

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



EFFECTO DE LA ACHIRA (*Canna edulis*) SOBRE EL CONSUMO VOLUNTARIO
Y LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DE NUTRIENTES EN CUYES (*Cavia
porcellus*) EN LA ETAPA DE ENGORDE.

Trabajo de investigación previo a la obtención del grado de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Autor:

María Hortencia Caguana Laguna

Tutor:

Verónica Rivera Mg.

Ambato – Tungurahua – Ecuador, 2017

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, MARÍA HORTENCIA CAGUANA LAGUA, portadora de cedula identidad número: 180462154-6, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado: “EFECTO DE LA ACHIRA (*Canna edulis*) SOBRE EL CONSUMO VOLUNTARIO Y LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DE NUTRIENTES EN CUYES (*Cavia porcellus*) EN LA ETAPA DE ENGORDE” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

.....

Caguana Laguna María Hortencia

C.C. 180462154-6

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado. “EFECTO DE LA ACHIRA (*Canna edulis*) SOBRE EL CONSUMO VOLUNTARIO Y LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DE NUTRIENTES EN CUYES (*Cavia porcellus*) EN LA ETAPA DE ENGORDE” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Médico Veterinario Zootecnista, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él”.

.....

Caguana Laguna María Hortencia

C.C. 180462154-6

EFECTO DE LA ACHIRA (*Canna edulis*) SOBRE EL CONSUMO VOLUNTARIO Y LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DE NUTRIENTES EN CUYES (*Cavia porcellus*) EN LA ETAPA DE ENGORDE.

Revisado por:

.....

Ing. Mg. Verónica Rivera

TUTORA

.....

Ing. Mg. Juan Carlos Aldas

BIOMETRÍA

.....

Ing. Mg. Deysi Guevara

REDACCIÓN TÉCNICA

AGRADECIMIENTO

En el transcurso de mi vida he conseguido cumplir diferentes metas, que me han desarrollado como persona y profesional, metas que no fuese posible alcanzar, sin la ayuda de los docentes y de las prestigiosas instituciones del saber.

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias por ser parte primordial de mi formación profesional, a la Ingeniera Verónica Rivera, amiga y guía de este proyecto de investigación.

Como no decirles gracias a mis padres Carmelina y Luis (+), hermanos Manuel, Hugo y Martha, en especial a la persona que incondicionalmente estuvo a mi lado Washington Criollo, por brindarme su apoyo, y hacerme sentir que tenía un gran equipo de trabajo, sobre todo gracias a DIOS.

DEDICATORIA

Me siento feliz al igual que mi madre María Carmelina Laguna Tubon, es a ella quien le dedico con todo cariño y amor este término de una meta más de mi vida, y a mi padre Luis Alcides Caguana Morales (+), a pesar de que no está a mi lado personalmente yo sé que él, aún sigue guiando mis pasos y desde el cielo me envía sus bendiciones, los amo mucho. De su hija María Caguana

ÍNDICE

Contenido	#pg
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO II.....	2
MARCO TEÓRICO.....	2
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	2
2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL.....	6
2.2.1. Achira (<i>Canna edulis</i>).....	7
Taxonomía.....	7
Sinonimia.....	7
Generalidades.....	7
Condiciones para el cultivo de la achira.....	7
Rizomas y sus yemas.....	8
Cosecha.....	8
Comparación del almidón de achira con otras especies vegetales.....	9
2.2.2. Parámetros Productivos.....	10
2.2.2.1. Consumo voluntario de nutrientes.....	10
Factores que afectan el consumo voluntario.....	11
• Estado fisiológico.....	11
• Condición corporal.....	11
• Suplementación.....	11
• Palatabilidad.....	11
• Factores ambientales.....	11
• Manejo.....	12
2.2.2.2. Ganancia de peso.....	12
2.2.2.3. Conversión Alimenticia.....	12
2.2.3. Digestibilidad Aparente de Nutrientes.....	12
2.2.4. CUY (<i>Cavia porcellus</i>).....	13
Historia.....	13
Distribución y dispersión actual.....	13
Descripción zoológica.....	14

