315	\$ 158
Fosfato bicalcico	\$ 1.500	0,63	\$ 945	0,63	\$ 945	0,63	\$ 945
Harina de Lombriz	\$ 1.800	0	\$ -	5,9	\$ 10.620	11,8	\$ 21.240
TOTAL		63,0	\$ 54.101	63,0	\$ 55.281	63,0	\$ 56.461

Tabla 13. Costos de alimentación

Detalle	T1	T2	T3
Costos de Alimentación (\$)			
Forraje 75%	\$ 15.051	\$ 14.957	\$ 15.080
Suplemento 25%	\$ 54.100	\$ 55.280	\$ 56.460
Valor total Kg de alimento consumido (\$)	\$ 534,26	\$ 550,61	\$ 549,37
Consumo de alimento total (Kg)	129,36	127,56	130,22
Costo por tratamiento (\$)	\$ 69.111,80	\$ 70.235,81	\$ 71.538,96

Tabla 14. Análisis parcial de costos para cada tratamiento

CONCEPTO	Tratamientos		
	T1	T2	T3
1. EGRESOS			
Compra animales	120.000	120.000	120.000
Extracto alcohólico			
Alcohol potable 96°	200	200	200
Agua destilada	100	100	100
Ajo	300	300	300
Azúcar	50	50	50
Total	120.650	120.650	120.650
Costos de alimentación	69.112	70.236	71.539
Mano de obra	39.500	39.500	39.500
Desinfectantes	533	533	533
Servicios	416	416	416
SUBTOTAL	230.250	231.336	232.639
2. INGRESOS			
Venta de Animales	240.000	288.000	240.000
Venta de Humus	0	11.044,8	22.089,6
3. INGRESO BRUTO	240.000	299.044,8	262.089,6
4. INGRESO NETO	9.750	67.708,8	29.450
5. RENTABILIDAD %/Periodo	4,23	29,27	12,66

El tratamiento T2, al tener un buen peso final y precio de venta por animal presentó la más alta rentabilidad del periodo con un 29.27%, seguido de T3 12.66% y del T1 4.3%.

Cabe resaltar que los tratamientos con adición de harina de lombriz además del beneficio económico también proporcionar un beneficio ambiental por la transformación de residuos orgánicos.

6.7 ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE HARINA DE LOMBRIZ, HUMUS Y GRANZON

Obtenida la harina de lombriz, se realizaron los análisis de laboratorio tanto fisicoquímicos, bromatológicos, microbiológicos, organolépticos y de metales pesados (Cadmio, Plomo, Arsénico, Paladio, Cromo) (Tablas 8, 9, 10) que certifiquen la calidad composicional de la materia prima obtenida y su aptitud para el fin propuesto.

Tabla 15. Composición de ácidos grasos presentes en la harina de lombriz

NUTRIENTE	%
Caprico	1.8
Laurico	6.2
Tridecanoico	1.4
Miristico	3.6
Pentadecanoico	1.4
Palmitico	16.1
Palmitoleico	3.0
Esteárico	28.1
Elaldico	1.1
Oleico	8.6
Linoleico	17.9
Linolenico	4.8
Araquidico	1.3
Behenico	4.6

Laboratorio de Cromatografía universidad industrial de Santander.

Según Ulrico Moser:

La presencia de ácidos grasos insaturados como: esteárico, linoleico y araquidonico en un alimento indica que éstos nos proporcionan grandes beneficios para el corazón, aumento del desempeño cerebral y el sistema inmunológico. Si la L.R.C. posee estos ácidos se convierte en un alimento altamente nutritivo y beneficioso en las dietas⁷⁶.

⁷⁶ ULRICO Moser. Vitaminas, Ácidos Grasos y Carotenoides. En: Revista Industria alimenticia. (17º Nº 7: 2006: Washington). Washington: Stagnito Communication, 2006, p. 130.

