

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

CARRERA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



**“DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DE
LA SEMILLA DESPIGMENTADA DE ACHIOTE (*Bixa orellana*),
EN EL CUY (*Cavia porcellus* L.). INIA – EEA, ANTA”.**

Tesis presentada por el Bachiller en
Ciencias Agrarias:
DEMETRIO HUARCO YLLA

Para Optar al Título Profesional de
INGENIERO ZOOTECNISTA.

Asesores:
Ing. David Castro Cáceras
Ing. M.Sc. Josefina Barriga Gamarra

Auspiciado por el Consejo de Investigación de la UNSAAC

**K'AYRA - CUSCO – PERÚ
2012**

DEDICATORIA

*A Dios,
Por darme la vida, fortaleza y sabiduría
necesaria para salir adelante y conducirme
por el camino del bien, por darme la salud y
la esperanza para concluir este trabajo.*

*Con mucha gratitud a mis padres.
A Damiana, mi madre que no está entre
nosotros, pero sigue viva en mi corazón, quien
con su amor me enseñó a buscar calidad de
vida con humildad, esfuerzo y respeto.*

*A mis hermanos,
José, Cosme, Matilde, Alvertina, Juana,
Jorge, Paulina y José Luis, quienes fueron
un estímulo para iniciar y concluir mis
estudios, por su apoyo incondicional cuando
siempre los necesité.*

*A mi esposa Paulina,
fuente de inspiración y perseverancia, quien
me brindó su amor, cariño, comprensión y
paciente espera para que pudiera graduarme,
que son evidencia de su gran amor.*

*A mi adorada hija Suyani Valeria, quien
me prestó el tiempo que le pertenecía para
terminar este camino y me motivó con sus
sonrisas a seguir adelante. A Samín, quien
desde el vientre de su mamita, me da
fuerza para seguir con este proyecto.*

*A don Víctor y doña Dora,
por su cariño, confianza y apoyo incondicional
para que termine mis estudios universitarios.*

Demetrio.

AGRADECIMIENTO

Mi eterna gratitud a todos los docentes de la Carrera Profesional de Zootecnia por sus valiosas enseñanzas durante mi formación profesional.

Mi gratitud a la Ing. M.Sc. Josefina Barriga Gamarra y al Ing. David Castro Cáceres por su apoyo en el asesoramiento de esta tesis, por su interés y por sus orientaciones brindadas.

Mi especial gratitud a Sr. Damián Yapura, por su apoyo incondicional en la realización de esta tesis y su confianza en mi persona.

Mi agradecimiento a INIA E.E. ANDENES – CUSCO, en la persona del M.V. Luis Antonio Álvarez Salcedo, por permitirme llevar a cabo en sus instalaciones esta investigación y facilitarme los materiales necesarios para la ejecución de esta tesis.

Demetrio.

CONTENIDO
ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

RESUMEN

INTRODUCCION

I. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION

1.1	OBJETIVOS	10
1.1.1	Objetivo general	10
1.1.2	Objetivos específicos	10
1.2	JUSTIFICACIÓN	11

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1	EL ACHIOTE (Bixa Orellana L.)	13
2.1.1	Aspecto históricos y comercial	16
2.1.2	Nombres vulgares	16
2.1.3	Taxonomía	17
2.1.4	Variedades	17
2.1.5	Descripción botánica...	18
2.1.6	Ecología...	19
2.1.7	Componentes del achiote (Bixa Orellana L.)...	19
2.1.8	Métodos de extracción	20
2.1.9	Usos	21
2.2	ANÁLISIS PROXIMAL O DE WEENDE	22
2.2.1	Generalidades...	22
2.2.1	Proteína cruda.....	22
2.2.2	Fibra cruda.....	23
2.2.3	Extracto etéreo...	23
2.2.4	Extracto no nitrogenado...	23
2.2.5	Ceniza...	23
2.2.6	Materia seca	24
	ANÁLISIS DE VAN SOEST- COMPONENTES DE PAREDES	
2.3	CELULARES	24
2.3.1	Sistema Weende versus sistema Van Soest...	25
2.3.2	Críticas y objeciones sobre el método de Weende...	25
2.4	DIGESTIBILIDAD...	27
2.4.1	Tipos de digestibilidad...	28
2.4.2	Digestibilidad aparente vs verdadera...	30
2.5	PRUEBAS DE DIGESTIBILIDAD...	31
2.5.1	Ensayos de digestibilidad IN –VIVO...	32
2.5.1.1	Protocolo del método de colección total de heces	33
2.5.1.2	Digestibilidad por diferencia.	37

2.6	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LOS ALIMENTOS	40
2.7	LIMITACIONES PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD...	45
2.8	SISTEMA DIGESTIVO DEL CUY	46
2.9	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	47
III.	MATERIALES Y MÉTODO	
3.1	MATERIALES	
3.1.1	Ubicación	49
3.1.2	Duración	49
3.1.3	Material biológico	50
3.1.3.1	Cuyes	50
3.1.3.2	Insumos alimenticios (semilla despigmentada de achiote y alfalfa)	52
3.1.4	Equipos	53
3.1.4.1	Condiciones climáticas del bioterio	54
3.2	MÉTODO	
3.2.1	Secuencia de colección de muestras de heces	55
3.2.2	Análisis químico.	57
3.2.3	Preparación de las muestra.	58
3.2.4	Métodos para el análisis químico.	58
3.2.5	Cálculo de la digestibilidad aparente.	59
3.2.6	Determinación del N.D.T. en porcentajes.	59
IV	RESULTADOS Y DISCUSIONES.	60
4.1	RESULTADOS	60
4.1.1	Coefficientes de digestibilidad (T1)	60
4.1.2	Coefficientes de digestibilidad (T2)	60
4.1.3	Comparación y promedios de digestibilidad del T1,T2	61
4.1.4	Nutrientes digestibles totales(T1)	62
4.1.5	Nutrientes digestibles totales(T2)	63
4.2	DISCUSIÓN	
4.2.1	Digestibilidad de la proteína	64
4.2.2	Digestibilidad del extracto etéreo	65
4.2.3	Digestibilidad de la fibra cruda	67
4.2.4	Digestibilidad del extracto no nitrogenado	68
4.2.5	Nutrientes digestibles totales (N.D.T.).	69
4.3.6	Condiciones de los animales experimentales	70
V.	CONCLUSIONES	71
	RECOMENDACIONES	72
	BIBLIOGRAFÍA	73
	ANEXOS	80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°01.- Composición nutricional de la semilla de Achiote...	20
Cuadro N°02.- Duración por etapas del experimento...	50
Cuadro N°03.- Identificación de los cuyes y jaulas.....	51
Cuadro N°04.- Temperaturas registradas en el Bioterio(C°) Total 22 días del experimento	55
Cuadro N°05.-. Métodos para el análisis químico	58
Cuadro N°06.- coeficientes de digestibilidad de los nutrientes del T1(%)	60
Cuadro N°07.- coeficientes de digestibilidad de los nutrientes del T2 (%)	60
Cuadro N°8.- Contenido de nutrientes digestibles totales (NDT) del T1en%...	62
Cuadro N°9.- Contenido de nutrientes digestibles totales (NDT) del T2 en (%)	63

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N°01: Ubicación del anexo Sullupugio	49
Fotografía N°02: Cartel de identificación	49
Fotografía N°03: Cuyes de la raza peru en el INIA	50
Fotografía N°04: Identificación de los cuyes y jaulas	51
Fotografía N°05: Control del achiote	52
Fotografía N°06: Control del alfalfa	52
Fotografía N°07: Ventilación del ambiente de trabajo	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°01: Presentación del flujo digestivo"...	47
---	----

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°01: Producción nacional del achiote	14
Gráfico N° 02: Principales destinos de la exportación peruana del achiote	15
Gráfico N° 03: Secuencia de colección de muestras de heces.	56
Gráfico N°04 Coeficientes de digestibilidad del T1, T2. en porcentajes	61
Gráfico N°05: Coeficientes de digestibilidad de la PC del T1, T2. Comparada con Vergara (1991) en ovinos, en porcentajes	65
Gráfico N°06: Coeficientes de digestibilidad del E.E. del T1,T2. Comparada con Vergara (1991) en ovinos, en porcentajes	66
Gráfico N°07: Coeficientes de digestibilidad del F.C. del T1, T2. Comparada con Vergara (1991) en ovinos, en	68
Gráfico N°08: Coeficientes de digestibilidad del E.N.N. del T1, T2. Comparada con Vergara (1991) en ovinos, en porcentajes.	69
Gráfico N°09: Nutrientes digestibles totales (N.D.T.) del t1, t2. Comparada con Vergara (1991) en ovinos, en porcentajes.	70

GLOSARIO DE TÉRMINOS

SADRE.	:	Semilla de achiote despigmentado remojado entero.
SADSM.	:	Semilla de achiote despigmentado seco molido.
PC.	:	Proteína cruda.
FC.	:	Fibra cruda.
EE.	:	Extracto etéreo.
ELN.	:	Extracto libre de nitrógeno.
NDT.	:	Nutrientes digestibles totales.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado "DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA SEMILLA DESPIGMENTADA DE ACHIOTE (*Bixa orellana* L.), EN CUYES" se llevó a cabo en las instalaciones del INIA E.E. ANDENES, en el anexo Sullupquico, del Distrito de Zurite, Provincia de Anta del Departamento del Cusco, situado a una altitud de 3,405 m.s.n.m. teniendo como objetivos:

Determinar el coeficiente de digestibilidad de los nutrientes de la semilla despigmentada del achiote (*Bixa orellana* L.), en proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libres de nitrógeno, y calcular sus valores energéticos en términos de NDT, en dos formas de suministro: T1(achiote remojado por 24 horas), T2(achiote seco molido mediano con 0.5mm de diámetro por partícula) en cuyes.

Para el presente trabajo se utilizó 10 cuyes; 5 cuyes por tratamiento, de la raza Perú, con pesos similares. Se realizaron control de las semillas ingeridas, rechazadas, excretadas, por un periodo de 7 días, y para hallar la digestibilidad se utilizó el método INDIRECTO O POR DIFERENCIA.

Los Coeficientes de Digestibilidad (CD) y Nutrientes Digestibles Totales (NDT), fueron los siguientes:

- ❖ **T1 (tratamiento 1 cuyes alimentados con achiote remojado)**, proteína cruda, 84.26% extracto etéreo 78.99%, fibra 59.59%, extracto no nitrogenado 91.31%
- ❖ **T2 (tratamiento 2 cuyes alimentados con achiote de molido mediano)**, proteína cruda, 61.27% extracto etéreo, 65.96%, fibra 72.52%, extracto no nitrogenado 79.96%.
- ❖ Efectuando los cálculos correspondientes se determinó un valor de 84.99% para el tratamiento 1 y 74.31% para el tratamiento 2 de NDT.

INTRODUCCIÓN

El incremento de la demanda de fuentes proteicas, para la alimentación del hombre, exige constantemente el incremento de la producción de alimentos proteicos a precios accesibles a la mayoría de la población. En la Sierra Sur en la década del 2001 al 2010 se ha promovido la crianza de cuyes y el consumo de su carne, por parte de las municipalidades, organismos gubernamentales (Regiones, Agro rural), no gubernamentales (Caritas, CCAIJO, Word Visión, Interoceánica etc.), en consideración a su alto contenido de proteína (21% a 22%) en relación a otras carnes.

La crianza de cuyes se inició como actividad de seguridad alimentaria y posteriormente como una alternativa de ingreso económico para la familia, para tal fin necesita disponer de insumos alimenticios de calidad y a precios económicos. Un insumo disponible y de contenido nutricional capaz de satisfacer la demanda de los cuyes es la semilla despigmentada de Achiote (Bixa Orellana).

Es notable la cantidad de insumos (forrajeros o como subproductos agroindustriales) que se tienen en las diferentes zonas del país. Ante la pregunta recurrente ¿Puedo utilizar este alimento para darle a mis cuyes? es necesario recurrir a la investigación seria y científica que avalará el uso comercial o no de dichos alimentos no convencionales.

La semilla despigmentada de achiote se viene utilizando en pollos parrilleros y de postura, también se utiliza en forma empírica en la alimentación de cuyes, por lo que amerita estudiar la digestibilidad en cuyes, para incluir en ración alimenticia de cuyes.

Para incluir en la ración de cuyes debemos responder a las siguientes interrogantes: ¿Cuál es el contenido nutricional del achiote?, ¿Qué porción de los nutrientes del achiote son aprovechados por los cuyes?

Los ensayos de evaluación de alimentos son procedimientos que permiten determinar el valor nutritivo de los alimentos y así optimizar su utilización en los animales. Los más utilizados son los ensayos químicos, en especial el Análisis Químico Proximal, sin embargo, este método tiene la limitación que entrega información acerca del contenido del alimento, pero no de lo que el animal puede utilizar. Es decir, no considera las pérdidas nutritivas que ocurren durante la digestión, absorción y metabolización de los diferentes nutrientes (**McDonald et. al, 2002**).

Considerando que la digestión representa la primera pérdida de nutrientes del alimento, se desprende que la información sobre el contenido de nutrientes de una dieta es de poca utilidad si no se conoce la digestibilidad

del producto. Debido a esto, se realizan Análisis Biológicos de los alimentos, dentro de los cuales, los más usados son los ensayos de digestibilidad. Estos representan la fracción que no es digerida y absorbida y que es excretada en las heces. Indirectamente, esto da una medida de la calidad de la dieta porque determina la proporción de nutrientes del alimento disponible para su absorción en el organismo (**Hirawaka y Daristotle, 2001**).

La realización de estos ensayos de digestibilidad consta de un protocolo establecido, con una serie de pasos y condiciones que consideran las diferentes variables que inciden en los resultados y que simplifican el manejo desarrollado en la evaluación. Además, existen diferentes metodologías para llevar a cabo los ensayos de digestibilidad, dentro de los cuales está el método tradicional y el método del indicador (**AAFCO, 2000**).

Por último, es importante considerar que hay diversos factores que afectan la digestibilidad, como la composición del alimento, la composición de la ración, la preparación del alimento, la suplementación enzimática, nivel de alimentación y factores animales (**McDonald, 2002**). Por esta razón, esta investigación, que abarca 4 capítulos, pretende determinar los coeficientes de digestibilidad aparente de los nutrientes de la semilla despigmentada de achiote (*Bixa orellana*) en dos formas de suministro: seco (molido mediano) y remojado (entero) en el cuy (*Cavia porcellus* L.)
INIA – EEA, Anta.

El autor.

I. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar los coeficientes de digestibilidad aparente de los nutrientes de la semilla despigmentada de achiote (*Bixa orellana*) en dos formas de suministro: seco (molido mediano) y remojado (entero) en el cuy (*Cavia porcellus* L.) INIA – EEA, Anta

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el coeficiente de digestibilidad aparente de los nutrientes: proteína, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y fibra cruda de la semilla despigmentada de achiote en cuyes, en las dos formas de suministro.
2. Determinar los nutrientes digestibles totales (NDT), de la semilla despigmentada de achiote en las dos formas de suministro.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El achiote, *Bixa orellana* L., se cultiva desde épocas prehispánicas en *América Central y la Amazonía*. El Perú es uno de los principales países productores. La producción a nivel nacional en el año 2003 fue de 4 855 t con un rendimiento promedio de 663 kg/ha. El Perú está entre los primeros exportadores de achiote (35%) en el mundo. Las principales zonas de producción son: Cusco (69%), Pasco (19%), Ayacucho (6%) y Junín (4%). Otros países que lo cultivan, como Kenia, Guatemala, Brasil e India, representan el 65% de la producción mundial (INIA. Lima, Pág. 9- 2009).

Es utilizado en la industria de alimentos y otras, como la de cosméticos. Se han realizado investigaciones en la Universidad Agraria la Molina sobre los diferentes usos en la alimentación de animales menores como: pollos, cerdos y ovinos; mas no con cuyes, obteniendo resultados satisfactorios según sus objetivos.

Debido al elevado costo de los precios de los insumos en la alimentación animal, la crianza de animales menores como el cuye resulta costosa, convirtiéndose en una situación problemática para los productores de cuyes; por lo que surge la necesidad de optar por otros insumos alimenticios; en tal sentido se propone la utilización de la semilla despigmentada del achiote como insumo en el balanceo de alimentos para el cuye; en el que se pretende determinar los coeficientes de digestibilidad aparente de los nutrientes de la semilla despigmentada de achiote (*Bixa orellana*) en el cuye en el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Estación Experimental Agraria Anta, en el Anexo de Suyllupuquio, lo que constituye la razón de esta investigación; considerando que la semilla

despigmentada del achiote se utiliza como sustituto de subproductos de trigo en la alimentación de vacunos, ovinos, cerdos, aves de corral y cuyes, ya que contiene altos niveles de carbohidratos por lo que puede reemplazar entre el 30 y 50% del maíz utilizado en la dieta de pollos de carne (**Meléndez, M. 1995**); es por todo lo anterior que se formula y aplica esta investigación.

II REVICIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 EL ACHIOTE (*Bixa orellana* L.)

2.1.1 ASPECTO HISTÓRICO Y COMERCIAL

- **Origen:**

El Achiote es originario de la América tropical. A la llegada de los europeos el achiote era cultivado desde México hasta Brasil; su área de origen es posiblemente la hoya amazónica.

Según **Córdoba (1987)**, el achiote es originario de las Antillas menores, que comprende un extenso grupo de las islas en la parte oriental del océano Atlántico, entre las cuales pueden estar Guadalupe, Trinidad y Martinica. Es posible que el primer uso del achiote fuera para pintura y tatuaje del cuerpo, como aun se utiliza entre ciertas tribus nativas de sur América (**León 1968**).

Las consideraciones de **Alejandro Humbold**, citado por (**Sierra 1989**) con respecto a los indígenas que habitaban tierras aledañas al río Orinoco, no usaban ninguna prenda de vestir, su único ropaje consistía en cubrirse todo el cuerpo con "pintura". Los Caribes como los Otomacos, al igual que los Yaruros utilizaban como adorno el Onoto, tintura que los Españoles denominaban achiote y los colonos oriundos de Cayena lo describían como Rocú.

Los principales productores comerciales son: Bolivia, Brasil, Ceylan, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Guayana, India, Jamaica, México y Perú (**Ingram, 1969**).

- **Comercialización:**

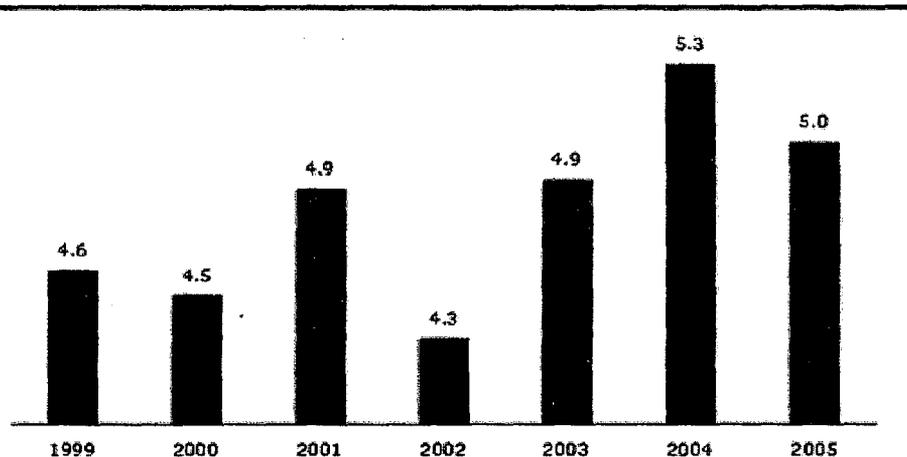
Según datos del Ministerio de Agricultura la producción de achiote en los últimos siete años ha sido inestable, oscilando desde las 4.3 mil TM hasta las 5.3 mil TM. En 2005 las principales zonas productoras de achiote (Cusco y Pasco) alcanzaron el 92% de la producción nacional. En dicho año la producción alcanzó las 5 mil TM, 5% menos que en 2004, debido al bajo rendimiento de las áreas sembradas.