Características morfológicas	14
La descripción de las partes del cuerpo:.....	14
Anatomía y fisiología digestiva del cuy	15
Necesidades nutritivas de cuyes	17
CAPITULO III.....	19
HIPÓTESIS	20
OBJETIVOS.....	20
OBJETIVO GENERAL.....	20
OBJETIVO ESPECIFICO	20
CAPITULO IV.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS	21
4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	21
4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	21
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES	21
4.4. FACTORES EN ESTUDIO.....	24
4.5. TRATAMIENTOS	24
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	24
4.7. VARIABLES RESPUESTA.....	25
Procedimiento experimental.....	25
Ganancia de peso.....	28
Conversión alimenticia.....	28
Mortalidad.....	29
Consumo voluntario.....	29
Digestibilidad aparente de nutrientes (MS, MO, PC, FDA y FDN).....	29
CAPITULO V	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5. 1. RESULTADOS	31
5.1.1. Consumo voluntario de nutrientes (MS, MO, PC, FDN, FDA).....	31
5.1.2. Comportamiento productivo	32
5.1.3. Digestibilidad aparente de nutrientes (MS, MO, PC, FDN, FDA)	32
5.2. DISCUSIÓN	33
5.2.1. Consumo voluntario de nutrientes (MS, MO, PC, FDN, FDA).... ¡Error!	
Marcador no definido.	
5.2.2. Comportamiento productivo	¡Error! Marcador no definido.

5.2.3. Digestibilidad aparente de nutrientes MS, MO, PC, FDN, FDA) **¡Error!**
Marcador no definido.

CAPITULO VI.....	35
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	35
6.1. CONCLUSIÓN.....	35
6.2. BIBLIOGRAFIA	36
6.3. ANEXOS	40
CAPITULO VII	51
PROPUESTA	51
7.1. DATOS INFORMATIVOS.....	51
7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	51
7.3. JUSTIFICACIÓN	52
7.4. OBJETIVOS	52
7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	53
7.6. FUNDAMENTACIÓN.....	53
7.7. METODOLOGÍA.....	53
7.8. ADMINISTRACIÓN.....	54
7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición química de la achira.	9
Tabla 2 Comparación del almidón de achira con otras especies vegetales.....	10
Tabla 3 Necesidades nutritivas de cuyes por etapas	17
Tabla 4 Tratamientos.....	24
Tabla 5 Dieta de adaptación.....	25
Tabla 6 T1 Dieta con el 0% de Achira <i>Canna edulis</i>	26
Tabla 7 T2 Dieta con el 8% de Achira <i>Canna edulis</i>	26
Tabla 8 T3. Dieta con el 8% de Haina de Achira <i>Canna edulis</i>	27
Tabla 9 T4 Dieta con el 24% de Achira <i>Canna edulis</i>	27
Tabla 10 Aminoácidos, Vitaminas y Minerales.....	28
Tabla 11 Consumo voluntario de nutrientes (MS, MO, PC, FDN, FDA)	31
Tabla 12 Comportamiento productivo	32
Tabla 13 Digestibilidad aparente de nutrientes (MS, MO, PC, FDN, FDA)	33