Tabla 16. Análisis microbiológico de la harina de lombriz

PARAMETRO	RESULTADO
Rcto. de bacterias Aerobias Mesófilas/g	163.000
NMP Coliformes Totales/g	23
NMP Coliformes Fecales/g	< 3
Rcto. Esporas de Clostridium sulfito reductor/g	600
Rcto. Mohos y Levaduras	200
Listeria/g	Negativo
Salmonella /25 g	Negativo

Laboratorio del ambiente y productos de consumo IDSN

NMP: Número más probable

La harina de lombriz, obtenida en APROBORCA es un producto seco con bajo de contaminantes microbiológicos y/o contaminantes químicos, como se constató a través de los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio, también se comprobó su elevada proteína bruta que se encuentra en un 62%, corroborando así su alto valor proteico; se ha tratado de conservar las condiciones óptimas como su contenido de humedad, estandarizado en el 12% y garantizar una buena conservación y almacenamiento.

Tabla 17. Análisis de metales pesados de harina de lombriz

DETERMINACION	RESULTADO
Mercurio como Hg, en ppm (mg/kg)	N.D < 10
Arsénico como As, en ppm (mg/kg)	N.D < 7.1
Cadmio como Cd, en ppm (mg/kg)	N.D < 0.3
Plomo como Pb, en ppm (mg/kg)	N.D < 2.0
Zinc como Zn, en ppm (mg/kg)	95.38

Laboratorio de análisis industrial Universidad del Valle

N.D: No detectable

El método utilizado para realizar estos análisis fue el de espectrofotometría de absorción atómica, no se detectaron metales como mercurio, arsénico, cadmio y plomo, el único metal presente en una cantidad considerable es el Zinc. Se tomaron las debidas precauciones para que la cantidad no sobrepase los límites y no afecte el sistema digestivo de los animales.

Con el análisis microbiológico, bromatológico y de metales pesados hechos a la harina de lombriz se estableció que esta materia prima es apta para ser utilizada en la formulación de suplementos para animales. Además se destacó que en los tratamientos donde se incluyo harina de lombriz no presentaron mortalidad demostrando su potencial como fuente de proteína.

Tabla 18. Análisis bromatológico de la harina de lombriz

Harina de Lombriz		
ANÁLISIS	% B.P.S.	% B.S.
Humedad	10.63	
Materia seca	89.37	
Ceniza	6.12	6.85
Extracto etéreo	6.39	7.15
Fibra cruda	1.92	2.15
Proteína	61.34	68.63
E.N.N.	13.60	15.22
Energía (Kcal/100g)	365	408
Calcio	0.24	0.26
Fósforo	0.96	1.07

Laboratorio de bromatología . Universidad de Nariño
 B.P.S: Base parcialmente seca. B.S: Base seca

Además se efectuó el análisis bromatológico (Tabla 19) de cada una de las dietas utilizadas en cada tratamiento, en lo que se refiere a materia seca, humedad, fibra, ceniza, extracto etéreo, extracto no nitrogenado, fósforo y calcio.

Tabla 19. Análisis microbiológico de humus de lombriz

PARAMETRO	RESULTADO
NMP Coliformes Totales/g	< 24000
NMP Coliformes Fécenes/g	29
Rcto. <i>Stafilococcus coagulasa</i> positiva/g	100
Rcto. <i>Bacillus cereus</i>	10.000
Rcto. Mohos y Levaduras	270.000
Rcto. Esporas de <i>clostridium</i>	positivo
<i>Vibrio cholera</i>	negativo
<i>Pseudomona</i>	positivo
<i>Listeria</i> /g	Negativo
<i>Salmonella</i> /25 g	Negativo

Laboratorio del ambiente y productos de consumo IDSN

NMP: Número más probable

Tabla 20. Análisis de metales pesados de humus y granzón

Determinación	Humus	Granzón	Método
Mercurio como Hg en ppm (mg/kg)	N.D. < 10	N.D. < 10	A.A Gen. De Huidruros
Arsénico como As en ppm (mg/kg)	N.D. < 7.10	N.D. < 7.1	A.A por llama
Cadmio como Cd en ppm (mg/kg)	N.D. < 0.3	N.D. < 0.3	A.A por llama
Plomo como Pb en ppm (mg/kg)	N.D. < 2.0	N.D. < 2.0	A.A por llama
Zinc como Zn en ppm (mg/kg)	75.8	125.95	A.A por llama

Laboratorio de Análisis Industriales Universidad del Valle.

N.D: no detectable. A.A: Absorción atómica.