Es importante resaltar que el Perú se encuentra en los principales productores mundiales de achiote al detentar el 35% de la producción mundial

Gráfico N° 01
Producción nacional del achiote

Achiote: Producción Nacional

En miles de TM



Fuente: MINAG

Elaboración: CENTRUM Católica

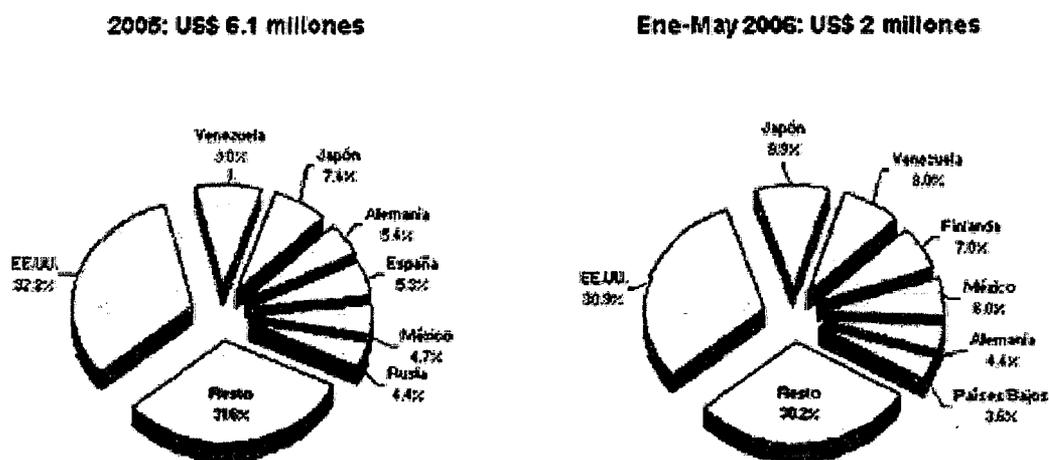
La exportación peruana de achiote presenta una tendencia ascendente en términos monetarios, al crecer en el periodo 2000-2005 a un ritmo anual de 12% en promedio y registrar en 2005 envíos por US\$ 6.1 millones. En el periodo de enero a mayo de 2006 la exportación peruana de achiote fue US\$ 2

millones (378 TM), siendo sus principales destinos EE.UU. (31%), Japón (10%), y Venezuela (8%).

Es importante mencionar que en el ámbito internacional, debido a sus atributos y ventajas naturales, el achiote en semilla es un producto altamente requerido. Los principales demandantes de achiote son India (US\$ 8.7 millones), Japón (US\$ 3.5 millones), Turquía (US\$ 2.3 millones) y EE.UU. (US\$ 2.1 millones), según cifras a 2004.

Gráfico N° 02
Principales destinos de la exportación peruana del achiote

Achiote: Principales destinos de la exportación peruana
Part. % en US\$



Fuente: SUNAT

Elaboración: CENTRUM Católica

La creciente demanda mundial de colorantes naturales, ha originado una mayor participación de empresas en la actividad exportadora del achiote, motivando que el número de estas pase de 33 en el año 2000 a 51 en el año 2005.

En 2005 la empresa Pronax se ubicó en el primer lugar del ránking y logró envíos por US\$ 984.9 mil (16.2% del total exportado), lo que significó un crecimiento de 54.3% respecto a 2004, siendo sus principales destinos Alemania, Francia y Chile. En los primeros cinco meses de 2006 se ubicó en el cuarto lugar del ránking con US\$ 262.4 mil. Aicacolor (Con sede en La Convención) fue la segunda empresa exportadora en 2005 con un monto de US\$ 884.4 mil (14.5% de participación), 2.7% menos frente a 2004; y fue EE.UU. su principal destino, al orientar cerca del 90% de sus envíos. De enero a mayo de 2006 mantuvo su posición en el ránking exportador con US\$ 340 mil. En tercer lugar del ránking 2005 se ubicó Montana con US\$ 858.5 mil (14.1% de participación), reportando un crecimiento de 19.4% respecto a 2004, teniendo como destinos predominantes a EE.UU. y Japón. En el periodo enero-mayo de 2006 se ubicó en tercer lugar con US\$ 281.4 mil.

2.1.2 NOMBRES VULGARES

- Bolivia : *Achíote, Urucu*
- Chile : *Achíote, Urucu.*
- Colombia : *Abujo, Achioté, Achote, Achote de monte, Achuete, Acosi, Acote, Anoto, Bicha, Bija, Bijo, biza, Carayuru, Color, Onatto, Onote, Paipai, Pirrimapa.*
- Ecuador : *Achiote, Color, Ipiacu.*
- Panamá : *Achiote, Achote, Aciote.*
- Venezuela : *Achiote, Caituco, Onotillo, Onoto, Piatu.*

(Bernal y Correa 1989)

2.1.3 TAXONOMÍA

- División : Magnoliophytas.
- Clase : Magnoliopsitas (dicotiledónea).
- Sub – clase : Dillenidae.
- Orden : Violales.
- Familia : Bixaceae.
- Genero : *Bixa*.
- Especies : *Bixa orellana* L.
- Nombre común : Achiote.

(Cronquist 1975)

2.1.4 VARIEDADES

De las especies cultivadas en Colombia, la *Bixa orellana* L. es la más conocida comercial y agrícolamente, comprende tres variedades bien diferenciadas: negra, colorada y amarilla, siendo esta última la más aconsejable industrialmente para su fomento por tener mayor contenido de materia colorante que las otras.

Desde el punto de vista de las flores, se pueden considerar dos variedades de achiote: la de las flores blancas que dan cápsulas amarillo - verdosas y casi lampiñas, y la de flores rosadas que producen cápsulas rojizas y densamente recubiertas de pelos rígidos. La variedad de flores blancas tienen un 10.4 % de colorante y la de flores rosadas un 8.2%, pero en los mercados nacional y extranjero no se establecen diferencias de precios (Córdoba, 1987)

2.1.5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El achiote (*Bixa orellana*) es un arbusto o árbol pequeño, cuyas ramas se inician aproximadamente a un metro del suelo y puede crecer hasta 5 ó 6 mt, dependiendo de las características ecológicas de la región; tiene un rápido desarrollo. Su aspecto es robusto, muy frondoso y de copa redonda (**Córdoba 1987**). Es un árbol muy ornamental, especialmente los que tienen cápsulas de colores encendidos (**Rivero 1973**). Presenta las siguientes características:

- **Raíz** : Presenta una raíz principal pivotante que puede penetrar a profundidad si el suelo es apropiado. Son además leñosas, cilíndricas y ramificadas (**Ramos 1991**).
- **Tallo** : Es redondo, de corteza ligeramente fisurada y numerosas lenticelas y puede presentar hasta 20 o 30 cm de diámetro en la base (**Vallejo 1981**).
- **Hojas** : Son grandes, cordiformes, color verde pardo con algunas vetas rojizas. Son alternas, sencillas, de borde liso y ápice acuminado, con un peciolo de 4 a 6 cm de largo (**Ramos 1991 y Márquez, 1982**).
- **Flores** : Son hermafroditas, muy vistosas, son blancas o rosadas. Se agrupan en panículas terminales al final al final de las ramas. (**Márquez, 1982 y ramos 1991**).
- **Frutos y semillas:** Se presenta en cápsula de dos valvas hemisféricas, ovoide, elipsoidal o cónica. Cubierta de espinas rígidas o pelos; presentan dehiscencia dorsal, color pardo rojizo o

amarillo verdoso. Contiene de 30 a 45 semillas de 3 a 4 mm de largo en forma obcónica o pirámides, cubiertas por una delgada capa o arilo, y por su contenido de bixina es de color rojo o anaranjado y constituye la sustancia tintórea o achiote propiamente **(Álvarez y Gómez 1990)**.

2.1.6 ECOLOGÍA

El achiote crece bien en zonas con climas cálidos y húmedos. **(Córdoba, 1987)**

- Altura : 0 - 1200 m.s.n.m.
- Temperatura : 24 - 30°C
- Precipitación : 1800 mm/año
- PH : 4.5 - 5.2
- Suelos : Areno a arcillosos de origen aluvial.

2.1.7 COMPONENTES DEL ACHIOTE (*Bixa orellana* L.)

Según **Córdoba 1987**, los principales componentes del achiote son:

- Resina.
- Orellina (materia colorante amarilla)
- Bixina (materia colorante roja)
- Aceite Volátil y aceite Graso

Cuadro N°01
Composición nutricional de la semilla del Achiote

Compuesto	Cantidad en % ¹	Composición %	Rango de 10 variedades ²
Materia seca		81.32	89.3 – 91.9
Humedad	11,92		
Proteína	12,82		16,6 – 18,6
Extracto etéreo	5,22		5,5 – 8,8
Fibra cruda	13,85		11,8 – 14,2
Carbohidratos totales	47,90		45,6 – 51,3
Ceniza	6,92		3,7 – 4,9
Pentosanos	11,35		
Pectina	0,35		
Azúcares totales	9,76		
Almidón	13,17		
Taninos	6,92		
Carotenoides totales	1,48		

Fuente: Salva, B. 1996. Utilización de Enzimas en la extracción de Bixina a partir de semillas de Achiote (*Bixa Orellana* L.). Tesis UNALM. ²De la evaluación de 10 variedades de achiote. Lab. Qca. UNSAAC, citado por Vergara (1991)

2.1.8 MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

- **Tradicional:** Las semillas separadas de las cápsulas maduras, se colocan en suficiente agua hirviendo para separar fácilmente la pulpa, luego se separan las semillas, se deja fermentar la pasta una semana aproximadamente; se elimina el agua quedando la pasta sola; luego se modela el producto dándole la forma más conveniente y aceptada por el consumidos. **(Rivera, citado por Alvares y Gómez 1990).**
- **Industrial:** La extracción del pigmento a nivel industrial puede realizarse de diferentes formas: Con álcali acuoso diluido, con aceites vegetales, con propileno glicol y otros disolventes de menor importancia.

2.1.9 USOS

Dentro de los variados usos que puede tener la planta del achiote se pueden mencionar:

a) **Doméstico.**-El achiote es muy utilizado como condimento en la alimentación humana. En la alimentación de las aves de corral, se ha encontrado que el residuo que queda después del proceso de preparación del achiote, es una buena fuente de vitamina A. Se tienen experiencias en el sentido de que agregando un 3% de harina del achiote, a la ración de gallinas ponedoras, aumenta el contenido de carotina de los huevos y por lo tanto mejora el color de las yemas. (**Bernal y correa 1989**).

b) **Medicinal.**- La semilla, pulpa y raíz del achiote tienen propiedades medicinales: La capa de la semilla contiene 3% de sustancias parecidas a cera, la cual paraliza los parásitos intestinales (**Aparnathi, et al, 1990**).

c) **Industrial.**- En Filipinas se le ha dado una amplia variedad de usos, a parte de colorear alimentos, es también empleado como ingrediente de ceras para pisos decorados, betunes, esmaltes para uñas, lacas para metal, aceites para cabello y tintes para madera (**Ingram, 1969**) Como ornamental el achiote es una planta muy decorativa, en especial aquellos tipos que tienen cápsulas de colores encendidos que pueden estar entre el rosado subido al rojo oscuro (**Alvarez y Gómez 1990**).

2.2. ANÁLISIS PROXIMAL O DE WEENDE

2.2.1. GENERALIDADES

Briceños (1978), indica que este método fue realizado en la estación experimental de Weende (Alemania), según los mismos. Los alimentos contienen las siguientes fracciones:

- Agua
- Extracto etéreo
- Fibra cruda
- Extracto libre de nitrógeno
- Proteína cruda
- Ceniza

2.2.1 PROTEÍNA CRUDA

De Alba (1983), define que las proteínas son nutrientes plásticos de gran importancia en la dieta animal, son sustancias orgánicas nitrogenadas compuestas por aminoácidos que es en esta forma como son asimilados por las vellosidades intestinales.

El mismo autor define el concepto de proteína total que incluye todas las materias nitrogenadas, si bien algunas no son estrictamente proteicas. Este es el hecho de multiplicar la cantidad de nitrógeno por el factor de 6.25, esto se fundamenta en que las proteínas tienen un promedio de 16% de nitrógeno.

2.2.2 FIBRA CRUDA

Briceños (1978), conceptúa a la fibra como la fracción de los carbohidratos, que es insoluble de sucesivas digestiones con ácidos y bases diluidas en el procedimiento de Weende y que la fibra está constituida por celulosa, hemicelulosa, lignina y minerales insolubles.

Chruch (1984), define a la fibra como un polisacárido no digerible, que comprende la celulosa, hemicelulosa, lignina y minerales insolubles. A diferencia del grupo digerible de glucógeno y almidón

2.2.3 EXTRACTO ETÉREO

Corine (1984), define que el extracto etéreo son componentes orgánicos constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno en mínima cantidad que los carbohidratos y difieren considerablemente en su estructura y propiedades, son solubles con solventes orgánicos (éter, cloroformo, benceno).

2.2.4. EXTRACTO NO NITROGENADO

Briceños (1978), señala al extracto no nitrogenado como la fracción de hidratos de carbono solubles (almidón, polisacáridos), los que son arrastrados conjuntamente con otras sustancias durante la digestión ácida y alcalina en la determinación de fibra en el análisis de Weende.

2.2.5. CENIZA

De Alba (1983), afirma que los minerales son elementos en su forma más simple y cuyo peso se obtiene del residuo inorgánico resultado de someter a una muestra a una temperatura de 600° c, la importancia nutritiva dependerá en parte, del alimento que trate.

2.2.6. MATERIA SECA

Briceños (1978), y otros autores coinciden en conceptualizar a la materia seca como el producto sea animal o vegetal exenta de agua, para términos de mayor comprensión expresada en porcentajes.

2.3. ANÁLISIS DE VAN SOEST - COMPONENTES DE PAREDES CELULARES.

Arthur, citado por **Cervantes (1987)**, indica que la primera división de la materia seca es el sistema de los componentes de paredes celulares y el contenido celular, donde la primera representa en un sentido real de la fibra total de la planta que alcanzan valores mayores que la fibra cruda debido a que incluye el total de la lignina, celulosa, hemicelulosa. El contenido celular consta de proteína soluble, almidones, azúcares, grasas, minerales solubles, y otros considerados aprovechables por los monogástricos y ruminantes con un coeficiente de digestibilidad de 98%. En una segunda fase del método se logra cuantificar la hemicelulosa, lignina, celulosa y otros en forma individual.

De alba (1973) afirma que el sistema de componentes de paredes celulares es de gran importancia y utilidad de producción sobre el valor verdadero de los forrajes y muchos laboratorios en el mundo están utilizando este sistema.

2.3.1. SISTEMA WEENDE VERSUS SISTEMA VAN SOEST

Sistema más conocido de fraccionamiento químico de forrajes.

El sistema analítico proximal de Weende consiste como se mencionó anteriormente en determinar las siguientes fracciones cuantitativas como son: humedad, proteína, fibra, grasa, ceniza y extracto no nitrogenado.

Briceños citado por **Cervantes. (1987)**

El sistema Van soest (componente de paredes celulares), se resume en el contenido celular y los constituyentes de paredes celulares que a su vez pueden subdividirse en hemicelulosa, celulosa y lignina y otros minerales insolubles, por tanto el sistema Weende está en uso por más de 100 años y es el más usado. El sistema Van soest es nuevo y probablemente el más evolucionado (1978).

2.3.2. CRÍTICAS Y OBJECIONES SOBRE EL MÉTODO DE WEENDE

De alba (1973), cita que el análisis proximal de Weende ha persistido inexplicablemente casi idéntico hasta nuestros días, a pesar de haber contra él muy serias objeciones como:

- En el análisis de principios inmediatos llamada "proximal", se denomina proteína bruta porque en este concepto se incluyen todas las materias nitrogenadas, si bien alguna no son estrictamente proteínas no todos los compuestos químicos que contienen nitrógeno son proteínas. Los pastos y leguminosas durante su periodo de crecimiento rápido obtiene amidas, peptonas y polipéptidos y ácidos aminados.

- Otro componente que es determinado por este método es la grasa, algunas veces denominado extracto etéreo, a pesar de que el extracto etéreo no siempre corresponde a grasas y aceites, y que en las

heces pueden ocurrir combinaciones de grasa en forma de jabones y que no sean solubles en éter.

- En la fracción denominada fibra cruda se encuentra serias discrepancias entre los que representa en laboratorio y la utilidad que preste el concepto de nutrición. La fibra cruda se obtiene en el laboratorio como un residuo insoluble después de hervir la muestra en ácido y álcali diluido. Se pretendía imitar en esta forma la digestión ácida del estómago y sub-consecuentemente la digestión alcalina del intestino. El residuo se suponía que representaba la parte no digerible. En el sistema Weende la parte "digerible" que no es grasa, proteína ni minerales, se determina por diferencia, agregando estos tres grupos más a la fibra cruda y restándolo del peso de la muestra original. Este valor obtenido por diferencia se suponía que incluiría los hidratos de carbono solubles y también recibe el nombre de extracto libre de nitrógeno. Es obvio que al ser determinado por diferencia, incluida todos los errores de técnica que se hubieran cometido en las otras determinaciones. Sin embargo, en laboratorios con experiencia se obtienen resultados muy consistentes. El problema grave ocurre con los forrajes toscos y la determinación de fibra cruda. En primer lugar, la idea original de que la fibra cruda representaba la fracción no digerible, se encontró que no era verdad, casi la totalidad de la celulosa estaba en esa determinación y ella es digerible, por los herbívoros.

- La fibra cruda en realidad no representa ninguna entidad química identificable, **Church (1974)**, ha hecho una revisión de mucha de las objeciones al concepto de fibra cruda y cita la siguiente: en muchos tipos

de forrajes principalmente ensilaje, la fibra cruda es tanto o mas digerible que los llamados carbohidratos insolubles, es estos últimos la parte no digerible es la lignina, la digestibilidad de la fibra no es constante ni entre especies , ni dentro de una especie, pues su naturaleza cambia con la maduración de la planta. **De Alba (1973)**

2.4. DIGESTIBILIDAD

Jacques (1981), considera la digestibilidad como un parámetro importante en la evaluación del valor nutritivo del forraje.

Galves Y Rosello(1971) citados por **Valenza (1989)**, define a la digestibilidad como el grado de utilización digestiva (G.U.D), señalando que estos valores de digestibilidad pueden deducirse mediante un análisis químico nutricional de una muestra representativa del alimento y otros de las heces, estableciéndose una relación entre las sustancias ingeridas y excretadas durante la excreción, por otro lado indican que los coeficientes de digestibilidad que se calculan mediante experiencias con animales que no expresan una digestibilidad real del alimento, sino aparente, ya que las heces no solamente están constituidas por una fracción metabólica, integrados por restos celulares, residuos de secreciones glandulares y bacterias cuya presencia en las heces de los rumiantes constituye una fracción muy importante de las materias nitrogenadas fecales y de los glúcidos hidrolizables.

Crapton y Jarris (1974), indican que el término digestibilidad normalmente es utilizado para indicar que los nutrientes y sustancias afines son absorbidos en el tracto digestivos una vez atacados por algunas enzimas o desintegradas por la microflora intestinal, indica que la digestión

propiamente dicha y la absorción incluye también algunas reacciones que se realizan en el metabolismo intermedio.

2.4.1. TIPOS DE DIGESTIBILIDAD

Una vez conocido la composición química de los alimentos, es necesario conocer el porcentaje de los nutrientes totales que son aprovechados por el animal, a este proceso se le conoce como digestibilidad, se le define como el porcentaje de nutriente dado que se digiere (desaparece) en su paso por el tubo gastrointestinal. Existen dos tipos de determinación de la digestibilidad: Digestibilidad aparente y digestibilidad real.

a) Digestibilidad Aparente

Consiste en proporcionar al animal cantidades predeterminadas de un alimento de composición conocida, los productos finales de la digestión pueden ser absorbidos, volatilizados como gases y eliminados vía boca o recto, perdidos como calor o excretados en las heces fecales. Es decir, de la ingesta total, una parte del alimento no es absorbido sino que atraviesa al tracto digestivo sin ser utilizado, por lo que aparece en las heces fecales. Como las sustancias no digeridas no son asimiladas por el organismo, constituyen una pérdida de nutrientes.