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Dieta para adaptación	40
Anexo 2 Dieta con el 0% de Achira <i>Canna edulis</i>	40
Anexo 3 Dieta con el 8% de Achira <i>Canna edulis</i>	41
Anexo 4 Dieta con el 16% de Achira <i>Canna edulis</i>	41
Anexo 5 Dieta con el 24% de Achira <i>Canna edulis</i>	41
Anexo 6 Análisis de Varianza de Consumo Voluntario g/día MS F.V.	42
Anexo 7 Prueba de significación de Tukey al 5% para consumo voluntario g/día MS..	42
Anexo 8 Análisis de Varianza de Consumo Voluntario g/día MO F.V.....	43
Anexo 9 Prueba de significación de Tukey al 5% para consumo voluntario g/día MO.	43
Anexo 10 Análisis de Varianza de Consumo Voluntario g/día PC F.V.	43
Anexo 11 Prueba de significación de Tukey al 5% para consumo voluntario g/día PC.	44
Anexo 12 Análisis de Varianza de Consumo Voluntario g/día FDN F.V.	44
Anexo 13 Prueba de significación Tukey al 5% para consumo voluntario g/día FDN ..	44
Anexo 14 Análisis de Varianza de Consumo Voluntario g/día FDA F.V.	45
Anexo 15 Prueba de significación Tukey al 5% para consumo voluntario g/día FDA ..	45
Anexo 16 Análisis de Varianza de Ganancia de Peso g/día F.V.	45
Anexo 17 Prueba de significación de Tukey al 5% para Ganancia de Peso g/día	46
Anexo 18 Análisis de Varianza de Conversión Alimenticia F.V.....	46
Anexo 19 Prueba de significación de Tukey al 5% para Conversión Alimenticia	46
Anexo 20 Análisis de Varianza de Digestibilidad Aparente MS	47
Anexo 21 Prueba de significación de Tukey al 5% para Digestibilidad Aparente MS ..	47
Anexo 22 Análisis de Varianza de Digestibilidad Aparente MO	47
Anexo 23 Prueba de significación de Tukey al 5% para Digestibilidad Aparente MO..	48
Anexo 24 Análisis de Varianza de Digestibilidad Aparente PC	48
Anexo 25 Prueba de significación de Tukey al 5% para Digestibilidad Aparente PC ...	48
Anexo 26 Análisis de Varianza de Digestibilidad Aparente FDN.....	49
Anexo 27 Prueba de significación de Tukey al 5% para Digestibilidad Aparente FDN	49
Anexo 28 Análisis de Varianza de Digestibilidad Aparente FDA.....	49
Anexo 29 Prueba de significación de Tukey al 5% para Digestibilidad Aparente FDA	50

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la ingestión de las dietas a base de harina de achira (*Canna edulis*) sobre el comportamiento productivo, consumo voluntario y digestibilidad aparente de nutrientes en cuyes. Esta investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias - UTA. Se utilizaron 240 cuyes machos de 8 semanas de edad, distribuidos al azar en cuatro dietas experimentales: T1 con 0% de harina de achira, T2 con 8% de harina de achira, T3 con 16% de harina de achira, T4 con 24% de harina de achira. Se evaluó el consumo voluntario de nutrientes de las dietas; ganancia de peso; conversión alimenticia y digestibilidad aparente de nutrientes.

El consumo voluntario de los nutrientes no mostró diferencia entre tratamientos para los siguientes: materia seca (P= 0.0570) con 62,670 g/día en el T2 siendo su valor más alto entre tratamientos; materia orgánica (P= 0.0377) para T2 con 64.933 g/día; fibra detergente neutra (P=0.0214) para T2 con 24.440 g/día y fibra detergente ácido (P=0.0346) para T2 11.6583 g/día. Mientras que para proteína cruda mostró diferencias (P= <.0001) entre tratamientos siendo el mayor consumo para el T2 (17.4567 g/día). La ganancia de peso y conversión alimenticia fue mejor en el tratamiento T2 con 12.607 g/día y 5.04. En la digestibilidad aparente no mostró diferencia entre tratamientos para los siguientes nutrientes: materia seca (P= 0.7145) con 73.650 g/día en el T1 siendo el valor más alto entre tratamientos; materia orgánica (P= 0.8032) para T1 con 71.023g/día; fibra detergente neutra (P=0.4125) para T1 con 49.100 g/día y fibra detergente ácido (P=0.3217) para T1 39.057 g/día. Mientras que para proteína (P= 0.9625) el mayor consumo es para el T2 con 70.295 g/día. Demostrando que los cuyes alimentados con un 8 % de harina de achira, se obtiene una buena respuesta productiva, sin alterar el comportamiento de los animales.