Tabla 21. Análisis bromatológico del suplemento (T1, T2, T3)

ANÁLISIS	T 1		T 2		T3	
	% BPS	% BS	% BPS	% BS	% BPS	% BS
Humedad	11.29		11.26		10.86	
Materia seca	88.71		88.74		89.14	
Ceniza	8.96	10.10	8.34	9.40	9.00	10.10
Extracto etéreo	2.83	3.19	3.49	3.93	4.27	4.79
Fibra cruda	14.69	16.56	15.36	17.31	13.57	15.23
Proteína	17.77	20.03	18.54	20.89	20.69	23.21
E.N.N.	44.46	50.12	43.00	48.46	41.61	46.67
Calcio	1.53	1.72	1.14	1.28	1.46	1.64
Fósforo	1.10	1.24	1.10	1.24	1.28	1.44

Laboratorio de bromatología. Universidad de Nariño

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- El suministro de suplemento con harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), demostró ser una alternativa de reemplazo de la torta de soya como fuente proteica para la alimentación de cuyes.
- En las variables productivas: consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, demostrando que la inclusión de harina de lombriz en el suplemento para cuyes en levante y engorde no tiene efecto negativo sobre estas variables productivas.
- El suministro del 50% de reemplazo de torta de soya por harina de lombriz en la fases de levante y engorde de cuyes demostró ser una alternativa económicamente viable debido a que tuvo una rentabilidad del 29.27%, al llevar mayor número de animales ilesos en menor tiempo con mejores pesos a la venta y una ligera ventaja de rendimiento en canal.
- La inclusión del 50% de harina de lombriz y 50% de torta de soya mostró ser una buena alternativa por ser una dieta que busca la complementariedad en la calidad composicional y suplir en su totalidad los requerimientos de los cuyes en las fases de levante y engorde.
- A pesar de que la alimentación de la lombriz utilizada fue con un subproducto del compostaje (granzón), que en su mayoría era celulosa y lignina, se obtuvieron ganancias de peso promedio de 12.05 g animal/día.
- La prueba de catación mostró que hay diferencias estadísticas significativas en apariencia, se observó que los tratamientos T2 y T3, comparados con el T1, mejoraron dicha característica. Para el color no presentaron diferencias estadísticas significativas. La variable aroma y sabor se encontraron diferencias estadísticas significativas, en relación a esta característica se observó que los tratamientos T2 y T3, comparados con el T1, mejoraron dicha característica y en la variable textura no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

- Los tratamientos en los que se adicionó harina de lombriz T2 y T3 presentaron mayor masa muscular y menos cantidad de grasa en las canales otorgando un valor agregado al momento de la venta.

7.2 RECOMENDACIONES

- Divulgar los resultados obtenidos en esta investigación con el fin de dar a conocer el efecto positivo de la harina de lombriz roja californiana sobre los parámetros productivos en fases de levante y engorde de cuyes.
- Realizar un estudio con diferentes niveles de reemplazo de harina de lombriz a los empleados en esta investigación.
- Evaluar nuevas alternativas de suministro de harina de lombriz, en bloques multinutricionales, para cuyes con el fin de evaluar las diferentes variables productivas.
- Evaluar la respuesta nutricional de la harina de lombriz en diferentes especies teniendo en cuenta las fases y los requerimientos para cada uno.
- Realizar estudios de comportamiento productivo y composicional de la lombriz en diferentes substratos.
- Efectuar un estudio comparativo de la harina de lombriz roja californiana con diferentes materias primas tanto de origen animal como vegetal.
- Estudiar la harina de lombriz en etapas productivas y reproductivas no contempladas en esta investigación.

BIBLIOGRAFIA

A.D.A.M. Inc. Proteína de la dieta, [on line]. En: HENRY FORD HEALTH SYSTEM. Fecha de revisión: 9/2/2003. A.D.A.M. editorial. [citado 17 nov., 2006]. University of Pennsylvania Medical Center, Philadelphia, PA. Disponible en Internet: <<http://www.henryfordhealth.org/default.cfm>>

ALIAGA, R. L. Producción de Cuyes. Publicación de la UNCT, Huancayo: Universidad del Centro del Perú, Huancayo, 1979. 329 p.