La digestibilidad aparente no diferencia el origen de los nutrientes que aparecen en las heces, que provienen de la dieta y los que son propios del animal, como fluidos digestivos y células descamadas de la mucosa intestinal.

El cálculo matemático de la digestibilidad aparente se hace mediante la diferencia entre la cantidad de nutriente consumido y la cantidad del nutriente excretado en las heces fecales.

Desde el punto de vista nutricional, es más relevante hablar de digestibilidad aparente debido a que la porción de nutrientes metabólicos fecales forma parte del requerimiento de mantención y debe ser suministrada en la dieta. **(Cañas, 1995)**

b) Digestibilidad Verdadera

De Alba (1973), manifiesta que la digestibilidad verdadera es la digestibilidad aparente menos los valores de compuestos de origen metabólico o endógeno. El concepto de digestibilidad verdadera es puramente teórico, para su determinación se requeriría hacer una diferenciación de los nutrientes o elementos que apareciendo en las heces no son de origen alimenticio directo, sino de origen metabólico.

Existen informes de intentos por utilizar valores de digestibilidad verdadera, especialmente de proteína, debido a que se ha observado una buena correlación entre nitrógeno metabólico excretado y la materia seca ingerida y el tipo de alimento ingerido, desafortunadamente la variación tanto en consumo y tipo de alimento, así como de otros factores que influyen en la excreción de nitrógeno, es tan alta que ha permitido la implementación de un sistema práctico para utilizar estos valores. **RODRIGUEZ (1980)**

La pérdida de materia en forma de gases, los compuestos biliares arrastrados con las heces y el fuerte intercambio de minerales a nivel intestinal son otros factores que marcan diferencias entre los conceptos de digestibilidad verdadera y digestibilidad aparente.

c) Digestibilidad Real

El procedimiento de suministro de alimento es igual que para la digestibilidad aparente, con la diferencia de que en la digestibilidad real se resta los nutrientes metabólicos fecales para el que se diferencia el origen de los nutrientes que aparecen en las heces, mediante evaluaciones que implican medición adicional de orina, los gases, calor generado, eficiencia de la rumia entre otros (Shimada, 2003; Cañas, 1995)

2.4.2. DIGESTIBILIDAD APARENTE VS VERDADERA

Al determinar el coeficiente de digestibilidad como la diferencia entre los nutrientes ingeridos y excretados, se está ignorando el hecho de que no todo el material que compone las heces es realmente alimento no digerido (McDonald, 2002). Parte de las heces está formado por enzimas, sustancias secretadas al intestino y células de descamación epitelial (McDonald, 2002). Las heces además contienen una cantidad apreciable de sustancias extraíbles por éter y minerales de origen metabólico, porque las heces son la ruta de excreción de ciertos minerales, particularmente calcio (McDonald, 2002). La excreción en heces de sustancias que no provienen directamente del alimento, lleva a una subestimación de la proporción de alimento absorbido por el animal (McDonald, 2002).

Como consecuencia, los valores obtenidos en ensayos de digestibilidad definen la llamada digestibilidad aparente, la cual difiere de la digestibilidad verdadera, en que esta última considera las pérdidas de

nutrientes endógenos del animal (McDonald, 2002). Para calcular la digestibilidad verdadera, es necesario dar al animal una dieta libre del nutriente que se busca medir. De esta manera, al medir la concentración de tal nutriente excretado por las heces, se estará determinando su pérdida endógena (McDonald, 2002).

En lo general, los coeficientes de digestibilidad aparente de los constituyentes orgánicos del alimento son satisfactorios para la mayoría de los propósitos y determinan el resultado neto de la ingestión de alimento. Sin embargo, para minerales, pueden no tener mucho significado (McDonald, 2002).

2.5. PRUEBAS DE DIGESTIBILIDAD

a) Digestibilidad in vivo.

Consiste en una prueba con animales, en la que se suministra una cantidad conocida de alimento cuya digestibilidad se desea conocer.

b) Digestibilidad in situ.

Se determina en animales fistulados, colocando las muestras a evaluar directamente en el rumen o primer compartimento del estómago.

c) Digestibilidad in vitro.

Consiste en exponer los alimentos a la acción de enzimas digestivas como la pepsina, la tripsina, la celulosa, el líquido ruminal y otras e incubar las muestras durante un cierto periodo. Entonces se considera que la masa que pierden los alimentos se debe a la acción hidrolítica de las enzimas y por tanto se calcula como material digestible.

2.5.1. PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD IN –VIVO

Existen dos ensayos bien marcados en este método;

a) **Colección total de heces**

Como ya mencionamos, la digestibilidad de un alimento o nutriente es esencial para determinar cuánto de lo que el animal consume en una dieta es realmente absorbido y por consiguiente, determinar la calidad de una dieta **(McDonald, 2002)**.

La determinación del coeficiente de digestibilidad se obtiene a partir de ensayos de digestibilidad; en monogástricos se basan en dar a un grupo de animales un alimento de composición conocida, para luego analizar las deposiciones producidas. De esta manera, se explica cuánto de lo que el animal consumió, fue digerido y absorbido, y cuánto se perdió a través de las heces **(McDonald et al.,2002)**.

b) **Indicadores (MARCADORES)**

En los casos en que no se puede precisar la cantidad de comida ingerida o excretada por cada animal, por ejemplo: cuando son alimentados como grupo, es imposible medir la ingesta de cada individuo, esto se puede realizar calculando su digestibilidad con alimentos que contengan alguna sustancia que sea muy indigestible. Estas sustancias pueden ser parte del alimento (indicador natural) o ser adicionada (sustancia extraña), o pueden usarse ambas.

Dentro de las sustancias naturales encontramos lignina, sílice y ceniza

insoluble en ácidos, entre otros; y en los adicionados, los más utilizados son el sesquióxido de cromo, colorantes, polietilenglicol, óxido férrico, óxido crómico, tierras raras, fibra tratada y elementos hidrosolubles **(Tobal, 2002)**. El marcador más utilizado es el óxido crómico, debido a que se recupera totalmente en heces. Además, en no rumiantes el dióxido de titanio también se puede usar como indicador **(McDonald, 2002)**.

2.5.1.1. PROTOCOLO DEL MÉTODO DE COLECCIÓN TOTAL DE HECES

a) Animales

Según el protocolo Association of American Feed Control Officials (AAFCO, 2000) para este tipo de ensayos, debe usarse un mínimo de 6 animales sanos y de al menos 1 año de edad que ya hayan terminado su crecimiento **(AAFCO, 2000)**. Esto debe hacerse así porque aunque los animales sean de la misma especie, edad y sexo, existe una variación individual leve en relación a su habilidad digestiva. Además, la replicación permite mayor oportunidad para detectar errores de medición. En pruebas realizadas en mamíferos, se prefieren a machos sobre hembras, y dentro de los machos, se opta por machos castrados. Esto se da exclusivamente por razones de manejo, ya que por disposiciones anatómicas es más fácil extraer las heces y orina separadamente en los machos. Además, se prefieren machos castrados, por temas de docilidad. En aves, la determinación de digestibilidad es menos utilizada debido a su mayor complejidad ya que las heces y orina se excretan ambos por la. Aun así, considerando que la mayoría del nitrógeno de la orina está en la forma de ácido úrico, y que la mayor proporción de nitrógeno en heces está presente como proteínas, es posible separarlos químicamente y llevar a

cabo el ensayo (McDonald, 2002).

Los animales deben alojarse individualmente en jaulas metabólicas, o en sitios protegidos cubiertos, para tener un mayor control y poder distinguir qué heces produjo cada animal, y así asegurar que se conserven lo mejor posible para ser recolectadas (AAFCO, 2000). Maynard (1971), recomiendan utilizar 3 animales por lotes o especies pero para obtener datos homogéneo señalan,

que es necesario utilizar 4 a 6 animales, esto con la finalidad de reducir las variaciones por la influencia individual. Raymod, citado por Parraga (1981), menciona que con 4 animales se pueden obtener un 90% de certeza, mientras que un 2 a 3 animales se pierden precisión hasta el punto de poner en duda el ensayo. CERVANTES J. (1987), realizó un estudio para determinar el número óptimo de animales para este tipo de experimentos, llegando a establecer que con cuatro animales se tiene un 80% de seguridad de poder detectar un 90% de certeza, mientras que con 2 ó 3 animales se pierde precisión, dudando de sus resultados.

b) Disponibilidad de Alimento y Tiempo de Alimentación

Los animales se alimentan al menos una vez al día y la disponibilidad de alimento para cada animal en particular puede basarse en datos existentes de la cantidad de alimento requerido para mantener el peso corporal, o en los requerimientos energéticos diarios para la manutención. También se permite usar alimentación *ad libitum*, es decir, una disposición ilimitada del alimento. Lo que sobra de alimento debe pesarse después de la alimentación, para poder restarlo a la cantidad de alimento ofrecida y calcular la cantidad real de alimento ingerida. En relación al agua, esta debe

estar disponible a toda hora (AAFCO, 2000). Se recomienda mantener constante la cantidad de alimento dado al animal y fijar una hora establecida de alimentación (AAFCO, 2000). Esto se debe considerar porque cuando la ingesta es irregular existe la posibilidad de que haya una excreción aumentada de heces si la última ración del periodo experimental es inusualmente grande, por lo tanto, la excreción de heces puede retrasarse hasta después del final del periodo de recolección fecal. En esta situación la excreción de heces resultantes pueden ser subestimadas y, por ende, la digestibilidad sobreestimada (**McDonald, 2002**).

c) Desarrollo del Ensayo

El desarrollo de los ensayos de digestibilidad consta de dos fases, las cuales involucran procedimientos de alimentación estandarizados. La ingesta de alimento debe ser registrada en ambas fases (**AAFCO, 2000**). La primera fase se conoce como fase de pre-recolección, y representa un período de al menos 5 días en los cuales a los animales se les da la dieta que se pondrá a prueba, pero sin recolectar las heces (**AAFCO, 2000**). Este periodo tiene como objetivo aclimatar a los animales a la dieta y ajustar la ingesta de alimento para mantener el peso del animal. Además, sirve para limpiar el tracto digestivo de los residuos de otros alimentos (**McDonald, 2002**). Si durante esta fase el alimento es continuamente rechazado, o resulta en un consumo mínimo de parte de la mayoría de los animales, la prueba no debiera continuar a la fase de recolección (**AAFCO, 2000**). Posteriormente, viene la fase de recolección de heces, la cual generalmente

dura 5 días (120 hrs) pudiendo llegar a 14 días (**AAFCO, 2000**). Periodos de recolección más largos dan una mayor exactitud de resultados (**McDonald, 2002**). Durante esta fase de recolección, es de suma importancia que las heces se recolecten diariamente y con los esfuerzos orientados a recolectar todas las heces y a evitar la recolección de pelos. Para realizar esto, se usan containers de recolección, los cuales deben tener su peso registrado, para posteriormente calcular el peso neto de heces recolectadas. A continuación se ponen las heces en el container respectivo de cada animal para cada día, los cuales deben estar rotulados con etiquetas que indiquen el número del animal, el número de dieta y las fechas de recolección. Luego, se someten a refrigeración para conservarlas o se secan diariamente para obtener el peso de materia seca. Cuando el volumen de heces es muy grande, se puede retener una alícuota para secarla y analizarla. Finalmente, con las recolecciones o alícuotas proporcionales, se puede determinar la composición de la recolección (**AAFCO, 2000**).

Church (1974), expresa una duración de 8 días de adaptación metabólica y de 6 a 8 días de etapa experimental o de recolección de muestras como suficiente.

Galves y Rosello, citados por **Valenza (1989)**, recomiendan una duración no menor de 10 días para la fase experimental en rumiantes, estando este tiempo relacionado con la velocidad de tránsito de los alimentos y el tipo de ración a utilizarse.

Los mismos autores recomiendan utilizar animales adulto, machos y castrados pues de esta manera se facilita su manejo y permiten recoger las heces en forma independiente de la orina lo que no se lograría con la utilización de animales hembras.

d) Análisis

Finalmente, a través del análisis de las muestras del alimento dado y de las muestras obtenidas desde las heces recolectadas, se puede obtener la cantidad de nutriente de ellas. El coeficiente de digestibilidad se puede obtener expresando el peso de los nutrientes digeridos como proporción de los pesos consumidos. Esto se hace a través de una fórmula general para el coeficiente de digestibilidad.

$$\text{Coeficiente de digestibilidad} = \frac{\text{Nutriente consumido} - \text{Nutriente en heces}}{\text{Nutriente consumido}}$$

Para obtener los resultados como porcentajes, se debe multiplicar el valor por 100 (McDonald, 2002).

2.5.1.2. DIGESTIBILIDAD POR DIFERENCIA

Este método consiste en la formulación de una dietabasal, como de una dieta a evaluar. La dieta basal contiene la fuente de PC que se proporciona a los animales como única fuente de nitrógeno y AA, mientras que la dieta a evaluar está constituida de una mezcla de la dieta basal y del ingrediente a evaluar. Sí no hay interacción

entre el valor de la digestibilidad de los AA de la dieta basal y del ingrediente a evaluar, la digestibilidad del ingrediente a evaluar puede ser obtenida por diferencia empleando la fórmula propuesta por **Fan y Sauer (1995)**

$$D_{dif} = (D_d - D_b * S_b) / S_a$$

Donde:

D_{dif} = Digestibilidad por diferencia

D_d = Digestibilidad de un nutrimento en la dieta ensayo (%)

D_b = Digestibilidad de un nutrimento en la dieta basal (%)

S_b = Nivel de contribución de un nutrimento de la dieta basal en la dieta ensayo ($S_b = 1 - S_a$)

S_a = Nivel de contribución de un nutrimento a evaluar en la dieta ensayo

Existen relativamente pocos alimentos que pueden ser consumidos solos como una ración completa, por el tiempo suficiente para determinar su digestibilidad. Estos se limitan casi exclusivamente a pastos naturales palatables.

Para el caso de alimentos proteicos o fibrosos deben ser suministrados junto con otro alimento cuya digestibilidad ha sido previamente determinado. La digestibilidad del alimento problema se calcula por

diferencia entre la digestibilidad total de la ración y la digestibilidad de aliento conocido. En este método generalmente se utiliza la técnica de alimentar con un forraje como ración base y determinar su digestibilidad. Luego se agrega a la ración el alimento problema para una segunda prueba. Asumiendo que los nutrientes de la ración base muestran el mismo porcentaje de digestibilidad en la segunda prueba, que cuando la dieta base fue suministrada sola, se restan estos nutrientes de las heces fecales y los restantes se consideran pertenecientes al alimento problema.

Cañas (1995)

La digestibilidad se obtiene entonces por diferencia, llamado también método indirecto.

En cuyes se ha determinado la digestibilidad de algunos insumos alimenticios por el método indirecto, utilizando diferentes proporciones e insumos:

Se determinó la digestibilidad por el método indirecto considerando como dieta basal a la cebada molida y combinándose con los insumos en evaluación en partes iguales. **Porras et al (1991)**; Para insumos fibrosos como el bagazo de marigold (*Tagetes erecta*) se utilizó la dieta experimental I: 100 % subproducto de trigo y dieta II: 40 % de bagazo de marigold y 60 % de subproducto de trigo. **Huayhua et al (2008)**; Para alimentos proteicos se utilizó como alimento referencial el afrecho de trigo en las siguientes proporciones: 40 % de pasta de algodón y 60 % afrecho de trigo; 35 % de torta de soya más 65 % de afrecho de trigo. **Correa et al (1994)**. En otro ensayo realizado por **Matos et al (1995)** utilizó 80 % de

cebada molida (alimento referencial) y 20 % de la harina de tarwi (alimento evaluado).

2.6. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LOS ALIMENTOS.

Galves y Rosello, citados por **Valenza (1989)**, señalan que la digestibilidad de los alimentos está influenciada por numerosos factores, que inciden de manera directa o indirecta sobre el consumo, digestión, absorción, y en definitiva sobre la utilización digestiva de los alimentos por los animales estos factores pueden agruparse en:

A. Ecológicos, referidos aquellos factores que influyen sobre la composición nutritiva de las plantas y por ende en la utilización digestiva de las mismas. Entre estos se tiene: el clima, longitud, altitud, variaciones estacionales, fertilización.

B. Botánicos y agrobotánicos, que en el caso particular de los forrajes, son muy importantes por tener una influencia directa sobre la digestibilidad así tenemos los factores como son: familia, especie y variedad, relación hoja tallo, edad de la planta y estado vegetativo, despunte, técnicas de recolección y conservación.

Cañas (1995) La digestibilidad es una medida biológica de la calidad de los alimentos y en ella intervienen factores de:

- **Factores del alimento.**- Como su contenido nutricional, estado fisiológico y la presentación (tamaño de partícula). Por ejemplo, la fracción de la fibra cruda es la que tiene la mayor influencia en su digestibilidad por su cantidad y composición química.
- **Factores del animal.**- Estos están relacionados con la especie, la edad, el estado fisiológico, nivel de consumo y ejercicio. Existen diferencias entre rumiantes y no rumiantes en la digestibilidad de alimentos fibrosos.
- **Factores de manejo o de suministro de alimento.**-Estos se relacionan con aspectos como el uso de raciones y concentrados, frecuencia de alimentación, suministro de agua de bebida y procesamiento como el peletizado, ensilado, molido o picado. Los efectos asociativos de los alimentos representan una serie de obstáculos para determinar la digestibilidad de concentrados.
- **Factores del ambiente.**- Se consideran la temperatura, humedad ambiental, ventilación e iluminación.
- **Otros factores.**- Entre los que se cuenta aspectos como los errores experimentales de medición, digestibilidad asociada que puede ser sumativa, sinérgica o antagónica y la selectividad que hacen los animales de los alimentos.

De Alba. J. (1973), señala que cuando el contenido de fibra cruda es superior al 25% de la materia seca en un forraje, esta interfiere la digestibilidad total, por lo tanto recomiendan utilizar las plantas en estado tierno.

Maynard (1971), así mismo indican que a medida de las plantas crecen aumenta el porcentaje de celulosa además la celulosa se va haciendo más leñosa y resistente, merced a la formación de sustancias complejas como la lignocelulosa. Así mismo señala que la lignina no solo es indigestible sino que disminuye la digestibilidad de la celulosa y de otros carbohidratos complejos.

Galves y Rosello (1971), citados por **Valenza (1989)**, consideran dentro de los factores fisiológicos a la composición de los alimento, preparación de los mismos, nivel de consumo y composición de la dieta debido a la dificultad de colocar estos últimos factores dentro de los fisiológicos, sea intentado integrar los mismos a un cuarto grupo de factores que afectan a la digestibilidad denominándoseles factores alimenticios. Con relación a la especie animal mencionan que la utilización digestiva de los alimentos por los animales está relacionado al desarrollo y estructura anatómica que caracteriza a cada especie animal, así como a la duración intensidad de los actos fisiológicos, velocidad de pasaje de los alimentos y a la actividad de los distintos micro-organismos que viven en el rumen indican también que la raza presenta una influencia del 3% a 4% sobre la digestibilidad en ovinos,

mientras que la edad del animal no presenta una influencia significativa. **Maynard (1971)**, manifiesta que la composición de los alimentos tienen una acción decisiva sobre la digestibilidad es así que los alimentos que contienen poca fibra son altamente digestibles, esto se debe a que las paredes celulares son delgadas y pueden ser traspasadas fácilmente por los tubos digestivos. Cuanto mayor sea el contenido de fibra cruda de un alimento de más espesor y resistentes son las paredes de las células los coeficientes de digestibilidad toman valores inferiores.

Camplinget (1962), citado por **Nuñes (1978)** señalan que la trituración fina de los forrajes determina una baja digestibilidad, atribuyendo al menor tiempo de permanencia de los alimentos en el tracto digestivo. Menciona también que los alimentos que han sido sometidos a procesos de cocción no contribuyen a la digestibilidad en animales adultos, salvo en muy pocos alimentos como la peletización, molienda, etc. Tiene influencia principalmente sobre su manipulación, almacenamiento y consumo, fundamentalmente, mas no sobre su digestibilidad. **Galvez y Rosello (1971)**, citado por **Valenza (1989)**, al tratar del nivel de consumo manifiesta que un aumento en la ingestión de los alimentos por los animales, tiende a disminuir la digestibilidad debido a que la velocidad de tránsito de los alimentos aumenta.