Palabras claves: Achira (*Canna edulis*), cuyes (*Cavia porcellus*) conversión alimenticia, ganancia de peso, digestibilidad, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, materia seca, materia orgánica

SUMMARY

The objective of this inquiry was to evaluate the effect of ingestion of the diets based on achira flour on the productive behavior, voluntary consumption and apparent digestibility of nutrients the guinea pig. This research was carried out in the Faculty of Agricultural Sciences - UTA. Twenty-eight male guinea pigs, of 8 weeks old were used, randomly distributed in four experimental diets: T1 with 0% of achira flour, T2 with 8% of achira flour, T3 with 16% of achira flour, T4 with 24% of Achira flour. Voluntary intake of nutrients from diets was evaluated; weight gain; Feed conversion and apparent nutrient digestibility. Voluntary intake of nutrients showed no difference between treatments for the following nutrients: dry matter ($P = 0.0570$) with 62.670 g / day in T2 being the highest value among treatments; Organic matter ($P = 0.0377$) for T2 with 64.933 g / day; Neutral detergent fiber ($P = 0.0214$) for T2 with 24,440 g / day and acid detergent fiber ($P = 0.0346$) for T2 11.6583 g / day. While for crude protein showed differences ($P = <.0001$) between treatments being the highest consumption for T2 (17.4567 g / day). Weight gain and feed conversion were better in T2 treatment with 12,607 g / day and 5.04. In the apparent digestibility, there was no difference between treatments for the following nutrients: dry matter ($P = 0.7145$) with 73.650 g / day in the T1 being its highest value between treatments; Organic matter ($P = 0.8032$) for T1 with 71.023g / day; Neutral detergent fiber ($P = 0.4125$) for T1 with 49.100 g / day and acid detergent fiber ($P = 0.3217$) for T1 39,057 g / day. While for protein ($P = 0.9625$) the highest consumption is for T2 with 70,295 g / day.

Key words: Achira (*Canna edulis*), guinea pig (*Cavia porcellus*), feed conversion, weight gain and digestibility.

CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) es una especie animal de origen andino, que gracias a sus buenas cualidades de prolificidad, rusticidad y precocidad, se ha convertido en una fuente alimenticia muy importante para la humanidad, menciona Valverde (2011), la mayoría de productores de cuyes mantienen una crianza tradicional, utilizando mayormente en la alimentación: pastos nativos, malezas, residuos de cocina y restos de cosechas, lo mismo que no cubre los requerimientos nutricionales del animal, señala Quintana (2009). Por esta razón , la búsqueda de productos naturales de elevada calidad nutricional, es evidente en el ámbito investigativo según Yáñez (2013).

Debido a esto se considera como alternativa, a los residuos orgánicos que son rechazados después de la extracción de un producto, estos pueden ser utilizados como materia prima para elaborar dietas balanceadas. Una de las opciones son los residuos que salen del proceso de extracción del almidón de la achira (*Canna edulis*), administrando al animal en forma de harina. Moína (2011) señala que la harina de achira aporta: energía metabolizable de 3250 Kcal/Kg, 5% proteína bruta (PB), 9,53% ceniza (C), 8,16% fibra (F), 75,26% Almidón y 5,84% azúcares totales. Esto favorecerá en la alimentación de los cuyes, ya que son animales que requieren alta cantidad de energía para su óptimo desarrollo, manifestó Veloz (2005).