_____. Concentrado ofrecido al inicio y/o acabado y su efecto en el engorde de cuyes híbridos. Sistemas de producción animal. Perú. 1994. p. 32.

AROCA, Maria y ERASSO, Maria. Evaluación de Harina de Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) como sustituto de la Harina de pescado en la alimentación de alevinos de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en fase de levante. Pasto, 1998. 21 p. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

BENAVIDES, Mónica y TREJOS, Andrés. Efecto de la planta medicinal valeriana (*Valeriana officinalis*) sobre la agresividad en la etapa de engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia. 2005. p. 84. Trabajo de grado (Zootecnista) Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

BURBANO, Douglas y VILLOTA, Diego. Evaluación de la torta de Palmiste (*Elais quinecnsis jacq*) y bagazo de Caña de Azúcar (*Sacharum officinarum*). como fuente de fibra en el rendimiento productivo y el porcentaje de grasa en canal en la fase de engorde de Cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto, 2002. 92 p. Trabajo de Grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

CALPA, Alicia y MELO, Sandra. Valoración nutritiva del ensilaje Obonuco Triticale 98 (*Triticum spp*) y Avena (*Avena sativa*) línea 15/85 y Cayuse en la alimentación de vacas Holstein mestizo en producción en el Altiplano de Pasto. Pasto. Colombia, 2003, 25 p. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

CAYCEDO, Alberto. Alimentación de Cuyes. Pasto – Colombia: Universidad de Nariño, 1985. 20 p.

_____ Experiencias Investigativas en la Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto – Colombia: Universidad de Nariño, 2002. 95 p.

CEBALLOS, R. Leonel y MORENO, C. Irma. Niveles de sustitución proteica de la torta de soya (*Glycyne maxl*) por Harina de Canola (*Brassica napus var.*) en la alimentación de pollos de asadero. Pasto – Colombia. 1987. 21 p. Trabajo de Grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

CHING, C. Fatty Acids in Foods and their healthimplications. [on line] [New York] P. 73-74. [citado 8 abr 2005]. March, J. 1977 University of Kentucky, Lexington, Kentucky. Editorial Board. Basel. Advanced Organic Chemistry. Web.URL: <http://www.adobereader.com>

CHURCH, Charles. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de animales. México: Limusa. 1990. 440 p.

CORDOBA BURGOS, Carlos Enrique y LAGOS VINUEZA, Jesús Humberto. Evaluación de la Harina de lombriz roja Californiana (*Eisenia foetida*) como sustituto parcial de la proteína en la alimentación de patos de engorde (*Anas platyrhynchos*). Pasto, 1995. 79 p. Trabajo de Grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

CORREA N, Ramón. Crianza del Cuy. Pasto – Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 1988, 60 p.

DEPOSITO DE DOCUMENTOS DE LA FAO. Producción De cuyes (*Cavia porcellus*) [on line]. [citado 8 ago 2006]. Disponible en Internet: URL: <http://www.fao.org/documents>

DIAZ, J. ZAMBRANO A. Y CAYCEDO V. A. Utilización de cubos multinutricionales como suplemento en la alimentación de cuyes de engorde. Tesis Zoot. Universidad de Nariño. Pasto. Colombia. 1990. p.64.

EDWARDS, C. A. y P. J. BOHLEN. Biology and Ecology of Earth worms. [on line]. Londres, Chapman y Hall. 425p. [citado 8 abr 2005]. Web: <http://www.manualdelombricultura.com/wwwboard/messages2/2212.html>

GUZMAN, Clara y CONDE, Carlos. Degradación de la Materia Seca y la proteína de la Torta de Soya, Algodón, Palmiste y Harina de pescado mediante técnica de la bolsa de nylon. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias 1984. 57-59 p. <http://www.fao.org/docrep/field/003/ac361e/ac361eo1.htm>

JHINGRAN, V.C., y PULIN. Integrated Livestock – Fish farming in India. Agriculture – aquaculture farming system, manila 1985[on line]. Philippines 6-9 august, 1979 [cited 9 abr., 2005]. Web: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ac361e/ac361eo1.htm>

MARTINEZ, Rubén Darío. Requerimientos nutricionales del cuy. En: PRIMER CURSO INTERNACIONAL DE CUYICULTURA. (1º : 2006 : Ibarra). Memorias del Primer Curso Internacional de Cuyicultura. Ibarra: ASOPRAN, 2006.