Gramton y Harris (1974), encontraron en una seria experiencia, una disminución en el porcentaje de materia seca digestible, conforme aumenta el nivel de ingestión del forraje.

Church (1974), indican que cuando los animales reciben una relación compuesta por varios alimentos, la digestibilidad aparente del conjunto no es igual a la media ponderada de las digestibilidades aparentes de los alimentos componentes, los que se denomina digestibilidad conjunta.

Maynard (1971), indica que la digestibilidad puede ser limitada por falta de tiempo para la acción digestiva completa, sobre las sustancias menos digestibles o por no ser completa la absorción, este efecto es más notable cuando los alimentos pasan rápidamente por el tubo digestivo. Siendo un alimento que pasa lentamente a lo largo del intestino queda muy expuesta a la fermentación destructiva. Existiendo diferencias en la digestibilidad de los alimentos, de acuerdo a la especie animal, siendo los rumiantes los que digieren el alimentos con alto contenido de glucosa en gorma mas completa en comparación de los monogástricos. La edad no influye sobre la digestibilidad salvo en los periodos extremos de vida, ya que los animales jóvenes no pueden consumir mucho forraje, hasta que su aparato digestivo se haya desarrollado en un modo completo. La capacidad digestiva de los animales viejos suele quedar afectada por la diferencia de la dentadura que no les permite masticar o triturar bien a los alimentos.

La raza no tiene influencia sobre la digestibilidad. Sin embrago los animales considerados individualmente, pueden mostrar notables diferencias o deficiencias en su capacidad para digerir una ración, normalmente la digestibilidad de una ración de una misma especie no suele variar en mas de 3% a 4%. **Morrison (1980)**, indica que el ejercicio

moderado, es un factor que tiende a aumentar la digestibilidad, pero el trabajo excesivo reduce por otra parte la digestibilidad.

La molienda del grano no aumenta la digestibilidad en los animales que mastican perfectamente como el avino, pero los granos que escapan a la masticación recorren un tubo digestivo sin ser digeridos.

Fernandez Baca (1979), indica que se reportaron incrementos en la digestibilidad cuando se incrementaba la temperatura del ambiente, pero se producía la disminución en el consumo por efecto de alta temperatura.

Borgioli (1964), atribuye que el efecto de la cantidad de los alimentos consumidos, se ha comprobado experimentalmente que los animales domésticos sufren una depresión constante de digestibilidad al aumentar el consumo de alimentos concentrados por encima de los requerimientos necesarios.

Los coeficientes de digestibilidad aparente no son la medida ideal para indicar el valor nutritivo de un alimento, pero no hay duda de que ha reflejado en cierto grado el aprovechamiento de alimentos y nutrientes, y representan información de un valor mayor que el simple análisis químico de alimentos cuando intentamos medir el suministro de nutrientes a los animales.

Rodríguez (1980).

2.7. LIMITACIONES PARA LA DETERMINACIÓN DE DIGESTIBILIDAD.

Rodríguez (1980), expresa que al utilizar o determinar los coeficientes de digestibilidad debemos estar conscientes de las limitaciones de estos valores. En una forma resumida listaremos las más importantes:

- a) Reflejan en cierto modo solamente la capacidad de digestión y absorción de los alimentos utilizados en la determinación.
- b) La medida es específica para el tipo y condiciones del alimento o ingrediente utilizado en la determinación.
- c) Algunos nutrientes no se pueden evaluar debido a los intercambios de estos en el tubo digestivo (minerales).
- d) Algunas fracciones de alimento no se pueden evaluar correctamente por falta de técnicas adecuadas de laboratorio.

2.8. SISTEMA DIGESTIVO DEL CUY

El sistema digestivo es el primer paso en la incorporación de los alimentos al organismo animal, dejando el residuo en forma de heces.

El Cuy (*Cavia porcellus*) es un roedor herbívoro, clasificado por su anatomía intestinal como un animal de fermentación post gástrica.

El Tracto gastrointestinal está conformado por: esófago, cardias (estómago), píloro (estómago), duodeno, intestino delgado, apéndice cecal, saco ciego, intestino grueso, recto y ciego.

Los alimentos en la boca son cortados por los incisivos y molidos finamente por los molares, y paralelamente se añaden enzimas en la saliva, una vez molido es deglutido, pasando por el esófago hasta llegar al estómago; en el estómago se agregan las enzimas gástricas que ayudan a la partición fina del alimento (degradación), permitiendo su absorción en el intestino delgado.

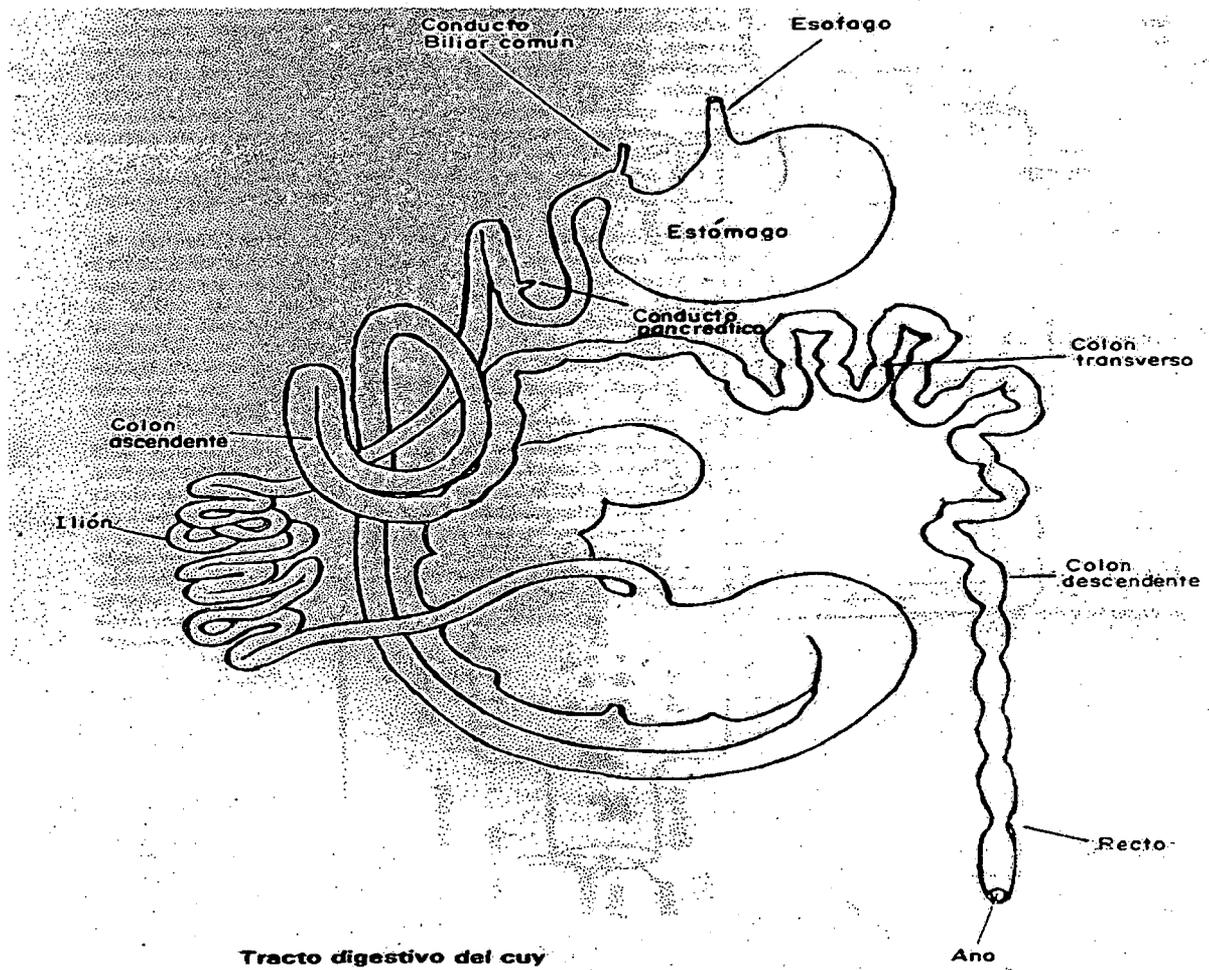
Una particularidad del cuy es producir 2 tipos de excreta, uno rico en nitrógeno que es reutilizado denominado cecotrofia y el otro que es eliminado como heces propiamente dichos. **Holtenius y Bjornhag (1985)**

mencionado por **Alagón (2004)** El cuy es semejante a los omnívoros con la diferencia de tener un ciego desarrollado que tiene microorganismos que le permiten aprovechar los alimentos fibrosos.

En la figura 01 se muestra las partes del aparato digestivo del cuy

Figura N° 01

APARATO DIGESTIVO DEL CUY



FUENTE INIA -1995

2.9 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Se ha realizado una revisión bibliográfica de los antecedentes referidos a la presente investigación, sin embargo no se ha encontrado con exactitud alguna investigación vinculada con las variables de estudio; por lo que se presenta el siguiente antecedente de la investigación.

- **Título** : *"Digestibilidad aparente de la semilla despigmentada de achote (Bixa Orellana L) en ovinos". José E. Vergara(1991)*
- **Conclusiones** : *Los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes del subproducto semilla despigmentada de achote son altos,teniendo como resultados: PC= 77.45%, E.E. = 77.45%, F.C.= 77.45, E.N.N.= 77.45%. no teniendo variabilidad significativa entre nutrientes.*

III MATERIALES Y MÉTODOS.

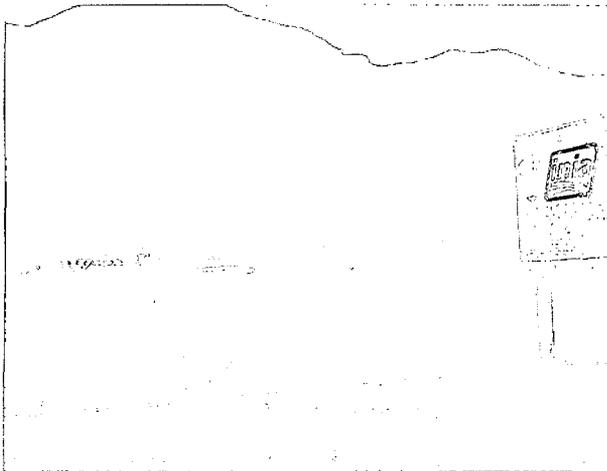
3.1 MATERIALES

3.1.1. UBICACIÓN: El presente experimento se realizó en la Estación Experimental Andenes Cusco del INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), en el anexo Sullupugio, en que dicha institución posee un criadero de cuyes de las razas: *Andino, Perú, e Inti*. Ubicación:

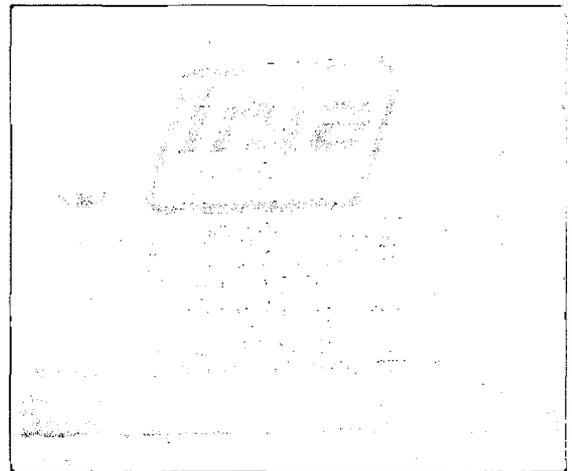
Departamento : Cusco
Provincia : Anta
Distrito : zurite
Anexo : sullupugio

A una altitud de 3 390 msnm. Como se muestra en la fotografía 1,2

INIA anexo Sullupugio



Fotografía N° 01



Fotografía N° 02

La determinación de las fracciones de agua, extracto etéreo, fibra cruda, proteína cruda y ceniza se realizó en los laboratorios de la facultad de química, de la UNSAAC.

3.1.2. DURACIÓN

La duración del experimento fue durante 2 meses (Octubre y Noviembre), según se detalla en el cuadro N° 02.

Cuadro N° 02 Duración por fases del experimento

FACES	ACTIVIDADES	FECHA INICIO	FECHA FINALIZADA	TOTAL DIAS
PRE EXPERIMENTAL	- Construcción del bioterio. - Pintado de jaulas. - Selección de animales	01/10/2011	31/10/2011	31
EXPERIMENTAL	Inicio del experimento	01-11-2011	06-11-2011	6
	Normalización metabólica	07-11-2011	12-11-2011	6
	Evaluación	13-11-2011	19-05-2011	7
POS EXPERIMENTAL	trabajo gabinete	20-11-2011	30-11-2011	11

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 MATERIAL BIOLÓGICO

3.1.3.1 CUYES

Los animales del experimento fueron 10 cuyes, de la raza *Perú*, con una edad aproximada de 5 meses, con un peso vivo promedio de 1210.7gr, de sexo macho, enteros, procedente del mismo criadero del INIA; como se puede observar en la fotografía n° 03

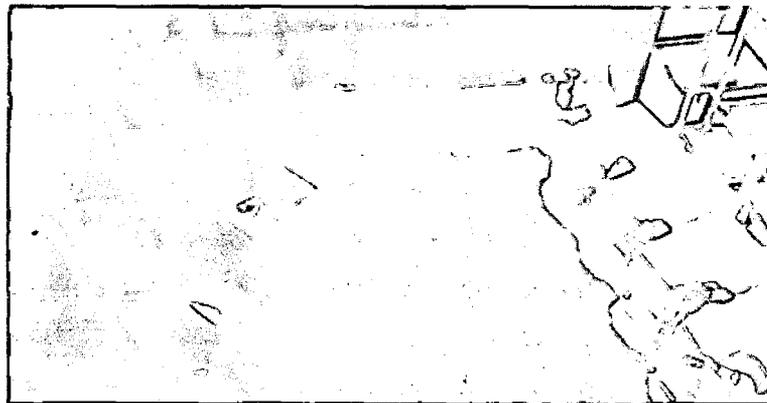
Fotografía N° 03 Cuyes de la raza Perú en el INIA



IDENTIFICACIÓN DEL LOS CUYES

El material biológico del experimento está compuesto por 10 cuyes, los cuales fueron identificados con números del 1 al 10, colocando su código numeral correspondiente en sus respectivas jaulas metabólicas, con el fin de llevar un control y registro adecuado como se puede apreciar en la fotografía n° 4

Fotografía N° 04



Identificación de cuyes

Cuadro N° 03

Identificación de los cuyes y jaulas

N° Jaula Metabólica	N° Cuy
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

3.1.3.2 INSUMOS ALIMENTICIOS (SEMILLA DESPIGMENTADA DE ACHIOTE, ALFALFA)

Ver detalles ANEXO N° 1

El consumo de materia seca (MS) se determinó considerando el 7 % del peso vivo del cuy.

- Semilla despigmentada de achiote : 90% de MS.
- Alfalfa antes de la floración : 10% de MS.

T1. Semilla despigmentada de achiote húmedo remojado por 24 horas.

T2. Semilla despigmentada de achiote seco (molido mediano). Con 0.5 mm de diámetro de tamaño de partícula.

En la etapa experimental el achiote fue ofrecido, aumentando el 15% del consumo del día anterior.

Pero la cantidad de alfalfa se mantuvo fija durante toda la evaluación, la misma que fue pesada el día anterior a la evaluación, dotándoles también de agua fresca necesaria, como se observa en la fotografía 5,6

Fotografía N° 05



Control del achiote

Fotografía N° 06



Control de la alfalfa

La ración experimental se suministró cada 24 horas (8.30 am). El alimento que no fue consumido o "residual" se tomó en cuenta, pesándose y registrándose, así obtener su consumo diario.

3.1.4 EQUIPOS

En la fase experimental se han utilizado los siguientes:

- 10 jaulas metabólicas para cuyes (detalle en anexo N° 24 - fotografías)
- 10 comederos de fierro galvanizado.
- 10 bebederos de plástico graduado.
- Una tina para el remojo del achiote.
- 10 botella de plástico graduado para la recepción de la orina.
- Un molino manual.
- 01 balanza electrónica o digital.
- Un secador eléctrico, manual para separar el pelo de las excretas.
- Estufa, mufla, para el secado parcial de las heces a los 65°C que se realizó en la granja Kayra de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

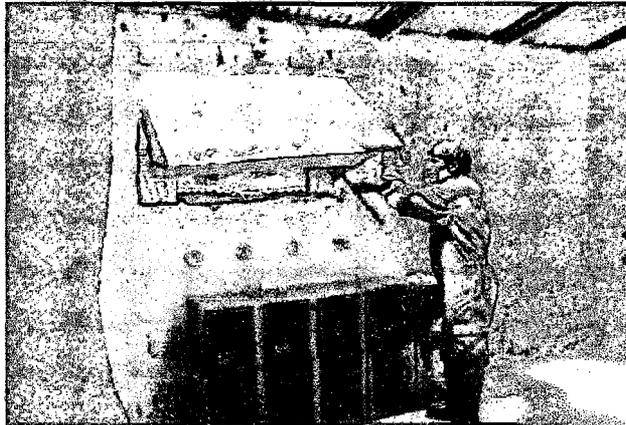
También fueron necesarios:

- Registro de control de peso vivo, de alimentación en las dos faces, de excreta producida, etc.
- Etiquetas para identificación de jaulas y animales.
- 1 ambiente adecuado para el pre secado de las heces que sea libre de contaminación.
- Bolsas de papel para el transportar y conservar los alimentos y excretas.

3.1.4.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL BIOTERIO

Se utilizó un ambiente acondicionado para este experimento, una habitación de buena visibilidad y ventilación de un área de 12 m² para alojar cómodamente 10 jaulas metabólicas. Como se observa en la fotografía n°07.

Fotografía N° 07



Ventilación del ambiente de trabajo.