Con base a lo mencionado anteriormente la finalidad del proyecto de investigación fue valorar el efecto de la achira sobre el consumo voluntario y la digestibilidad aparente de nutrientes en cuyes (*Cavia porcellus*) en etapa de engorde. Y de esta manera proponer alternativas alimenticias no convencionales a los productores para optimizar el sistema de alimentación, que permita mejorar el comportamiento productivo de los animales.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El cultivo de achira (*Canna edulis*) se convierte en uno de los mayores potenciales en la industria agrícola, ya que en estudios anteriores se ha determinado, que alcanzan hasta 10 t/ha de almidón extraídos de esta planta, a diferencia del trigo o maíz que solo se obtiene 5 t/ha de almidón, además que la calidad de los almidones de estas especies vegetales, son fuentes ricas en amiláceas que pueden sustituir parcial o totalmente a las materias primas tradicionales como: maíz y trigo según Ribera (2006).

Para poder determinar el tiempo de cosecha de los rizomas (*Canna edulis*) se clasificó en cuatro segmentos: inmaduros, prematuros, maduros y madres, las muestras fueron cosechadas en diferentes periodos con un peso de 5324g cada uno para realizar el análisis químico, determinando que el contenido de almidón aumentó desde el segmento inmaduro (13,7%) al segmento prematuro (19,5%), y disminuyó ligeramente en el segmento maduro (18,6%), mientras que el segmento madre tuvo el menor contenido de almidón (7,9%) llegando a la conclusión que la cosecha de este rizoma se debe realizar en el segmento prematuro, esto significa que los rizomas *canna* pueden ser cosechadas a los 8 meses según Pucha et. al. (2007).

Mencionan que la achira forma parte de los alimentos para humanos como también para la especie animal, según los estudios realizados que muestran: la composición química y el valor nutricional, esto se determinó mediante el análisis proximal. Los resultados donde demuestra que el contenido de Energía bruta de la achira, lo sitúan entre valores de 3,77 a 4,09kcal/g de materia seca Humedad 81,69% Proteína 4,29% Fibra 5,33% Ceniza 7,53% según Espín et. al. (2004).

La planta de achira se caracteriza por ser una fuente rica en almidón, por esta razón es necesario realizar los estudios sobre la composición química y las propiedades fisicoquímicas. Donde demuestran que los gránulos tienen forma ovalada con superficies lisas y además un tamaño de 10-100 μm . Todos los almidones de *Canna* contenían fósforo considerablemente alto (371-399 ppm), seguido de calcio (113-154 ppm) y potasio (35-61 ppm) y el contenido absoluto de amilosa varió del 19 al 25% según Thitipraphunkul et. al. (2003).

Los subproducto de *Canna edulis* reciclados después de la extracción de almidón, fueron llevados al laboratorio para evaluar la composición química, las propiedades físicas y la actividad antioxidante. Demostrando que el subproducto está compuesta principalmente de fibra dietética con 54,84% (medida por el método AOAC 1995) utilizado por Zhang et. al. (2010), esta fibra contiene celulosa, hemicelulosas (incluyendo xiloglucanos, arabinosilanos y glucuronosilanos), pectina y lignina. Además, el subproducto mostró alta capacidad de retención de agua (12,5 ml / g) y capacidad de retención de aceite (14 ml / g). Por lo tanto, el subproducto de *Canna edulis* no es sólo una fuente de fibra dietética, sino también un ingrediente funcional para la industria alimentaria según Zhang et. al. (2010).

Los análisis químicos que realizaron los autores anteriores nos respalda para demostrar que la achira se puede utilizar como alimento alternativo, ricos en almidón, por esta razón se realizó un ensayo en pollos broiler en el que sustituye de forma parcial al maíz, formulando cuatro dietas experimentales al 0, 10, 20 y 30% de adición. Para cada tratamiento se utilizó 50 pollos broiler y la fase de alimentación fue de 42 días. Se determinó los parámetros productivos expresados en ganancias de peso y consumos de materia seca, demostrando que estadísticamente son superiores ($P < 0,01$) en los pollos que consumieron dietas al 20 % de achira, con rendimiento a la canal de 1529 g y conversión alimenticia 1,51 según Moína (2011). Además recomienda probar la inclusión de achira como alimento en otras especies como cuyes, conejos, cerdos, equinos y bovino.