MONTENEGRO, Diego. Comercio Exterior online Análisis de Competitividad del sector de la Soya en Bolivia, [on line]. Santa cruz de la sierra, Bolivia, publicado 7 abr 2003. [Citado 9 may, 2005]. Web: <http://www.ibce.org.bo/comExt/comex110.htm>

MUSTAFFA B, RAIRI S and HUSSEIN H. Palm Kernel Cake in cattle Feedlotting in: Asean Food Journal, 6, 3 (1991): 102-103 p.

NIEVES, Duilio; CALDERÓN, Jesús. Inclusión de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en dietas no convencionales y suplementación con *Trichanthera gigantea* en conejos de engorde [on line]. Estado Yaracuy, Venezuela, publicado 27 feb. 2002. [citado 2 mar., 2005]. Available from the Internet. URL: <http://www.redpavfpolar.info.ve/danac/volumen6/art4/index.html>

ORTEGON, Margarita y MORALES, Fernando. El cuy (*Cavia porcellus*). Marmor, Edición Técnica. 1987. Pasto– Colombia. 294 p.

PROGRAMA DE DESARROLLO REGIONAL DELNO, Fomento del Cultivo de la Soya, [on line]. Organización de los Estados Americanos Washington D.C, 1997, [citado 8 may., 2005]. Web: <http://www.oas.org/usde/publications/unit/oea17s/ch30.htm#4.4.3.20caracteristicas%20tecnicas%20del%20cultivo>

TACON, A. G. J., STAFFORD, E. A. y Edwards, C. A.1983. A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbricid worms for rainbow trout. Aquaculture. Vol. 35. 187-199.URL: <http://www.adobereader.com>

ULRICO Moser. Vitaminas, Ácidos Grasos y Carotenoides. En: Revista Industria alimenticia. (17º N° 7:2006: Washington). Washington: Stagnito Communication, 2006, p. 130.

VELÁSQUEZ, L., HERRERA, C. e Ibáñez, I. 1986. Harina de lombriz. II Parte: Composición de ácidos grasos, factores antinutricionales y tratamiento térmico paracontrol bacterial. Alimentos. Vol. 11 (4): 9-13.

VIELMA, Rondon Rosa Alba., USUBILLAGA, Alfredo y MEDINA, Ana Luisa Estudio preliminar de los niveles de ácidos grasos de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. ¹Dpto. de Ciencias de los Alimentos. ²Instituto de Investigaciones. Facultad de Farmacia. ³Laboratorio FIRP. Facultad de Ingeniería. Universidad de Los Andes. [on line]. Mérida - Venezuela. Revista de la facultad de farmacia vol. 45 (2) [2003] URL: E-mail:rosavvefr@yahoo.com

_____, Ovalles, J. León, A. y Medina, A. 2003. Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA). *Ars Pharmaceutica* [on line]. Mérida - Venezuela. 2003. Vol. 44 (1): 43-48. URL: <http://www.adobereader.com>

ZAMBRANO, Maria y DELGADO, Crisoly. Utilización de diferentes niveles de heno de forraje de avena (*Avena sativa L.*) como suplemento y pasto aubade (*Lolium sp*) en la alimentación de cuyes de engorde (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia. 1994. P. 67. Trabajo de grado

SALAZAR, E. y ROJAS C. 1992. Conferencias Curso fundamental de lombricultura. Asociación Colombiana de lombricultores. Asolombriz. Grupo CorpoAndes Mérida. Venezuela. P. 88.

ANEXOS

Anexo A. Balance nutricional.