Se ha tomado especial atención al registro de temperatura interna o del bioterio, en tres horarios del día, cuyo detalle se demuestra en el cuadro N°4

Cuadro N° 04

Temperaturas registradas en el Bioterio(C°) total 22 días del experimento

DIAS	FASE	FECHA	8hr	12hr	17hr
1	Normalización metabólica	08/11/2011	14.8	23	14
2	" "	09/11/2011	15	24	16
3	" "	10/11/2011	14.5	22	15.5
4	" "	11/11/2011	15	23.5	17
5	" "	12/11/2011	14.9	22.5	16
6	evaluación	13/11/2011	15	25	15
7	" "	14/11/2011	15.5	24	14
8	" "	15/11/2011	14	24	15
9	" "	16/11/2011	15	23	16
10	" "	17/11/2011	15.6	23	14
11	" "	18/11/2011	14	21.9	15
12	" "	19/11/2011	15.3	22	16
13	" "	20/11/2011	15	23	15
	promedio		14.89	23.15	15.27

Fuente: *Elaboración propia*

3.2. MÉTODO

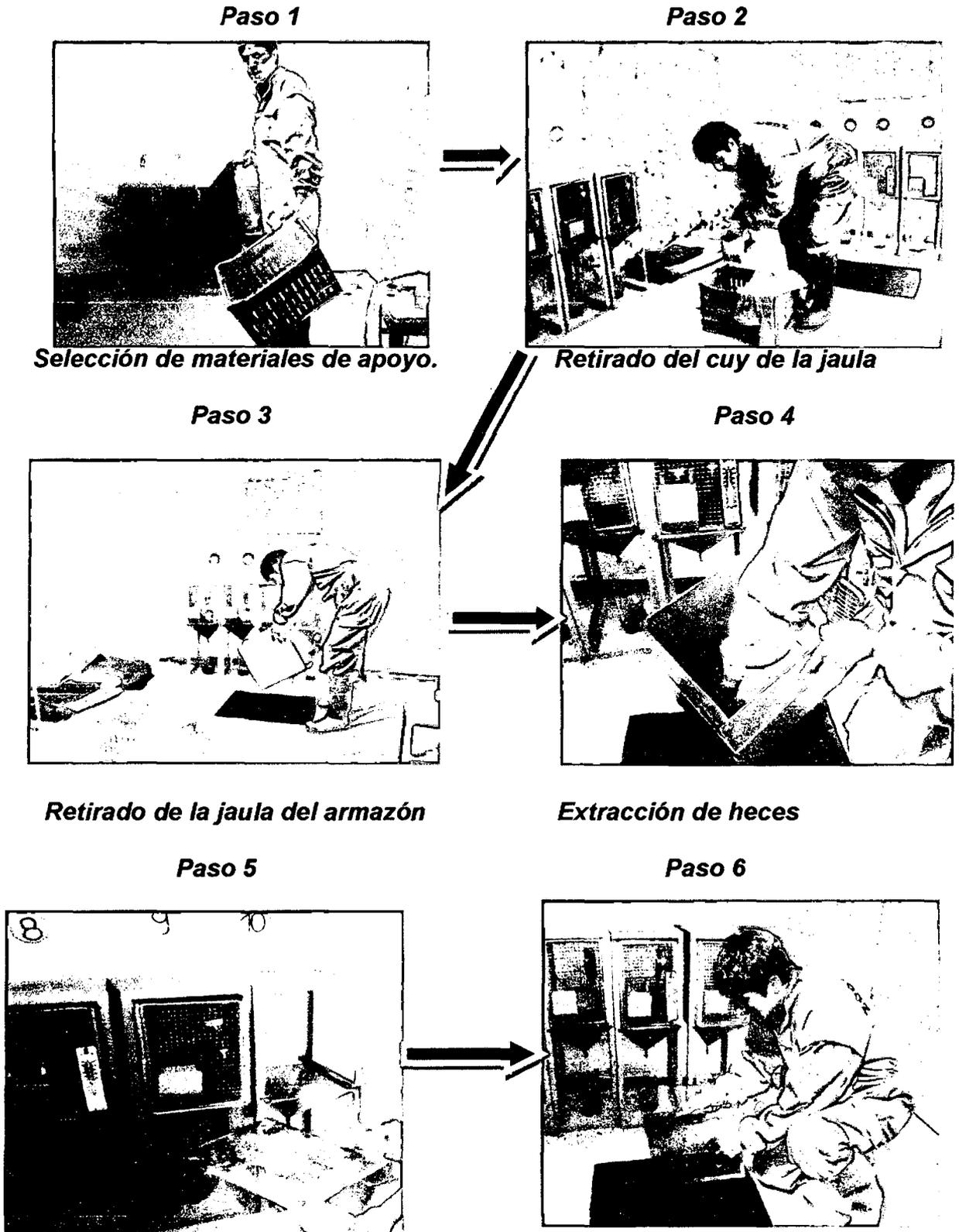
El método utilizado en la presente investigación fue el método indirecto o por diferencia para determinar la digestibilidad aparente de la semilla despigmentada del achiote en cuyes.

3.2.1 SECUENCIA DE COLECCIÓN DE MUESTRAS DE HECES

La secuencia de colección de las muestras de las heces se realizó en 10 procedimientos, que a continuación se observa en grafico n° 3.

GRAFICO N°3

Secuencia de colección de muestras de heces



Retirado de la parrilla con heces

Paso 7



Depósito en bolsa de papel

Colección de heces

Paso 8



Selección de heces

Paso 9



Pesado en base húmeda

Paso 10



Pre secado para su traslado al Laboratorio

3.2.2 ANÁLISIS QUÍMICO

Las muestras de la semilla despigmentada del achiote, de la dieta consumida y rechazada, de las heces recolectadas, fueron sometidas a análisis químico para determinar las siguientes fracciones: materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y cenizas; para lo cual se utilizaron muestras

representativas de los excrementos de cada animal, de igual forma para el análisis de la semilla despigmentada de achiote (*Bixa orellana* L.).

3.2.3 PREPARACION DE LAS MUESTRAS

Para realizar el análisis químico se utilizó muestras representativas de heces, previamente se juntaron las muestras de la colección de todos los días correspondientes a cada animal; es decir, se homogeneizaron obteniendo así una muestra por animal.

3.2.4 MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO

El análisis químico se realizó, utilizando el método convencional del análisis proximal o de Weende (**Briceños 1978**), citado por (**Vergara 1991**).

Cuadro N° 05

Métodos para el análisis químico

DETERMINACIÓN	MÉTODO
Humedad	% Gravimétrico (Deshidrat. Total). Briceños (1978)
Ceniza	% Gravimétrico (Incinerac. Total). Briceños (1978)
Grasa	% Extracción con solventes (equipo sohlet)
Fibra bruta	% Ebullición de la muestra con ácidos y álcalis.
Prot. bruta	% Digestión a base de concentración determinada. (Semi Micro Kjeldahl). Briceños (1978)

Fuente: Elaboración propia

3.2.5 CÁLCULO DE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE

Se utilizó el método descrito por **CRAMPTON (1974)** cuyos cálculos se realizaron siguiendo la fórmula:

$$\text{Coeficiente de Digestibilidad} = \frac{\text{Nutrientes ingeridos} - \text{Nutrientes excretados}}{\text{Nutrientes ingeridos}} \times 100$$

3.2.6 DETERMINACIÓN DEL N.D.T. EN PORCENTAJES

Esta determinación se realizó mediante un cálculo aritmético, a través de la siguiente fórmula, descrita por **CRAMPTON (1974)**

$$\% \text{ N.D.T.} = \frac{(\%P \times \text{cd}) + (\%E.N.N. \times \text{cd}) + (2.25 \times \%E.E. \times \text{cd}) + (\%F.C. \times \text{cd})}{100}$$

DONDE

%P : porcentaje de proteína.

CD : coeficiente de digestibilidad.

3.2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño adoptado fue el diseño completo al azar.

Con dos tratamientos:

T2: Semilla de achiote despigmentada granulada

T3: Semilla de achiote despigmentada entera y húmeda

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD (T1)

Los cuadro N° 06 y 07 muestra los promedios los coeficientes de digestibilidad del T1 Y T2 respectivamente en nutrientes de (P.C., E.E., F.C., E.N.N.) en porcentajes el promedio de la proteína cruda del T1 es de 84.26% y del T2 es 61.27% respectivamente. Ver detalles de análisis ANEXO N° 1

CUADRO N°06

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DEL T1 EN (%)

CUY N°	PROTEINA CRUDA	EXTRACTO ETÉREO	FIBRA CRUDA	EXTRACTO NO NITROGENADO
I	83.20	84.29	55.44	92.34
II	83.03	76.62	55.27	91.08
III	84.63	78.60	61.11	90.98
IV	83.48	77.70	59.81	91.00
V	86.96	77.73	66.30	91.13
PROMEDIO	84.26	78.99	59.59	91.31

4.1.2 COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD (T2)

CUADRO N°07

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DEL T2 EN (%)

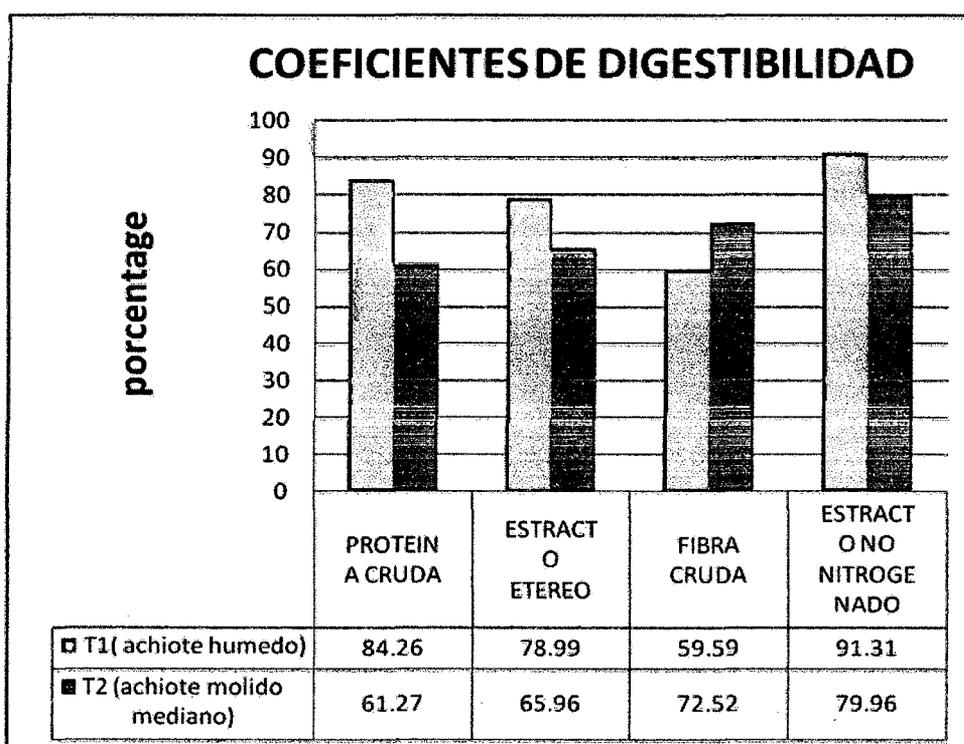
CUY N°	PROTEINA CRUDA	EXTRACTO ETÉREO	FIBRA CRUDA	EXTRACTO NO NITROGENADO
VI	64.75	68.56	72.33	78.68
VII	59.56	65.12	68.59	78.93
VIII	57.42	61.21	71.43	78.71
IX	57.71	65.99	74.27	80.08
X	66.92	68.93	75.96	83.41
PROMEDIO	61.27	65.96	72.52	79.96

4.1.3 COMPARACION DE PROMEDIOS DE DIGESTIBILIDAD DEL T1 Y T2, EN PORCENTAJE (%)

En el gráfico N° 03 se puede observar los coeficientes de digestibilidad obtenidos del T1 en comparación con el T2 de los nutrientes en porcentajes (%) (P.C., E.E., F.C., E.N.N.)

Gráfico N° 04

Coefficientes de digestibilidad del T1, T2, en porcentajes



4.1.1 NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES (NDT), T1

En el cuadro N° 8, 9 se muestra los nutrientes digestibles totales del T1, T2 respectivamente dando como resultado un 84.99% del T1 y un 74.31 del T2

CUADRO N°8

CONTENIDO DE NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES (NDT) T1 %

NUTRIENTES	ANÁLISIS QUÍMICO	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD	NUTRIENTES DIGERIDOS	FACTOR ENERGÉTICO	VALOR ENERGÉTICO
PROTEINA CRUDA	17.74	84.26	14.95	1.00	14.95
EXTRACTO ETereo	3.74	78.99	2.95	2.25	6.65
FIBRA CRUDA	10.13	59.59	6.03	1.00	6.04
EXTRACTO NO NITROGENADO	62.82	91.31	57.35	1.00	57.36
NDT					84.99

4.1.5 NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES (NDT), T2

CUADRO N°9

CONTENIDO DE NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES (NDT) DEL T2 (%)

NUTRIENTES	ANÁLISIS QUÍMICO	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD	NUTRIENTES DIGERIDOS	FACTOR ENERGÉTICO	VALOR ENERGÉTICO
PROTEINA CRUDA	12.63	61.272	7.74	1.00	7.74
EXTRACTO ETereo	3.37	65.96	2.22	2.25	5.00
FIBRA CRUDA	25.81	72.52	18.72	1.00	18.72
EXTRACTO NO NITROGENADO	53.59	79.96	42.83	1.00	42.85
NDT					74.31

**NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES (NDT) DE CADA CUY POR
TRATAMIENTO (%)**

CUY	T1	T2
1	85.48	74.21
2	83.95	72.46
3	84.97	72.51
4	84.57	74.38
5	85.93	77.98

- Análisis de Varianza**

F de V	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTO	1	274.050781	274.050781	98.2075	0.000
ERROR	8	22.324214	2.790527		
TOTAL	9	240.375000			

CV= 2.1%

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA

- La digestibilidad (%) en el **T1** de los cinco cuyes, fueron: 83.20, 83.03, 84.63, 83.48 y 86.96. Respectivamente con un promedio de **84.26 %**

- La digestibilidad (%) en el **T2** de los cinco cuyes, fueron: 64.75, 59.56, 57.42, 57.71 y 66.92. respectivamente, Con un promedio de **61.27%**.

- **Análisis de Varianza**

F de V	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTO	1	1321.121091	1321.121094	124.1525	0.000
ERROR	8	85.128906	10.641113		
TOTAL	9	1406.250000			

CV= 4.48%

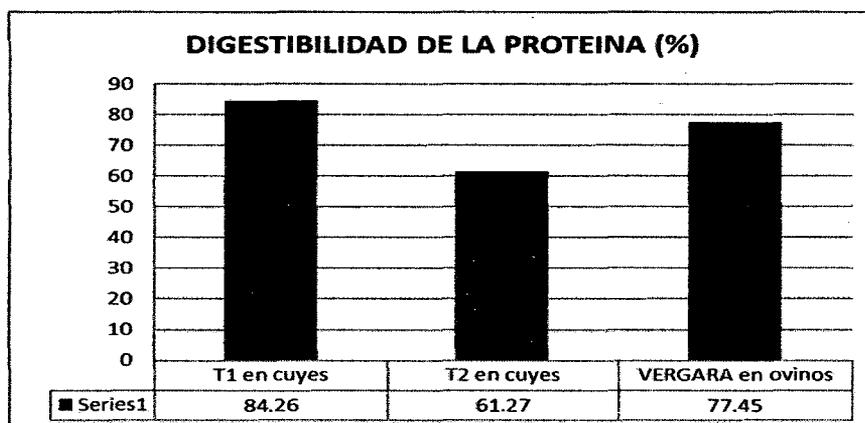
En el análisis de varianza (**ANVA**) nos muestra que en los promedios existe una diferencia significativa, lo cual indica que el T1, cuyes alimentados con achiote remojado tuvo un mayor porcentaje de digestibilidad respecto al T2 cuyes alimentados con achiote de molido mediano, con un coeficiente de variabilidad de 4.48 %.

- No existiendo trabajos similares en cuyes.
- Existe un trabajo similar en ovinos realizado por **VERGARA (1991)**, en el que reporta un coeficiente digestibilidad de la proteína de **77.45 %** que es superior al T2 (cuyes que fueron alimentados con achiote de molido mediano) con un coeficiente de digestibilidad de **61.27%**.

Pero es inferior al T1 (cuyes alimentados con achiote remojado por 24 horas) con un coeficiente de digestibilidad de **84.26%**

Gráfico N°05

Coefficientes de digestibilidad de la PC del T1, T2, comparada con Vergara en porcentajes



4.2.2. DIGESTIBILIDAD DEL EXTRACTO ETÉREO

- La digestibilidad (%) en el T1 de los cinco cuyes, fueron: 84.29, 76.62, 78.60, 77.70, 77.73, Respectivamente con un promedio de 78.99 %
- La digestibilidad (%) en el T2 de los cinco cuyes, fueron: 68.56, 65.12, 61.21, 65.99 Y 68.93. respectivamente, Con un promedio de 65.96%.

- **Análisis de Varianza**

F de V	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTO	1	424.183594	424.183594	44.6762	0.000
ERROR	8	75.957031	9.494629		
TOTAL	9	500.140625			

CV= 4.25%

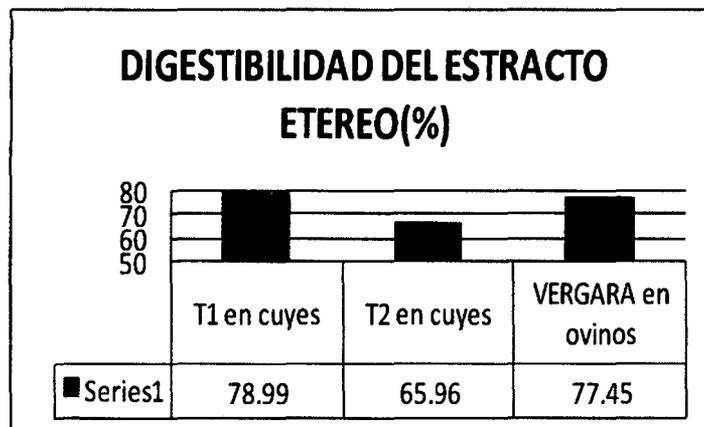
En el análisis de varianza (**ANVA**) nos muestra que en los promedios existe una diferencia significativa, lo cual indica que el T1, cuyes alimentados con achiote remojado tuvo un mayor porcentaje de digestibilidad respecto al T2 cuyes alimentados con achiote de molido mediano, con un coeficiente de variabilidad de 4.25 %.

- En el trabajo realizado por **VERGARA** en ovinos, reporta un coeficiente digestibilidad del extracto etéreo de **77.45 %** que es superior al T2 (cuyes que fueron alimentados con achiote de molido mediano) con un coeficiente de digestibilidad de **65.96%**.

Pero es inferior al T1 (cuyes alimentados con achiote remojado por 24 horas) con un coeficiente de digestibilidad de **78.99%**

Grafico N°06

Coefficientes de digestibilidad del E.E. del T1,T2, comparada con Vergara en porcentajes



4.2.3. DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA CRUDA

- La digestibilidad (%) en el T1 de los cinco cuyes, fueron: 55.44, 55.27, 61.11, 59.81 Y 66.30, Respectivamente con un promedio de 59.59 %
- La digestibilidad (%) en el T2 de los cinco cuyes, fueron: 72.33, 68.59, 71.43, 74.27 Y 75.96. respectivamente, Con un promedio de 72.52%.

- **Análisis de Varianza**

F de V	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTO	1	417.957031	417.957031	29.1168	0.000
ERROR	8	114.8357938	14.354492		
TOTAL	9	532.792969			

CV= 5.74%

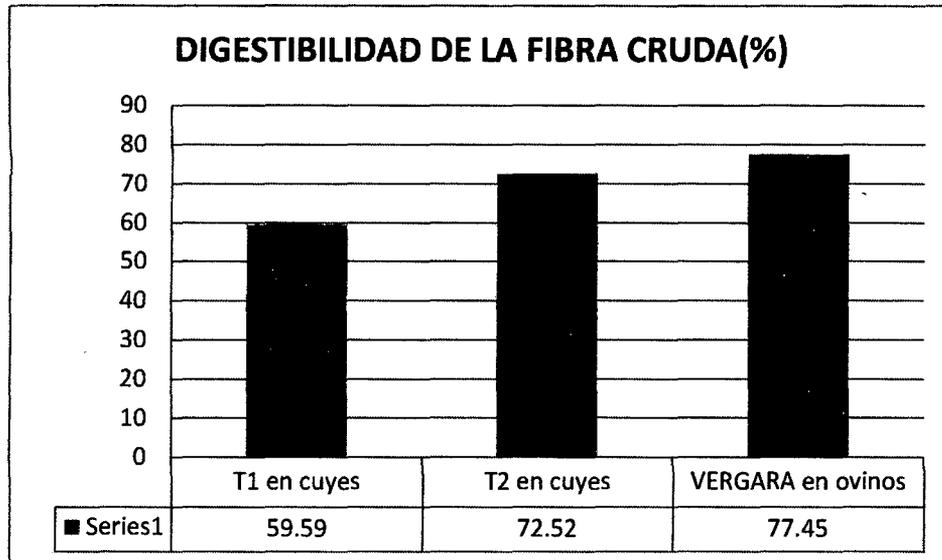
En el análisis de varianza (**ANVA**) nos muestra que en los promedios existe una diferencia significativa, lo cual indica que el T1, (cuyes alimentados con achiote remojado), tuvo un menor porcentaje de digestibilidad respecto al T2 (cuyes alimentados con achiote de molido mediano). Con un coeficiente de variabilidad de 5.74 %.

- En el trabajo realizado por **VERGARA** en ovinos, reporta un coeficiente digestibilidad de la fibra de **77.45 %** que es superior al T2 (cuyes que fueron alimentados con achiote de molido mediano) con un coeficiente de digestibilidad de **72.56%**.

Superior también al tratamiento1 (cuyes alimentados con achiote remojado por 24 horas) con un coeficiente de digestibilidad de **59.59%**.