En otro estudio realizado se utilizó la achira o sagú (*Canna edulis*) y la yuca (*Manihotesculenta crantz*) como alimento para rumiantes, en el cual se tomó en cuenta las diferencias de almidones amilosa vs amilopectina que podrían tener implicaciones en la tasa de degradación a nivel ruminal, ya que la tasa de degradación de la amilopectina normalmente son mayores que las de amilosa, lo cual determinan que la yuca puede sustituir al maíz en raciones para novillos y vacas lactantes debido a que la yuca contiene 87g de almidón /100g que es representativa al valor de la achira según Knowles et. al. (2012).

Valverde (2011) realizó una dieta balanceada alternativa a base de harina de yuca para cuyes, utilizando al (0%,10% y 20%) de adición, en 96 animales, midió el rendimiento productivo en la etapa de crecimiento y engorde considerando: consumo de alimento en base seca, incremento de peso, conversión alimenticia y peso final. De los 96 cuyes el 50% fueron machos y el otro 50% hembras, con una edad aproximada de 21 días. El cual determina el peso final más alto, con un promedio de 1078.34 g, se logró con el nivel de 10 %. El mejor incremento de peso se alcanzó con el nivel 10% con una ganancia de 307.67g seguido del nivel 20% con 278.66g.

Se comparó el ensilaje de *Canna edulis* con el ensilaje de maíz, utilizados como alimento ecológico para rumiantes, en esta investigación se determinó: la proteína cruda, fibras de detergente neutro, el contenido de ácido láctico, ácido acético, ácido orgánico y ceniza cruda. Demostrando que el tiempo de degradación del el ensilaje de *Canna* fue más rápido durante las primeras 12 horas de incubación en el parámetro de fibra detergente. Además la degradabilidad efectiva de la materia seca y la materia orgánica del ensilaje de *Canna* en el rumen fue significativamente fue mayor que la del maíz según Jun et. al. (2006).

Se determina la influencia de la microflora, al utilizar almidones como alimento en pollos de crecimiento, las fuentes de almidón utilizadas fueron: *Manihot utilisima* y *Dioscorea dumetorum* de tipo A, *Dioscorea cayenensis* y *Canna edulis* de tipo B. esto se introdujeron en dietas isoenergéticas que mantengan (4,460 Kcal / g D.M.) e isoproteicas de (18 p 100). Demostrando que los almidones de tipo A se digieren por completo en (95 por 100) y el de tipo B se digieren en (40 a 60 por 100). Además en los de tipo A, la microflora tiende

a disminuir: la ingesta de alimento, el crecimiento y la eficiencia energética y proteica demostrando valores de (- 25 y - 10 por 100) según Bewa et. al. (2014).

Es muy importante determinar el coeficiente de digestibilidad de los nutrientes en cuyes. Según Ylla, (2012) determino mediante la utilización de la semilla despigmentada del achiote (*Bixa orellana l.*) suministrando como: T1 (achiote remojado por 24 horas) y T2 (achiote seco molido). Utilizando 10 animales, en los que evaluó proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libres de nitrógeno, y calculo sus valores energéticos en términos de NDT. Determinando que en el T1: la proteína cruda mantiene un 84.26%, extracto etéreo con 78.99%, fibra con 59.59% y extracto no nitrogenado con 91.31%. En el T2: la proteína cruda con 61.27% extracto etéreo, con 65.96%, fibra con 72.52% y extracto no nitrogenado con 79.96%. Determinó el valor de degradación con respecto al proteína cruda es mayor en el T1 84.99% con respecto al T2 que fue de 74.31% de NDT.