Tratamiento 1

RACION	Materia seca g	Proteína g	Energía digestible	Calcio g	Fósforo g
Pasto 350 g	75,64	7,47	58,22	0,25	15,13
Suplemento 40 g	35,48	7,11	118,21	0,61	44,00
Total	111,12	14,57	176,43	0,86	59,13
Aporte		19,76 (%)	3331,5 Kcal/kg		

Tratamiento 2

RACION	Materia seca g	Proteína g	Energía digestible	Calcio g	Fósforo g
Pasto 350 g	75,64	7,47	58,22	0,25	15,13
Suplemento 40 g	35,50	7,42	120,33	0,45	44,02
Total	111,13	14,88	178,55	0,70	59,14
Aporte		20,53 (%)	3390,1 Kcal/kg		

Tratamiento 3

RACION	Materia seca g	Proteína g	Energía digestible	Calcio g	Fósforo g
Pasto 350 g	75,64	7,47	58,22	0,25	15,13
Suplemento 40 g	35,66	8,28	121,91	0,58	51,34
Total	111,29	15,74	180,13	0,83	66,47
Aporte		22,68 (%)	3419,1 Kcal/kg		

Anexo B. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (Total).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
Tratamiento	7	81544.2155	11649.1736	1.05	0.4579
Error	10	111260.7355	11126.0735		
Total	17	192804.9511			

$R^2=0.42293$ C.V=1.969429

Anexo C. Análisis de varianza para la variable Incremento de peso / día .

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
Tratamiento	7	4.30555556	0.61507937	1.51	0.2673
Error	10	4.07222222	0.40722222		
Total	17	8.37777778			

$R^2=0.51392$ C.V=5.45937

Anexo D. Análisis de varianza para la variable Conversión alimenticia.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
Tratamiento	7	1.41166667	0.20166667	2.48	0.0936
Error	10	0.813333333	0.081333333		
Total	17	2.225000000			

$R^2=0.63445$ C.V.=4.84742

Anexo E. Análisis de varianza para la variable Rendimiento en Canal.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
Tratamiento	7	9.90338667	1.65056444	1.30	0.3554
Error	10	10.15130667	1.26891333		
Total	17	20.05469333			

$R^2=0.49381$ C.V.=1.68726

Anexo F. Consumo de alimento total (g) (forraje + suplemento) en materia seca en fases de levante y engorde del cuy.

Consumo total (g)	Tratamientos		
	T1	T2	T3
	5390.97	5315.60	5426.05

Anexo G. Incremento de peso (g) en cuyes alimentados con pasto Aubade y suplemento con harina de lombriz a diferentes niveles de reemplazo.

Incremento de peso (g)	Tratamientos		
	T1	T2	T3
	11.88	12.05	11.13

Anexo H. Conversión alimenticia en materia seca en cuyes alimentados con pasto Aubade y suplemento con harina de lombriz a diferentes niveles de reemplazo.

Conversión alimenticia	Tratamientos		
	T1	T2	T3
	5.8	5.6	6.3

Anexo I. Rendimiento en canal (%) en cuyes alimentados con pasto Aubade y suplemento con harina de lombriz a diferentes niveles de reemplazo.

Rendimiento en canal (%)	Tratamientos		
	T1	T2	T3
	66.26	67.71	66.32

Anexo J. Análisis estadístico con la prueba de Kruskal-Wallis para la característica apariencia

	Sample Size	Average Rank
T1	24	28,9583
T2	24	36,2292
T3	24	44,3125

Test statistic = 7,98803 P-Value = 0,0184255

Table of Means
With 95,0 percent LSD intervals

	Count	Mean	Std. error (pooled s)	Lower limit	Upper limit
T1	24	1,125	0,137279	0,931348	1,31865
T2	24	1,375	0,137279	1,18135	1,56865
T3	24	1,708	0,137279	1,51468	1,90199
Total	72	1,403			

Multiple Range Tests

Method: 95,0 percent LSD

	Count	Mean	Homogeneous Groups
T1	24	1,125	X
T2	24	1,375	XX
T3	24	1,708	X

Contrast	Difference	+/- Limits
T1 - T2	-0,25	0,387304
T1 - T3	*-0,583333	0,387304
T2 - T3	-0,333333	0,387304

* denotes a statistically significant difference.