Grafico N°07

Coefficientes de digestibilidad de la FC del T1, T2, comparada con Vergara en porcentajes



4.2.4 DIGESTIBILIDAD DEL ESTRACTO NO NITROGENADO

- La digestibilidad (%) en el T1 de los cinco cuyes, fueron: 92.34, 91.08, 90.98, 91.00 Y 91.31. Respectivamente con un promedio de 91.31%
- La digestibilidad (%) en el T2 de los cinco cuyes, fueron: 78.68, 78.93, 78.71, 80.08 Y 83.41. respectivamente, Con un promedio de 79.96%.

- **Análisis de Varianza**

F de V	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTO	1	321.703125	321.703125	146.8676	0.000
ERROR	8	17.523439	2.190430		
TOTAL	9	339.226563			

CV=1.73%

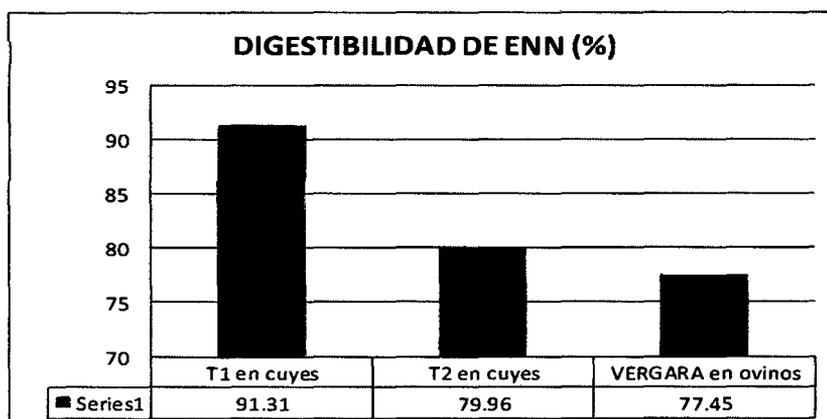
- En el análisis de varianza (**ANVA**), nos muestra que en los promedios existe una diferencia significativa, lo cual indica que el T1, cuyes alimentados con achiote remojado tubo un mayor porcentaje de digestibilidad respecto al T2 cuyes alimentados con achiote de molido mediano. Con un coeficiente de variabilidad de 1.73%.

- En el trabajo realizado por **VERGARA** en ovinos, reporta un coeficiente digestibilidad del extracto no nitrogenado de **77.45 %** que es inferior al T2 (cuyes que fueron alimentados con achiote de molido mediano) con un coeficiente de digestibilidad de **91.31%**.

Inferior también al T1 (cuyes alimentados con achiote remojado por 24 horas) con un coeficiente de digestibilidad de **79.96%**.

Gráfico N°08

Coeficientes de digestibilidad del ENN. Del T1, T2, comparada con Vergara en porcentajes



4.2.5. NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES (N.D.T.)

Los porcentajes de digestibilidad, determinan nuevos valores denominados N.D.T.

En el presente trabajo se determinó el N.D.T. como se observa en el cuadro 13, 14 tanto del T1 y el T2 respectivamente

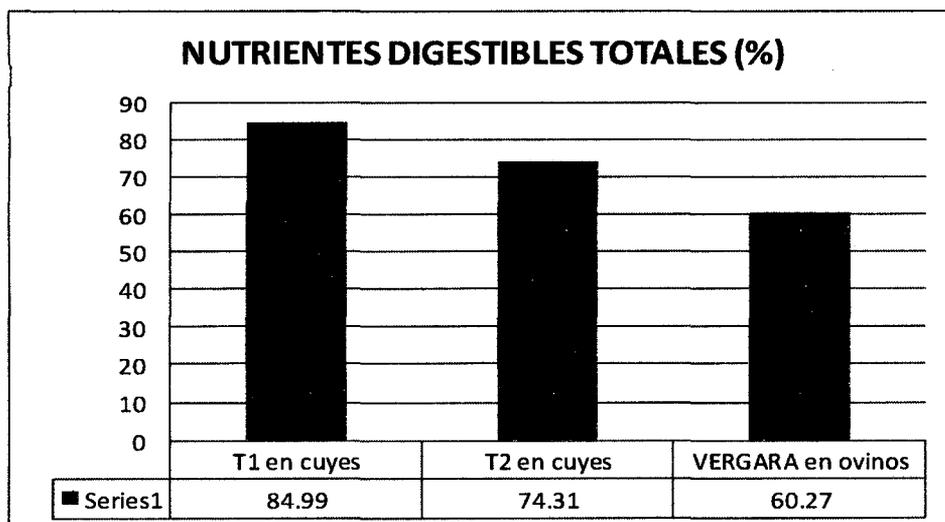
El N. D. T. Del tratamiento1 fue de **84.99** %(cuadro 13)

El N. D. T. Del tratamiento2 fue de **74.31** %(cuadro 14)

- Los resultados de nutrientes digestibles totales del tratamiento 1son superiores estadísticamente a los datos obtenidos del tratamiento 2.
- Estos resultados son superiores a los valores obtenidos por VERGARA (1991). En **60.065** % en ovinos,...

Gráfico N°09

Nutrientes digestibles totales (NDT) del T1, T2, comparada con Vergara en porcentajes



CONCLUSIONES

1. Los mayores promedios en: proteína cruda 84.26%, extracto etéreo 78.99% y en extracto no nitrogenado 91.31%, se obtuvieron en el tratamiento 1 (cuyes alimentados con achiote remojado) y en un menor porcentaje de la fibra cruda 59.59% a comparación con el tratamiento 2 que se obtuvo en fibra un 72.52%.
2. El mayor promedio de nutriente digestibles totales (NDT) con 84.99% se obtuvo en el Tratamiento 1 en comparación con el Tratamiento 2 que se obtuvo un 74.31%.

RECOMENDACIONES

1. Realizar trabajos comparativos en la alimentación de cuyes incluyendo al achiote remojado o achiote chancado en cada ración, para analizar la ganancia de peso.
2. Realizar investigaciones en la alimentación de cuyes con niveles de achiote en la ración.
3. Realizar trabajos similares en aves por su buen contenido de proteína.
4. Investigar sobre las características de la carcasa de cuyes alimentados con achiote.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ALAGÓN. G.** 2004. Nutrición Animal. Área Nutrición. Departamento Académico de Ganadería. Facultad de Agronomía y Zootecnia UNSAAC. 285 p.
2. **ALVAREZ, C, L.A; GOMEZ D,J.** El achiote (*Bixa orellana* L) Seminario de Agronomía; Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Medellín 1990 P 7-50.
3. **AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS, INC. 2000.** Official Publications. Assistance Secretary-Treasuere. Indiana, USA.
4. **APARNATHI;** et, al; en: Internet <http://oaxaca.gob.mx/sedic/agronegocios/spanish/achiote.html>. 1998.
5. **BERNAL, H.Y, CORREA Q, J.E:** Especies vegetales promisorias, de los países del convenio Andrés Bello, Tomo II. Bogotá Colombia 1989 P 260-285.
6. **BORGIOLI, E.** 1964 , alimentación del ganado editado por la OEA, 193 pág
7. **BRICEÑOS, O.** 1978. Nutrición animal UNAM.
8. **CAÑAS R.**1995. Alimentación y Nutrición Animal. Publicación Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile.574 p.

9. **CEBALLOS, A, ECHEVER; C.** Comparación de varios métodos de extracción del colorante del achiote (*Bixa orellana* L). Tesis ing Agronomo. Universidad Nacional de Colombia, Palmira 1976. 43p
10. **CENTRUM CATÓLICA** - Centro de Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Boletín electrónico de negocios. 13 de Setiembre 2006.

centrumaldia@pucp.edu.pe
11. **CERVANTES, J.** 1987 Digestibilidad aparente de las granzas de kiwicha (*Amaranthus Caudatus* L.) en ovinos. Tesis ing zoot. Kayra-Cusco- Peru. 40 pag.
12. **CORDOBA V,** José Angel; el achiote; cultivo, beneficio y posibilidades de exportación. En revista ESSO Agrícola 44:1 Bogotá Colombia 1987 p 3-7
13. **CORINE, H. ; R.** 1984. Fundamentos de nutrición animal.
14. **CORREA H.; HIDALGO V.; VERGARA V.; MONTES T.** 1994. Determinación de la digestibilidad de insumos energéticos proteicos y fibrosos en cuyes. UNALM. Resúmenes APPA 1994 - Lima en www.inia.gob.pe
15. **CRAMPTON, E.; HARRIS, L.** 1974. Nutrición animal aplicada. 2 ed. Edit. Acribia. España. 754 p.
16. **CRAMTOM Y HARRIS,** 1974. Nutrición animal.
17. **CRONQUIS, A. (1975) Introducción a la Botánica.**

18. **CRURCH, C.** 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes.
19. **DE ALBA, J.** 1973. Alimentación del ganado en América latina. Dpto. de nutrición, copia mimeografiada, Lima- Perú, 306 pág. Edición Mundo prensa (I. N. R. A.). Instituto Nacional de Recherche Agronomique Argentina. 697 pag.
20. **FERNANDEZ BACA, S.** 1979. Estudio comparativo de la digestibilidad de los forrajes en ovinos y alpacas. Rev. Facultad de medicina veterinaria UNMSM Lima- Perú 138 pág.
21. **FAN MZ, SAUER WC.** Determination of apparent ileal amino acid digestibility in barley and canola meal for pigs with the direct, difference and regression methods. J Anim Sci 1995; 73:2364-2374.
22. **HIRAWAKA, C.; DARISTOTLE, C.** 2001. *Nutrición Canina y Felina: guía para profesionales de los animales de compañía. 2ª ed. Harcourt. Madrid, España.*
23. **Huayhua, M; Vergara V.; Chauca L.; Remigio, R.M.** 2008. Determinación de los coeficientes de digestibilidad y Energía digestible del bagazo de marigold (*Tagetes erecta*) y subproducto de trigo (*Triticum sativum*) por calorimetría en el cuy (*Cavia porcellus*) UNALM – INIA Resúmenes APPA 2008 en www.inia.gob.pe
24. **IBAÑEZ, O.** "Evaluación del contenido de energía metabolizable y proteína digestible de alimentos secos comerciales para perros (*Canis familiaris*) adultos en etapa de mantención" Tesis, licenciado

en agronomía. Universidad austral de Chile, Valdivia. [en línea]. 2005
[fecha de consulta: 25 mayo 2010] disponible en
<<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/fai.12e/doc/fai.12e.pdf> >

25. **INGRAM, J; FRANCIS, B.J;** The annatto free (*Bixa orellana* L)
Aguide to its ocurrence, cultivation, preparation and uses. Tropical
Science 11(2) 1969 P97 - 102.
26. **JACQUEES, R.** 1981. Alimentación de los rumiantes.
27. **LEON, J;** Bixaceas. Fundamentos botanicos de cultivos tropicales
(san José) IICA. 1968 p 448-450.
28. **MANUAL** de técnicas de investigación de rumiantes copia del
instituto nacional de investigación pecuaria. México. 237 pág.
29. **MARQUEZ, W,** Del Amor, S; el achiote En: Inireb informa.
Comunicado sobre recursos bioticos potenciales del país. México D.F
Vol. II 1982 Pg 1-3.
30. **MATOS M.; CASTRO J.; CHIRINOS D.;** 1995. Digestibilidad y NDT
de harinas de tarwi suplementados con metionina y/o lisina en cuyes.
Universidad Nacional del Centro del Perú -UNCP Huancayo.
Resumenes APPA 1995 gLambayeque en www.inia.gob.pe
31. **MAYNAR. L.** 197. Nutrición Animal.
32. **MELLENDEZ, M.** 1995. *Utilización de la semilla despigmentada de
achiote en dietas de crecimiento y acabado de pavos. Tesis UNALM.*

ACHIOTE - Peru Condor

www.perucondor.com/articulos/es_achiote01.htm

33. **McDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, C.A.** 2002. *Animal Nutrition. 6th ed. Pearson Education Limited. Harlow, U.K. p. 693*
34. **MORRISON, F.** 1980 alimentos y alimentación del ganado. Edit. Uthea, 1181 pag.
35. **MUÑOS A.M.** 1990 nutrición y alimentación comparada. 1 ed. UNALM. LIMA.
36. **NUÑEZ, S.** 1978. Digestibilidad de la harina de tarwi (lupinos mutabilis L.) en ovinos. Tesis ing. Zoot. UNSAAC. Cusco-Peru. 64 pág.
37. **PARRAGA, A.** 1981. Digestibilidad IN VIVO de la alfalfa verde en estado de desarrollo con ovinos criollos area de ganadería.
38. **Porras S.; Castro, J.; Chirinos, D.** 1991. Valor Nutritivo digestibilidad y NDT de las cascara de kiwicha, quinua, tarwi y cebada grano en cuyes UNCP- Huancayo. Resúmenes APPA 1991. Cerro de Pasco en www.inia.gob.pe
39. **RAMOS de S, Gladys,** el cultivo del achiote en Venezuela En: Fonaiap divulga, N 3 Maracay 1991 p 15-17.
40. **RIVERO E, R.** El achiote o bija es una planta que tiene muchos usos. En: hacienda, 68(5) 1973 p 26-29.

41. **RODRIGUEZ, G. ; F .** 1980 determinación de la digestibilidad IN VIVO y balance de nutrientes “digestibilidad verdadera y digestibilidad aparente”.
42. **SALVA B.** 1996. Utilización de Enzimas en la extracción de Bixina a partir de semillas de Achiote (*Bixa Orellana L.*). Ts. UNALM. Séptima edición MC. Granwhill. 530 pág.
43. **SHIMADA A.** 2003. Nutrición Animal. 1 ed, Edit. Trillas. México 388 p.
44. **SIERRA, C.J,G.** El achiote y la Bignonia chica. En: simposio Colombiano de etnobotanica. Universidad del Cauca, popayan 1989 p 1-22.
45. **SOTOMAYOR W.** 1977. Coeficiente de digestibilidad del trébol y la alfalfa (In vivo) en cuyes. Ts. Ing. Zoot. UNSAAC. Cusco. Tesis Ing. Zoot. UNSAAC. Cusco- Peru. 85 pág.
46. **TOBAL, C.F.** “Evaluación de los alimentos” [fecha de consulta: 23 mayo 2012] Disponible en UNSCH, Rev., Ayacucho Perú 137 pág.
<<http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/anuavet/n1999a16tobal.pdf>>
47. **VALENZA, C.** 1989. Digestibilidad aparente entre ovinos, alpacas y llamas de la ración broza de quinua mas heno de avena y ración de broza de haba.
48. **VALLEJO, et al;** asociación Fenotípica del rendimiento y sus componentes en achiote En Acta agronómica 31(1/4) Universidad

Nacional de Colombia, facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira
1981, p 6-23.

49. **VERGARA J.** 1991. Digestibilidad aparente de la semilla despigmentada de achiote (*Bixa orellana*) en ovinos. Ts. Ing. Zoot. UNSAAC. Cusco.

ANEXOS

ANEXO 1
REGISTRO DE CONSUMO Y EXCRETAS POR ANIMAL PERIODO DE EXPERIMENTACION
TRATAMIENTO 1 (ACHIOTE REMOJADO)

	DIA	alimento (g) ACHIOTE			Heces base fresca	alimento (g) ALFALFA		
		suministro	residuo	consumo		suministro	residuo	consumo
CUY N° 1	1	100	9	91	20	40	0	40
	2	105	7	98	38	40	0	40
	3	113	6	107	28	40	0	40
	4	123	11	112	27	40	0	40
	5	129	10	119	16	40	0	40
	6	137	20	117	38	40	0	40
	7	135	35	100	19	40	0	40
CUY N° 2	1	97	14	83	17	65	0	65
	2	95	15	80	15	42	0	42
	3	92	17	75	16	42	0	42
	4	86	11	75	15	42	0	42
	5	86	10	76	13	42	0	42
	6	87	10	77	15	42	0	42
	7	89	5	84	18	42	0	42
CUY N° 3	1	95	0	95	23	65	0	65
	2	109	6	103	31	42	0	42
	3	118	22	96	27	42	0	42
	4	110	13	97	21	42	0	42
	5	112	5	107	17	42	0	42
	6	123	17	106	21	42	0	42
	7	122	14	108	24	42	0	42
CUY N° 4	1	95	10	85	20	65	0	65
	2	98	11	87	25	43	0	43
	3	100	22	78	19	43	0	43
	4	90	6	84		43	0	43
	5	97	5	92	21	43	0	43
	6	106	5	101	22	43	0	43
	7	116	2	114	26	43	0	43
CUY N° 5	1	45	0	45	9	65	0	65
	2	52	0	52	9	45	0	45
	3	100	17	83	16	45	0	45
	4	95	5	90	14	45	0	45
	5	104	7	97	32	45	0	45
	6	112	10	102	15	45	0	45
	7	117	24	97	20	45	0	45

ANEXO 2
REGISTRO DE CONSUMO Y EXCRETAS POR ANIMAL
TRATAMIENTO 2 (ACHIOTE MOLIDO)

	DIA	alimento (g) ACHIOTE			heces	alimento (g) ALFALFA		
		suministro	residuo	consumo		suministro	residuo	consumo
CUY N° 6	1	74	4	70	40	65	0	65
	2	81	22	59	37	40	0	40
	3	68	3	63	43	40	0	40
	4	75	11	64	34	40	0	40
	5	74	4	70	57	40	0	40
	6	81	20	61	38	40	0	40
	7	70	21	49	30	40	0	40
CUY N° 7	1	52	4	48	22	65	0	65
	2	55	7	48	26	40	0	40
	3	55	2	53	33	40	0	40
	4	61	2	59	27	40	0	40
	5	68	11	57	34	40	0	40
	6	66	7	59	35	40	0	40
	7	68	7	61	24	40	0	40
CUY N° 8	1	54	4	50	25	65	0	65
	2	58	14	44	25	35	0	35
	3	51	1	50	30	35	0	35
	4	58	3	55	30	35	0	35
	5	63	3	60	29	35	0	35
	6	69	11	58	19	35	0	35
	7	67	13	54	37	35	0	35
CUY N° 9	1	56	1	55	27	65	0	65
	2	63	6	57	29	40	0	40
	3	66	7	59	25	40	0	40
	4	68	12	56	32	40	0	40
	5	64	9	55	25	40	0	40
	6	63	24	39	23	40	0	40
	7	45	36	9	9	40	0	40
CUY N° 10	1	54	2	52	21	65	0	65
	2	60	3	57	26	40	0	40
	3	66	7	59	19	40	0	40
	4	68	12	56	23	40	0	40
	5	64	11	53	31	40	0	40
	6	61	4	57	22	40	0	40
	7	66	4	62	29	40	0	40

ANEXO 3

PROMEDIO MATERIA SECA DE LAS HECES POR CUY Y POR DIA

Cuy n°/día	1	2	3	4	5	6	7	PROMEDIO
1	12.20	18.80	14.21	15.59	10.09	19.07	7.61	13.94
2	13.26	10.18	11.39	9.58	8.50	10.37	12.89	10.88
3	13.13	13.97	13.88	13.23	9.97	10.15	15.83	12.88
4	10.74	11.78	11.68	10.74	12.34	12.53	14.60	12.06
5	6.65	6.65	10.02	9.27	15.35	10.02	12.07	10.00
6	17.73	15.64	19.43	13.18	19.91	15.74	12.51	16.31
7	13.12	13.14	16.30	13.96	18.18	17.80	15.65	15.45
8	15.33	13.90	15.61	14.86	14.68	10.78	17.28	14.63
9	15.43	15.38	12.12	14.54	13.98	12.21	5.03	12.67
10	13.95	13.88	11.47	12.30	13.97	11.66	13.97	13.03