Para poder evaluar en cambio la energía metabolizable en los cuyes Calderón (2015) realiza un ensayos de digestibilidad “*In vivo*”. Seleccionando 15 cuyes de 10 semanas de edad, cada uno distribuidos al azar en jaulas metabólicas. Utilizo 3 dietas: T1 con 100% de subproducto de trigo; T2 con 70% gluten de maíz y el 30% de subproducto de trigo y T3 con 70% de hominy feed y 30% de subproducto de trigo. Recolecto las heces y orina diariamente de cada uno de los animales. Determinando que la digestibilidad aparente de la materia seca del gluten de maíz, hominy feed y subproducto de trigo, fueron 79.00%, 81.2% y 65.3%. El contenido de energía digestible en base seca del gluten de maíz, hominy feed y subproducto de trigo fue de 4189, 4351 y 2801 Kcal/Kg. Finalmente el contenido de energía metabolizable del gluten de maíz, hominy feed y subproducto de trigo fue de 3910, 4351 y 2705 Kcal/Kg, demostrando que el T2 se mejoren relación de los demás tratamientos.

Las especies animales difieren en las características fisiológicas de su tracto digestivo en relación a la composición de: la fibra (CF), macromineral (Na, K, Ca, P, Mg) y materia orgánica (OM), para valorar se utilizó 12 conejos y 10 dietas diferentes en el que

demonstraron que la absorción de cada uno de ellos depende de la composición de las dietas y que la aparición de altas concentraciones de Ca en los fermentadores se debe también a la coprofagia del animal según Hagen et. al. (2015).

Los parámetros: conversión alimenticia, digestibilidad aparente de nutrientes y rendimiento a la canal se evaluaron en 48 conejos de 8 semanas de edad, distribuidos al azar y alimentados con cuatro dietas experimentales. Determinando que el consumo voluntario de materia orgánica en el T1 y T4 mostraron diferencias significativas ($P=0.0001$), con valores de (205.44g y 202.92g), la ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal fue mejor en el tratamiento T2 con (29.1g, 7.6 y 48.6%). En las dietas T1 y T2 fueron superiores estadísticamente ($P=0.0001$) para la digestibilidad aparente de materia seca y digestibilidad aparente de materia orgánica con valores de (65.11; 67.93 y 62.72, 64.73), para la digestibilidad de proteína cruda con una diferencia significativa ($P= 0.0001$) fue para T1 con un valor (81.77) y para digestibilidad aparente de fibra detergente neutra fue mayor en T1, seguido de T2 (84.064 y 71.8), demostrando que los conejos alimentados con el T2 obtienen mejor ganancia de peso en relación con los demás tratamientos según Chisag (2016)

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Achira (*Canna edulis*)

Taxonomía

Ribera (2006) menciona que pertenece a la familia *Cannáceas*, género *Canna*, especie *Canna edulis*.

Sinonimia

Carrera (2012) comenta que la achira, es conocida en diferentes países latinoamericanos con diferentes nombres. En Ecuador se conoce como: achera, achira, chuno, o atzera.

Generalidades

Moína (2011) menciona que el tallo de esta planta son los rizomas subterráneo que se desarrolla en ramificaciones y da origen a vástagos aéreos que forman macollas, el tamaño de los rizomas en pleno desarrollo, fluctúa entre 5 a 15 cm de largo y de 4 a 10 cm de ancho, mientras que en especies silvestres, los rizomas son más grandes. Las hojas pueden medir entre 30 y 80 cm de largo y entre 10 y 30 cm de ancho; presentan una nervadura central prominente por el envés y de ella parten nervaduras laterales paralelas entre sí; muestran un color verde oscuro por el haz y más claro por el envés; algunas variedades presentan un borde morado característico del material. Las flores salen del tallo aéreo, las de la *Canna edulis* son de coloración roja, estas son menos llamativas que las de los cultivos ornamentales, que son de color rojo intenso, moradas, amarillas y combinadas. El fruto es una cápsula que contiene numerosas semillas.