Anexo K. Análisis estadístico con la prueba de Kruskal-Wallis para la característica color

	Sample Size	Average Rank
T1	24	38,5833
T2	24	36,7708
T3	24	34,1458

Test statistic = 0,714267 P-Value = 0,699679

Table of Means
With 95,0 percent LSD intervals

	Count	Mean	Std. error (pooled s)	Lower limit	Upper limit
T1	24	4,75	0,438728	4,13111	5,36889
T2	24	4,38	0,438728	3,75611	4,99389
T3	24	4,13	0,438728	3,50611	4,74389
Total	72	4,42			

Anexo L. Análisis estadístico con la prueba de Kruskal-Wallis para la característica aroma y sabor

	Sample Size	Average Rank
T1	24	30,875
T2	24	34,7917
T3	24	43,8333

Test statistic = 6,81113 P-Value = 0,0331881

Table of Means
With 95,0 percent LSD intervals

	Count	Mean	Std. error (pooled s)	Lower limit	Upper limit
T1	24	5,88	0,417451	5,28613	6,46387
T2	24	6,54	0,417451	5,95279	7,13054
T3	24	7,50	0,417451	6,91113	8,08887
Total	72	6,63889			

Multiple Range Tests

Method: 95,0 percent LSD			
	Count	Mean	Homogeneous Groups
T1	24	5,875	X
T2	24	6,542	XX
T3	24	7,5	X

Contrast	Difference	+/- Limits
T1 - T2	-0,666667	1,17775
T1 - T3	*-1,625	1,17775
T2 - T3	-0,958333	1,17775

* denotes a statistically significant difference.

Anexo M. Análisis estadístico con la prueba de Kruskal-Wallis para la característica textura

	Sample Size	Average Rank
T1	24	33,7708
T2	24	35,1875
T3	24	40,5417

Test statistic = 1,88491 P-Value = 0,389669

Table of Means
With 95,0 percent LSD intervals

	Count	Mean	Std. error (pooled s)	Lower limit	Upper limit
T1	24	2,75	0,305281	2,31936	3,18064
T2	24	2,75	0,305281	2,31936	3,18064
T3	24	3,33	0,305281	2,90269	3,76398
Total	72	2,94			

Anexo N. Formulario de prueba de catación del umbral de detección.

FORMULARIO 1

PRUEBA DE UMBRAL

Nombre: _____ Fecha: _____

INSTRUCCIONES: Aquí tiene usted diez soluciones numeradas del N° 1 a N°10.

Pruebe las soluciones una por una empezando por la N° 1 y continúe en orden ascendente hasta que usted detecte algún sabor.

En cual solución detectó algún sabor? _____

Anexo O. Formulario de prueba de catación. Prueba de reconocimiento.

FORMULARIO 2
PRUEBA DE RECONOCIMIENTO

Nombre: _____ Fecha: _____

INSTRUCCIONES: Aquí tiene usted diez soluciones numeradas del N° 1 a N°10. Pruebe las soluciones una por una empezando por la N° 1 y continúe en orden ascendente hasta que usted detecte algún sabor.

SABOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dulce										
Acido										
Salado										
Ninguno										

Anexo P. Cuestionario 1. Prueba de los factores de calidad de carnes asadas

Apariencia:

Superficie regular, buena presentación	2
Exudado de agua, grasoso	1
Quemaduras superficiales	0

Color:

Característico, Marrón claro, rosado.	6
Decolorado, colores muy claros y pálidos	3
Colores anormales (rojo intenso, gris, verdoso, manchado o veteado)	0

Aroma y sabor:

Olor característico a la carne de la especie, sabor agradable, condimentado o sazonado	8
Sabor insípido, salado, picante, muy grasoso	5
A viejo, rancio y/o ahumado	0

Textura

Firme, blanda, jugosa	4
Textura pegajosa o gelatinosa, suave	2
Costra dura, difícil de cortar	0

FAO, PNUD y col., 1982, citado por DELGADO, V. y LOPEZ, A. 1997

Anexo Q. Cuestionario 2. Calificación cuantitativa de los factores de calidad de las carnes asadas.

Nombre: _____

APARIENCIA (2 - 1 - 0)

AROMA Y SABOR (8 - 5 - 0)

_____ _____ _____	_____ _____ _____
-------------------------	-------------------------

COLOR (6 - 3 - 0)

TEXTURA (4 - 2 - 0)

_____ _____ _____	_____ _____ _____
-------------------------	-------------------------

FIRMA: _____

Fecha: _____

Observaciones: _____