ANEXO 4

RESULTADO DE MUESTRAS DE HECES DEL LABORATORIO (TRATAMIENTO 1) Y (TRATAMIENTO 2)

	cuy 1		cuy 2		cuy 3		cuy 4		cuy 5	
	HUMEDO	SECO								
MS	91.7	100	93.4	100	93.14	100	94.2	100	93.6	100
Humedad %	8.3	0	6.6	0	6.86	0	5.8	0	6.4	0
Proteina %	18.54	20.22	18.94	20.28	18.29	19.64	19.26	20.45	17.21	18.39
Grasa %	4.12	4.49	5.8	6.21	5.66	6.08	5.9	6.26	6.28	6.71
Ceniza %	5.22	5.69	4.9	5.25	4.85	5.21	4.94	5.24	4.92	5.26
Fibra %	30.4	33.15	28.3	30.30	26.4	28.34	26.9	28.56	25.3	27.03
Carbohidratos%	33.42	36.44	35.46	37.97	37.94	40.73	37.2	39.49	39.89	42.62
	91.7	100	93.4	100	93.14	100	94.2	100	93.6	100

	cuy 6		cuy 7		Cuy 8		cuy 9		cuy 10	
	HUMEDO	SECO								
MS	94.8	100	93.7	100	92.9	100	93.21	100	92.5	100
Humedad %	5.2	0	6.3	0	7.1	0	6.79	0	7.5	0
Proteina %	16.87	17.80	17.79	18.99	18.61	20.03	19.57	21.00	17.92	19.37
Grasa %	4.36	4.60	4.5	4.80	4.82	5.19	4.74	5.09	4.9	5.30
Ceniza %	4.87	5.14	4.76	5.08	4.73	5.09	4.81	5.16	4.98	5.38
Fibra %	26.7	28.16	27.9	29.78	25.6	27.56	24.8	26.61	26.4	28.54
Carbohidratos%	42	44.30	38.75	41.36	39.14	42.13	39.29	42.15	38.3	41.41
	94.8	100	93.7	100	92.9	100	93.21	100	92.5	100

ANEXO N° 05

PROMEDIO DE MATERIA SECA DE LAS HECES EXCRETADAS POR DIA DE LOS 10 CUYES EN (gr)

CUY	MATERIA SECA EN (gr)	PC EN %	PC EN (g)	EE EN %	EE EN (g)	FC EN %	FC EN (g)	ELN EN %	ELN (g)
1	13.94	20.22	2.82	4.49	0.63	30.4	4.24	33.42	4.66
2	10.88	20.22	2.21	6.21	0.68	30.3	3.30	37.97	4.13
3	12.88	19.64	2.53	6.08	0.78	28.34	3.65	40.37	5.20
4	12.06	20.45	2.47	6.26	0.75	28.56	3.44	39.49	4.76
5	10.00	18.39	1.84	6.71	0.67	27.03	2.70	42.62	4.26
6	16.31	17.80	2.90	4.6	0.75	28.16	4.59	44.30	7.23
7	15.45	18.99	2.93	4.8	0.74	29.78	4.60	41.36	6.39
8	14.63	20.03	2.93	5.19	0.76	27.56	4.03	42.13	6.16
9	12.67	21.00	2.66	5.09	0.64	26.61	3.37	42.15	5.34
10	13.03	19.37	2.52	5.3	0.69	28.54	3.72	41.41	5.40

Fuente: *Elaboración propia*

ANEXO N°06

Composición química proximal de los alimentos en (%)

COMPOSICION QUIMICA (promedios del análisis de laboratorio-UNSAAC)	Achiote húmedo		alfalfa		Achiote granulado	
	Base fresca	Base seca	Base fresca	Base seca	Base fresca	Base seca
Materia seca (MS)	78.6	100	17.86	100	92.6	100
Proteína cruda (PC)	13.94	17.74	3.42	19.15	11.7	12.63
Extracto etéreo (EE)	2.94	3.74	1.34	7.50	3.12	3.37
Fibra cruda (FC)	7.96	10.13	4.27	23.91	23.9	25.81
Extracto no nitrogenado (ENN)	49.38	62.82	7.84	43.90	49.62	53.59
Ceniza-minerales	4.38	5.57	0.99	5.54	4.26	4.60
TOTAL	78.6	100.00	17.86	100.00	92.6	100.00

ANEXO N° 07

CONTENIDO DE NUTRIENTES Y DIGESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS CONSUMIDOS POR LOS 10 CUYES (PROMEDIO DIARIOS) en (gr)

Alimentos	Materia seca	PC TOTAL	EE TOTAL	FC TOTAL	ELN TOTAL	PC Dig.	EE Dig.	FC Dig.	ELN Dig.
Achiote húmedo	78.6	17.74	3.74	10.13	62.82				
Achiote seco	92.6	12.63	3.37	25.81	53.59				
Alfalfa	17.86	19.15	7.15	23.91	43.9	14.84	5.61	17.30	34.97

ANEXO N° 08

CONTENIDO DE NUTRIENTES CONSUMIDOS Y DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES CUY N° 1 EN (g)

8.1 Contenido de nutrientes consumidos.

Insumos alimenticios	Peso	Materia seca	PC TOTAL	EE TOTAL	FC TOTAL	ELN TOTAL
Achiote húmedo	106.29	83.54	14.82	3.12	8.46	52.48
alfalfa	40	7.14	1.39	0.54	1.71	3.14
TOTAL	146.29	90.69	16.21	3.66	10.17	55.62

8.2 Digestibilidad de los nutrientes consumidos.

Insumos alimenticios	PC Digestible	PC no digestible	EE Digestible	EE no digestible	FC digestible	FC no digestible	ELN digestible	ELN no digestible
Achiote húmedo	—	—	—	—	—	—	—	—
alfalfa	1.06	0.33	0.40	0.14	1.24	0.47	2.50	0.64

ANEXO N° 09

CONTENIDO DE NUTRIENTES CONSUMIDOS Y DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES CUY N° 2 EN (g)

9.1 Contenido de nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	Peso	Materia seca	PC TOTAL	EE TOTAL	FC TOTAL	ELN TOTAL
Achiote húmedo	78.57	61.76	10.96	2.31	6.26	38.80
alfalfa	42	7.50	1.46	0.56	1.79	3.29
TOTAL	120.57	69.26	12.42	2.87	8.05	42.09

9.2 Digestibilidad de los nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	PC diges tible	PC no Diges tible	EE Diges tible	EE no Diges tible	FC Diges tible	FC no Diges tible	ELN Diges tible	ELN no digestible
Achiote húmedo	-	-	-	-	-	-	-	-
alfalfa	1.11	0.35	0.42	0.14	1.30	0.50	2.62	0.67

ANEXO N° 10

CONTENIDO DE NUTRIENTES CONSUMIDOS Y DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES CUY N° 3 EN (g)

Contenido de nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	Peso	Materia seca	PC TOTAL	EE TOTAL	FC TOTAL	ELN TOTAL
Achiote húmedo	101.71	79.44	14.18	2.99	8.10	50.22
alfalfa	42	7.50	1.46	0.56	1.79	3.29
TOTAL	143.71	87.45	15.64	3.55	9.89	53.51

Digestibilidad de los nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	PC digestible	PC no digestible	EE Digestible	EE no digestible	FC digestible	FC no digestible	ELN digestible	ELN no digestible
Achiote húmedo	-	-	-	-	-	-	-	-
alfalfa	1.11	0.35	0.42	0.14	1.30	0.50	2.62	0.67

ANEXO N° 11

CONTENIDO DE NUTRIENTES CONSUMIDOS Y DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES CUY N° 4 EN (g)

Contenido de nutrientes consumidos

Alimentos	Peso	Materia seca	PC TOTAL	EE TOTAL	FC TOTAL	ELN TOTAL
Achiote húmedo	91.57	71.97	12.77	2.69	7.29	45.21
alfalfa	43	7.68	1.50	0.58	1.84	3.37
TOTAL	134.57	79.65	14.27	3.27	9.13	48.59

Digestibilidad de los nutrientes consumidos

alimentos	PC digestible	PC no digestible	EE digestible	EE no digestible	FC digestible	FC no digestible	ELN digestible	ELN no digestible
Achiote húmedo	-	-	-	-	-	-	-	-
alfalfa	1.14	0.36	0.43	0.15	1.33	0.51	2.69	0.69

ANEXO N° 12

CONTENIDO DE NUTRIENTES CONSUMIDOS Y DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES CUY N° 5 EN (g)

Contenido de nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	Peso	Materia seca	PC TOTAL	EE TOTAL	FC TOTAL	ELN TOTAL
Achiote húmedo	80.86	63.56	11.27	2.38	6.44	39.93
alfalfa	45	8.04	1.57	0.60	1.92	3.53
TOTAL	125.86	71.59	12.84	2.98	8.36	43.45

Digestibilidad de los nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	PC Digestible	PC no digestible	EE digestible	EE no digestible	FC digestible	FC no digestible	ELN digestible	ELN no digestible
Achiote húmedo	-	-	-	-	-	-	-	-
alfalfa	1.19	0.37	0.45	0.15	1.39	0.53	2.81	0.72

ANEXO N° 13

CONTENIDO DE NUTRIENTES CONSUMIDOS Y DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES CUY N° 6 EN (g)

Contenido de nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	Peso	Materia seca	PC TOTAL	EE TOTAL	FC TOTAL	ELN TOTAL
Achiote seco	62.29	57.68	7.29	1.94	14.89	30.90
alfalfa	40	7.14	1.39	0.54	1.71	3.14
TOTAL	102.29	64.82	8.68	2.48	16.60	34.05

Digestibilidad de los nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	PC digestible	PC no digestible	EE digestible	EE no digestible	FC digestible	FC no digestible	ELN digestible	ELN no digestible
Achiote seco	-	-	-	-	-	-	-	-
alfalfa	1.06	0.33	0.40	0.14	1.24	0.47	2.50	0.64

ANEXO N° 14

CONTENIDO DE NUTRIENTES CONSUMIDOS Y DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES CUY N° 7 EN (g)

Contenido de nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	Peso	Materia seca	PC TOTAL	EE TOTAL	FC TOTAL	ELN TOTAL
Achiote seco	55	50.93	6.43	1.72	13.15	27.29
alfalfa	40	7.14	1.39	0.54	1.71	3.14
TOTAL	95.00	58.07	7.83	2.25	14.85	30.43

Digestibilidad de los nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	PC Digestible	PC no digestible	EE digestible	EE no Digestible	FC digestible	FC no Digestible	ELN digestible	ELN no digestible
Achiote seco	-	-	-	-	-	-	-	-
alfalfa	1.06	0.33	0.40	0.14	1.24	0.47	2.50	0.64

ANEXO N° 15

CONTENIDO DE NUTRIENTES CONSUMIDOS Y DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES CUY N° 8 EN (g)

Contenido de nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	Peso	Materia seca	PC TOTAL	EE TOTAL	FC TOTAL	ELN TOTAL
Achiote seco	53	49.08	6.20	1.65	12.67	26.30
alfalfa	35	6.25	1.22	0.47	1.49	2.74
TOTAL	88.00	55.33	7.42	2.12	14.16	29.05

Digestibilidad de los nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	PC digestible	PC no digestible	EE digestible	EE no digestible	FC digestible	FC no digestible	ELN digestible	ELN no digestible
Achiote seco	-	-	-	-	-	-	-	-
alfalfa	0.93	0.29	0.35	0.12	1.08	0.41	2.19	0.56

ANEXO N° 16

CONTENIDO DE NUTRIENTES CONSUMIDOS Y DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES CUY N° 9 EN (g)

Contenido de nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	Peso	Materia seca	PC TOTAL	EE TOTAL	FC TOTAL	ELN TOTAL
Achiote seco	47.14	43.65	5.51	1.47	11.27	23.39
alfalfa	40	7.14	1.39	0.54	1.71	3.14
TOTAL	87.14	50.80	6.91	2.01	12.97	26.53

Digestibilidad de los nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	PC digestible	PC no digestible	EE digestible	EE no digestible	FC digestible	FC no digestible	ELN digestible	ELN no digestible
Achiote seco	-	-	-	-	-	-	-	-
alfalfa	1.06	0.33	0.40	0.14	1.24	0.47	2.50	0.64

ANEXO N° 17

CONTENIDO DE NUTRIENTES CONSUMIDOS Y DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES CUY N° 10 EN (g)

Contenido de nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	Peso	Materia seca	PC TOTAL	EE TOTAL	FC TOTAL	ELN TOTAL
Achiote seco	56.57	52.38	6.62	1.77	13.52	28.07
alfalfa	40	7.14	1.39	0.54	1.71	3.14
TOTAL	96.57	59.53	8.01	2.30	15.23	31.21

Digestibilidad de los nutrientes consumidos

Insumos alimenticios	PC digestible	PC no digestible	EE digestible	EE no digestible	FC digestible	FC no digestible	ELN digestible	ELN no digestible
Achiote seco	-	-	-	-	-	-	-	-
alfalfa	1.06	0.33	0.40	0.14	1.24	0.47	2.50	0.64

ANEXO N° 18

PROMEDIO DE MATERIA SECA DE LAS HECES EXCRETADAS POR DIA DE LOS 10 CUYES

CUY	MATERIA SECA	PC EN %	PC EN (g)	EE EN %	EE EN (g)	FC EN %	FC EN (g)	ELN EN %	ELN (g)
I	13.94	20.22	2.82	4.49	0.63	30.4	4.24	33.42	4.66
II	10.88	20.22	2.21	6.21	0.68	30.3	3.30	37.97	4.13
III	12.88	19.64	2.53	6.08	0.78	28.34	3.65	40.37	5.20
IV	12.06	20.45	2.47	6.26	0.75	28.56	3.44	39.49	4.76
V	10.00	18.39	1.84	6.71	0.67	27.03	2.70	42.62	4.26
VI	16.31	17.80	2.90	4.6	0.75	28.16	4.59	44.30	7.23
VII	15.45	18.99	2.93	4.8	0.74	29.78	4.60	41.36	6.39
VIII	14.63	20.03	2.93	5.19	0.76	27.56	4.03	42.13	6.16
IX	12.67	21.00	2.66	5.09	0.64	26.61	3.37	42.15	5.34
X	13.03	19.37	2.52	5.3	0.69	28.54	3.72	41.41	5.40

ANEXO N° 19

CALCULO DE LOS NUTRIENTES NO DIGERIDOS DEL ACHIOTE HUMEDO (EN HECES) EN GRAMOS

	Nutrientes	Nutrientes totales en heces	Nutriente en heces del otro alimento	Nutriente del achiote húmedo en heces
CUY 1	P.C.	2.82	0.33	2.49
	E.E.	0.63	0.14	0.49
	F.C.	4.24	0.47	3.77
	E.N.N.	4.66	0.64	4.02
CUY 2	P.C.	2.21	0.35	1.86
	E.E.	0.68	0.14	0.54
	F.C.	3.3	0.50	2.80
	E.N.N.	4.13	0.67	3.46
CUY 3	P.C.	2.53	0.35	2.18
	E.E.	0.78	0.14	0.64
	F.C.	3.65	0.50	3.15
	E.N.N.	5.2	0.67	4.53

CUY 4	P.C.	2.47	0.36	2.11
	E.E.	0.75	0.15	0.6
	F.C.	3.44	0.51	2.93
	E.N.N.	4.76	0.69	4.07
CUY 5	P.C.	1.84	0.37	1.47

	E.E.	0.67	0.15	0.52
	F.C.	2.7	0.53	2.17
	E.N.N.	4.26	0.72	3.54

ANEXO N° 20

CALCULO DE LOS NUTRIENTES NO DIGERIDOS DEL ACHIOTE SECO (EN HECES) EN GRAMOS

	nutrientes	Nutrientes totales en heces	Nutriente en heces del otro alimento	Nutriente del achiote seco en heces
CUY 6	P.C.	2.9	0.33	2.57
	E.E.	0.75	0.14	0.61
	F.C.	4.59	0.47	4.12
	E.N.N.	7.23	0.64	6.59
CUY 7	P.C.	2.93	0.33	2.6
	E.E.	0.74	0.14	0.6
	F.C.	4.6	0.47	4.13
	E.N.N.	6.39	0.64	5.75
CUY 8	P.C.	2.93	0.29	2.64
	E.E.	0.76	0.12	0.64
	F.C.	4.03	0.41	3.62
	E.N.N.	6.16	0.56	5.60
CUY 9	P.C.	2.66	0.33	2.33
	E.E.	0.64	0.14	0.5
	F.C.	3.37	0.47	2.9
	E.N.N.	5.3	0.64	4.66
CUY 10	P.C.	2.52	0.33	2.19
	E.E.	0.69	0.14	0.55
	F.C.	3.72	0.47	3.25
	E.N.N.	5.4	0.64	4.76

ANEXO N° 21

CÁLCULO DE COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES DEL T1

	Nutrientes	Nutrientes consumidos del achiote (g)	Nutrientes excretados del achiote (g)	Nutrientes asimilados del achiote (g)	Coefficientes de digestibilidad (%)
CUY 1	P.C.	14.82	2.49	12.33	83.20
	E.E.	3.12	0.49	2.63	84.29
	F.C.	8.46	3.77	4.69	55.44
	E.N.N.	52.48	4.03	48.45	92.34
CUY 2	P.C.	10.96	1.86	9.1	83.03
	E.E.	2.31	0.54	1.77	76.62
	F.C.	6.26	2.81	3.45	55.27
	E.N.N.	38.80	3.46	35.34	91.08
CUY 3	P.C.	14.18	2.18	12.00	84.63
	E.E.	2.99	0.64	2.35	78.60
	F.C.	8.1	3.16	4.94	61.11
	E.N.N.	50.22	4.53	45.69	90.98
CUY 4	P.C.	12.77	2.11	10.66	83.48
	E.E.	2.69	0.6	2.09	77.70
	F.C.	7.29	2.93	4.36	59.81
	E.N.N.	45.21	4.08	41.13	91.00
CUY 5	P.C.	11.27	1.47	9.8	86.96
	E.E.	2.38	0.53	1.85	77.73
	F.C.	6.44	2.17	4.27	66.30
	E.N.N.	39.93	3.55	36.38	91.13

ANEXO N° 22

**CÁLCULO DE COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES
DEL T2**

	Nutrientes	Nutrientes consumidos del achiote (g)	Nutrientes excretados del achiote (g)	Nutrientes asimilados del achiote (g)	Coefficientes de digestibilidad (%)
CUY 6	P.C.	7.29	2.57	4.72	64.75
	E.E.	1.94	0.61	1.33	68.56
	F.C.	14.89	4.12	10.77	72.33
	E.N.N.	30.91	6.6	24.31	78.68
CUY 7	P.C.	6.43	2.6	3.83	59.56
	E.E.	1.72	0.6	1.12	65.12
	F.C.	13.15	4.13	9.02	68.59
	E.N.N.	27.29	5.76	21.53	78.93
CUY 8	P.C.	6.2	2.64	3.56	57.42
	E.E.	1.65	0.64	1.01	61.21
	F.C.	12.67	3.62	9.05	71.43
	E.N.N.	26.30	5.61	20.69	78.71
CUY 9	P.C.	5.51	2.33	3.18	57.71
	E.E.	1.47	0.5	0.97	65.99
	F.C.	11.27	2.9	8.37	74.27
	E.N.N.	23.39	4.67	18.72	80.08
CUY 10	P.C.	6.62	2.19	4.43	66.92
	E.E.	1.77	0.55	1.22	68.93
	F.C.	13.52	3.25	10.27	75.96
	E.N.N.	28.7	4.77	23.93	83.41

ANEXO N° 23

CONTROL DE PESO VIVO DURANTE EL ENSAYO DE DIGESTIBILIDAD EN (gr).

N° CUY	Inicio adaptación metabólica	Inicio etapa experimental	Termino etapa experimental	Diferencia de pesos
1	1400	1370	1373	3
2	1204	1133	1084	-49
3	1201	1180	1162	-18
4	1230	1172	1170	-2
5	1370	1310	1305	-5
6	1133	1174	1259	85
7	1121	1081	1121	40
8	1153	1193	1228	35
9	1127	1200	1215	15
10	1168	1327	1370	43

Fuente: *Elaboración propia*

ANEXO N° 24

DIGESTIBILIDAD DEL ALIMENTO BASE (ALFALFA)

24.1 Alimentos consumidos y heces excretadas en los 7 días del experimento (g)

CUY 1

ALIMENTOS			
DIA	Achiote	Alfalfa	Heces
1	---	320	33
2	---	283	28
3	---	319	37
4	---	330	42
5	---	345	46
6	---	352	47
7	---	367	39
TOTAL		2316	272.00
PROM.		330.86	38.86

CUY 2

ALIMENTOS			
DIA	Achiote	Alfalfa	Heces
1	---	305	28
2	---	267	40
3	---	305	38
4	---	296	26
5	---	331	40
6	---	363	50
7	---	391	52
TOTAL		2258	274.00
PROM.		322.57	39.14

CUY 3

ALIMENTOS			
DIA	Achiote	Alfalfa	Heces
1	---	315	33
2	---	330	38
3	---	290	40
4	---	280	35
5	---	320	42
6	---	350	46
7	---	390	37
TOTAL		2275	271
PROM.		325.0	38.71

CUY 4

ALIMENTOS			
DIA	Achiote	Alfalfa	Heces
1	---	310	31
2	---	299	39
3	---	298	39
4	---	288	31
5	---	326	41
6	---	357	48
7	---	391	45
TOTAL		2267	273
PROM.		324	39

24.2 Contenido de materia seca de las heces (g)

CUY 1

ALIMENTOS			
DIA	Peso total heces húmedas	Materia seca a los 65°	Materia seca a los 100°
1	33	16.7	15.13
2	28	11.7	10.60
3	37	15.1	13.68
4	42	13.7	12.41
5	46	15.3	13.86
6	47	15.6	14.13
7	39	14.9	13.50
TOTAL	272.00		
PROM.	38.86	14.71	13.33

CUY 2

ALIMENTOS			
DIA	Peso total heces húmedas	Materia seca a los 65°	Materia seca a los 100°
1	28	14.1	12.66
2	40	15.07	13.53
3	38	18.8	16.88
4	26	9.7	8.71
5	40	18.9	16.97
6	50	16.6	14.91
7	52	16.1	14.46
TOTAL	274.00		
PROM.	39.14	15.61	14.02

CUY 3

ALIMENTOS			
DIA	Peso total heces húmedas	Materia seca a los 65°	Materia seca a los 100°
1	33	13.9	12.54
2	38	15.20	13.71
3	40	12.90	11.64
4	35	16.80	15.15
5	42	15.20	13.71
6	46	14.70	13.26
7	37	17.30	15.60
TOTAL			
PROM.			13.66

CUY 4

ALIMENTOS			
DIA	Peso total heces húmedas	Materia seca a los 65°	Materia seca a los 100°
1	31	15.3	13.8
2	39	13.5	12.2
3	39	14.0	12.7
4	31	15.3	13.8
5	41	15.3	13.8
6	48	15.2	13.7
7	45	16.1	14.6
TOTAL	273	104.5	94.46
PROM.	39	14.93	13.49

24.3 Composición química proximal de la alfalfa en (%)

COMPOSICION QUIMICA (promedios del análisis de laboratorio-UNSAAC)	alfalfa	
	Base fresca	Base seca
Materia seca (MS)	17.86	100
Proteína cruda (PC)	3.42	19.15
Extracto etéreo (EE)	1.34	7.50
Fibra cruda (FC)	4.27	23.91
Extracto no nitrogenado (ENN)	7.84	43.90
Ceniza-minerales	0.99	5.54
TOTAL	17.86	100.00

24.4 Promedio de materia seca de las heces excretadas por día de los 4 cuyes

CUY	MATERIA SECA	PC EN %	PC EN (g)	EE EN %	EE EN (g)	FC EN %	FC EN (g)	ELN EN %	ELN (g)
1	13.33	20.20	2.69	7.88	1.05	29.14	3.88	37.02	4.93
2	14.02	19.49	2.73	8.27	1.16	27.28	3.82	38.61	5.41
3	13.66	19.62	2.68	8.04	1.09	28.16	3.85	38.47	5.26
4	13.49	19.56	2.64	8.16	1.10	27.72	3.74	38.54	5.20

24.5 Digestibilidad de la alfalfa de los 4 cuyes

		CUY 1		
		ingesta	excreta	digestibili dad
Peso		330.86		
Materia seca (MS)		59.09	13.33	77.44
Proteína cruda (PC)		11.52	2.69	76.65
Extracto etéreo (EE)		4.43	1.05	76.30
Fibra cruda (FC)		14.13	3.88	72.54
Extracto no nitrogenado (ENN)		25.94	4.93	80.99

		CUY 2		
		ingesta	excreta	digestibilidad
Peso		322.57		
Materia seca (MS)		57.61	14.02	75.66

Proteína cruda	(PC)	11.23	2.73	75.70
Extracto etéreo	(EE)	4.32	1.16	73.15
Fibra cruda	(FC)	13.77	3.82	72.27
Extracto no nitrogenado	(ENN)	25.29	5.41	78.61

		CUY 3		
		ingesta	excreta	digestibilidad
Peso		325.00		
Materia seca	(MS)	58.05	13.66	76.47
Proteína cruda	(PC)	11.17	2.68	76.01
Extracto etéreo	(EE)	4.35	1.09	74.94
Fibra cruda	(FC)	13.88	3.85	72.26
Extracto no nitrogenado	(ENN)	25.48	5.26	79.35

		CUY 4		
		ingesta	excreta	digestibilidad
Peso		324		
Materia seca	(MS)	57.87	13.49	76.69
Proteína cruda	(PC)	11.08	2.64	76.19
Extracto etéreo	(EE)	4.34	1.10	74.65
Fibra cruda	(FC)	13.84	3.74	72.97
Extracto no nitrogenado	(ENN)	25.40	5.20	79.53

24.6 Promedio de digestibilidad de los nutrientes de la alfalfa de los 4 cuyes.

		Digestibilidad CUY 1	Digestibilidad CUY 2	Digestibilidad CUY 3	Digestibilidad CUY 4	Promedio de digestibilidad (%)
Peso						
Materia seca	(MS)	77.44	75.66	76.47	76.69	76.56
Proteína cruda	(PC)	76.65	75.70	76.01	76.19	76.14
Extracto etéreo	(EE)	76.30	73.15	74.94	74.65	74.76
Fibra cruda	(FC)	72.54	72.27	72.26	72.97	72.51
Extracto no nitrogenado	(ENN)	80.99	78.61	79.35	79.53	79.62

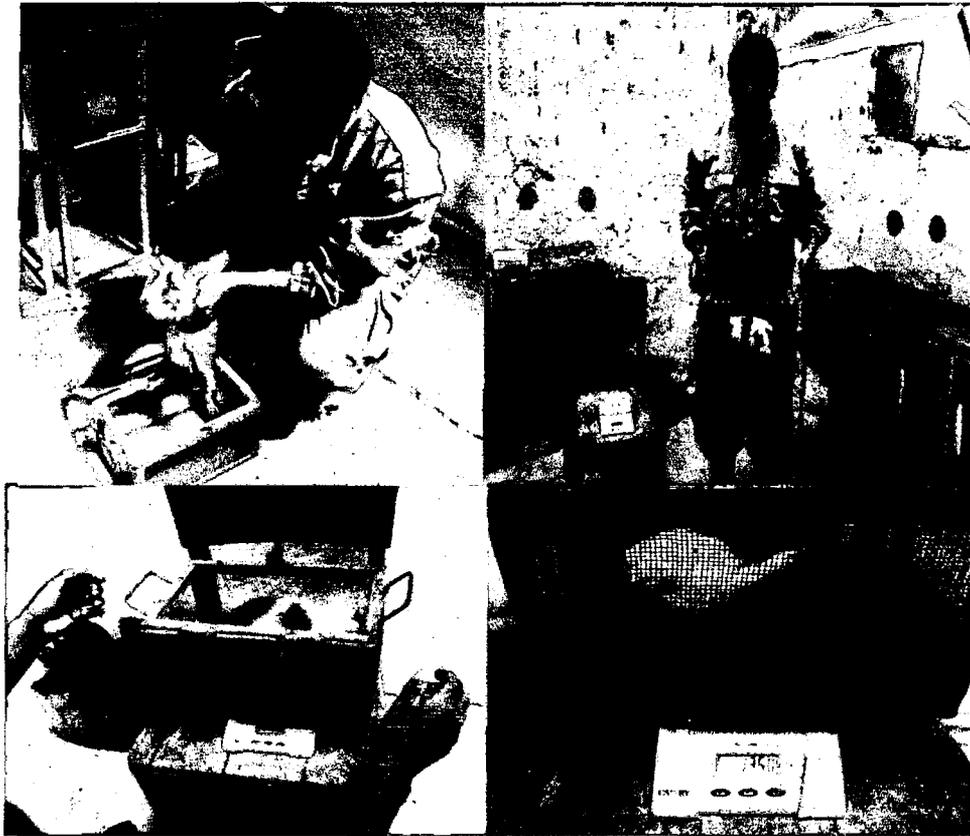
ANEXO N° 25

CONTROL DE PESO VIVO DURANTE EL ENSAYO DE DIGESTIBILIDAD EN (gr)

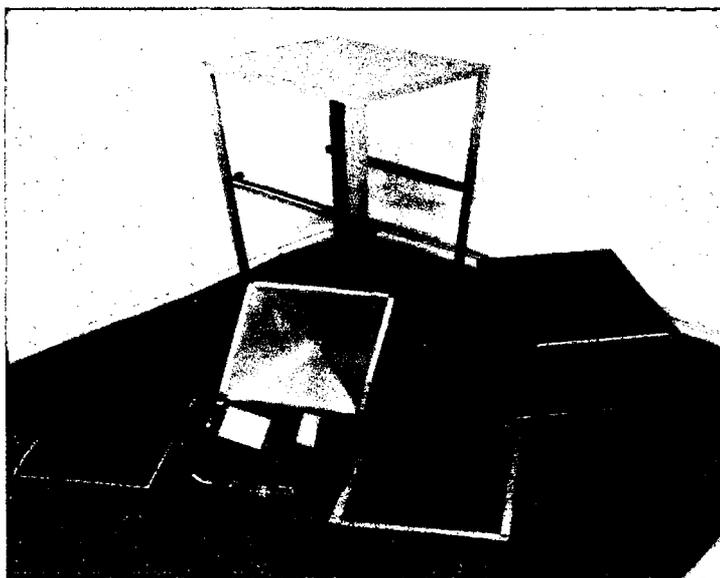
N° CUY	Inicio adaptación metabólica	Inicio etapa experimental	Termino etapa experimental
1	1018	1117	1216
2	997	1123	1210
3	1010	1115	1218
4	985	1110	1205

ANEXO N° 26 FOTOGRAFIAS

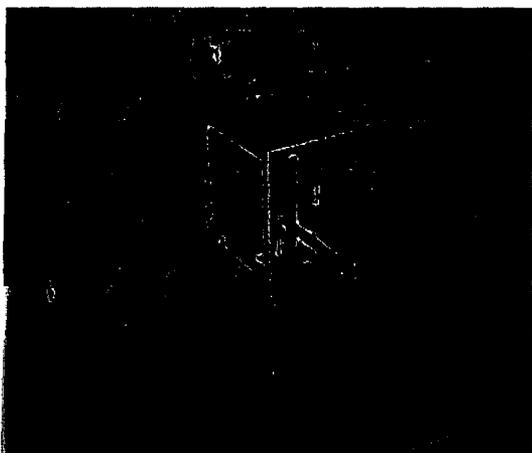
FOTOGRAFIA N° 1 Pesado de los cuyes



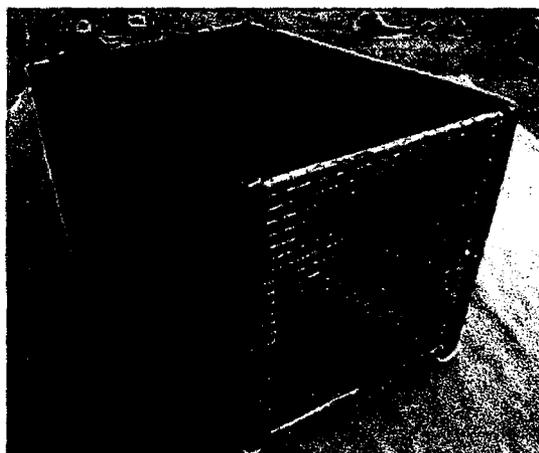
FOTOGRAFIA N°: 2 Jaulas metabólicas y sus partes



FOTOGRAFIA N°: 3 armazón



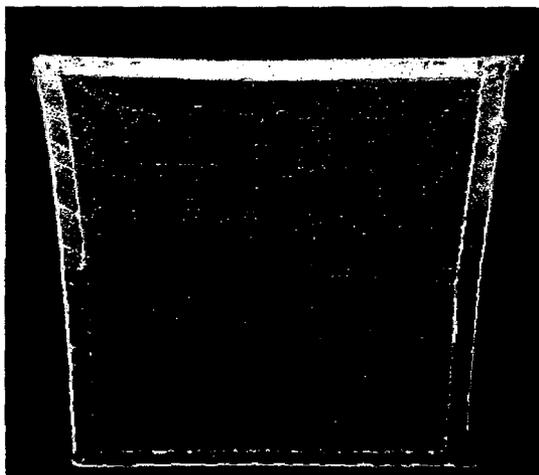
FOTOGRAFIA N°: 4 jaula



FOTOGRAFIA N°: 5 embudo



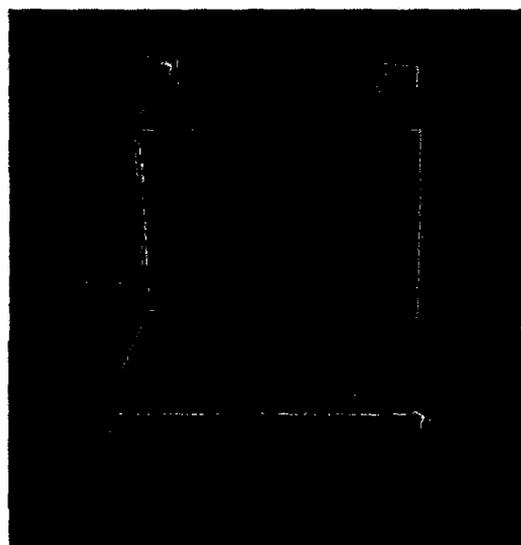
FOTOGRAFIA N°: 6 parrilla de malla



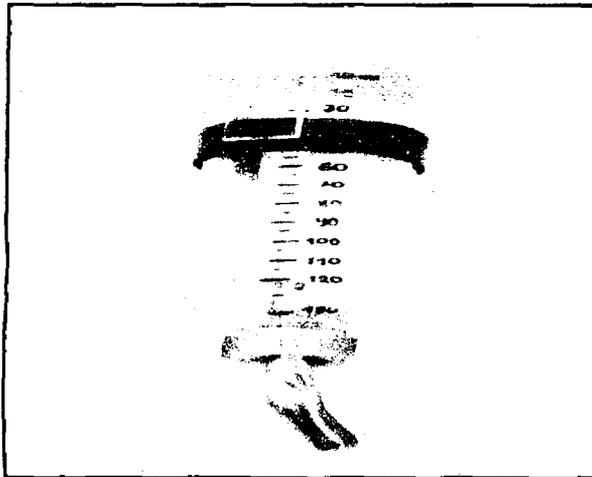
FOTOGRAFIA N°: 7 parrilla de alambre



FOTOGRAFIA N°: 8 comedero

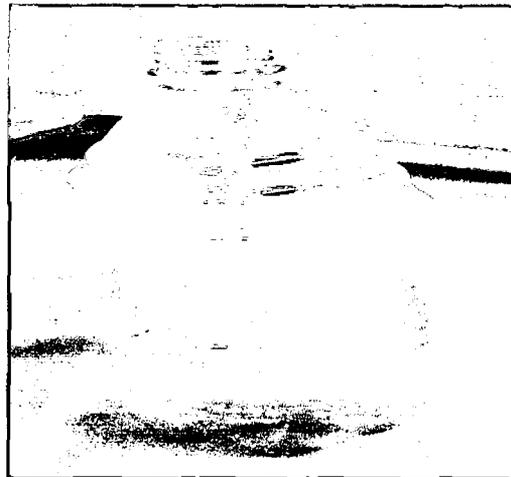


FOTOGRAFIAS N°: 9 bebedero



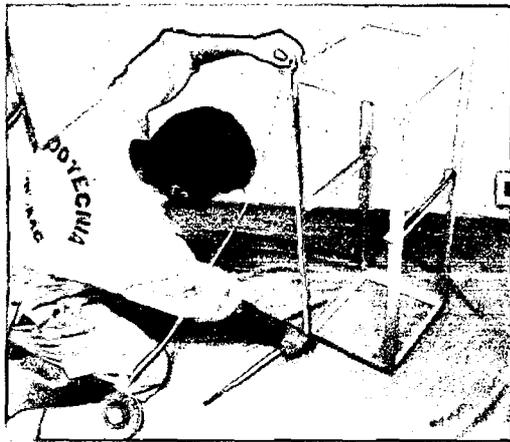
FOTOGRAFIAS N°: 10

Embase para la orina jaula



FOTOGRAFÍA N° 11

SECUENCIA DEL ARMADO DE LAS JAULAS METABOLICAS



Paso 1 Armazón de la jaula



**Paso 2 Colocado del embudo
Para la recepción de la orina**



**Paso 3 Colocado de parrilla de
25*35cm con malla**



**Paso 4 Jaula de 25cm*35cm*35cm
de 1mm*1mm de agujeros**



Paso 5 parrilla de 25*35cm con malla de 6*6mm de agujero



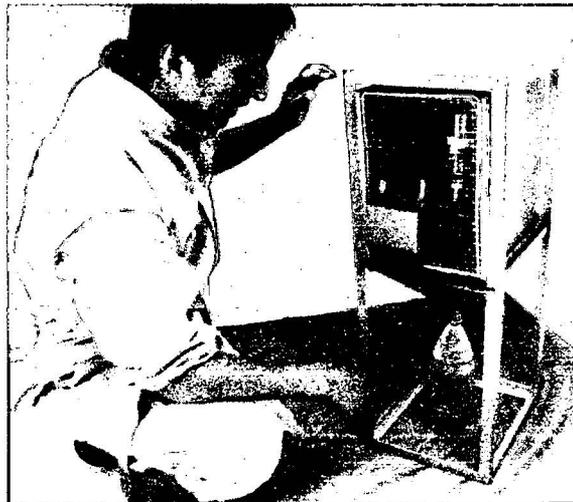
Paso 6 colocado del bebedero



Paso 7 Colocado del comedero

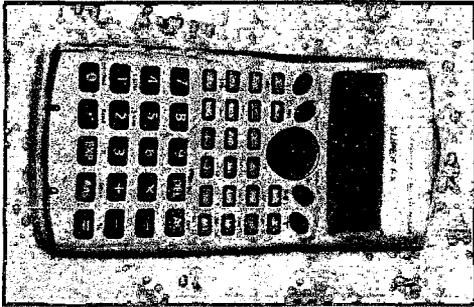


Paso 8 Colocado de botella para recepción de orina

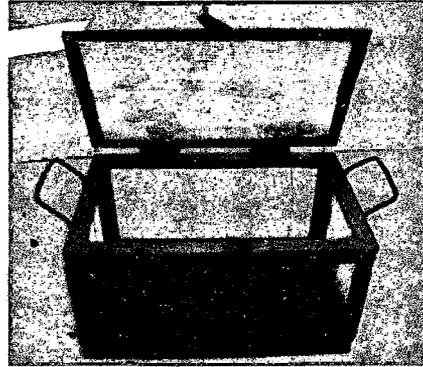


Paso 8 Jaula metabólica armada

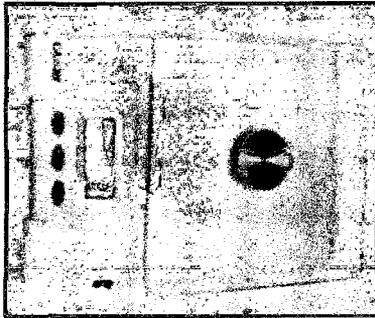
MATERIALES DE APOYO



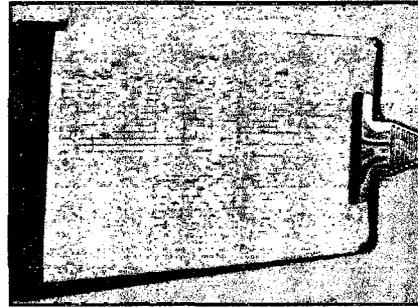
Calculadora



Equipo de pesado



Balanza



Registros