Esta planta no posee muchas plagas, ni enfermedades; su cosecha es similar a la de la papa según Carrera (2012).

Condiciones para el cultivo de la achira.

La planta crece entre los 0 y 2,650 m.s.n.m., pero su mayor rendimiento se obtiene entre los 500 y 1,700 m.s.n.m., con temperaturas de 18°C a 24°C. y de humedad puede oscilar entre 65% a 90%, con un mínimo de 40% según Moína (2011).

Rizomas y sus yemas.

Los rizomas tienen forma de trompo, de base ancha, miden 15 cm de largo y de 3 – 12 cm de ancho. Al corte transversal, tiene forma de banano, la corteza es fuerte y su parte interna es más suave, abundante en almidón; en sus bordes contiene las yemas o brotes que a su debido momento originarán las ramas o tallos de la planta; cuando el rizoma es cónico se dan 3 brotes; si éste es oval se dan 2, muchas de las veces cuando estos brotes no se desarrollan por completo es porque ellos están destinados a servir de semilla para la siguiente plantación menciona Carrera (2012).

Cosecha

La cosecha se debe realizar entre los 8 y 10 meses de edad, en esta edad las tallos, hojas y flores se agobian y empiezan a secarse según Puncha et. al. (2007).

Tabla 1 Composición química de la achira.

Parámetros	Cantidad
Humedad %	81.69
Cenizas %	7.53
Proteínas %	4.29
Fibra %	5.33
Extracto Etéreo %	2.04
Carbohidratos %	80.80
Ca %	0.095
P %	0.41
Mg %	0.42
Na %	0.08
K %	2.68
Cu (ppm)	14.00
Fe (ppm)	51.00
Mn (ppm)	14.00
Zn (ppm)	30.00
Almidón %	60.47
Azúcar total %	3.95
Azucares Reductores %	2.68
Energía Kcal/100g	404

Fuente : Espín et. al. (2001)

Comparación del almidón de achira con otras especies vegetales

Los gránulos de almidón de achira son más grande (30-100 micras de diámetro) a diferencia de otras especies vegetales conocidas como: maíz, trigo, yuca y papa que miden de (10-30 micras de diámetro). Por esta razón es digerido fácilmente por el organismo y posee un alto grado de proteína; además es resistente a las esterilizaciones menciona Moína (2011).

Tabla 2 Comparación del almidón de achira con otras especies vegetales

Tipo de almidón	%Amilosa	Tamaño (micrómetro)	Resistente a:
Achira	31-38	25-45	Esterilización
Papa	16-28	23-31	Ninguna
Yuca	13-15	11-12	Congelación y Acides
Maiz	20-25	12-15	En mejor grado a la esterilización
Trigo	17-32	13-19	Ninguna

Fuente: Moína (2011).

El almidón contiene un alto contenido de amilasa en un (27.1%). En el microscopio electrónico se observa que el almidón de achira presenta formas de óvalos y elipses. Esta contiene: lípidos, cenizas y proteínas, además de un elevado y significativo contenido de amilasa menciona Knowles et. al. (2012).

2.2.2. Parámetros Productivos

2.2.2.1. Consumo voluntario de nutrientes

El consumo voluntario, se define a la cantidad de alimento ingerido por un animal o grupo de animales durante un período de tiempo en el cual tuvieron libre acceso a la misma y dicha medición debe cumplir con la condición de ofrecer al menos un excedente de 15% durante dicho periodo según Araujo (2005).

Determinación del consumo voluntario Mejia (2002).:

$$\text{Consumo Voluntario (kgdía)} = \text{Oferta (kgdía)} - \text{Residuo(kgdía)}$$

Factores que afectan el consumo voluntario

- **Estado fisiológico.**

Durante las fases de crecimiento y los ciclos reproductivos se presentan cambios importantes en los requerimientos de los animales, incrementando la demanda de energía según Mejia (2002).

- **Condición corporal.**

Los animales delgados comen más que los animales gordos, esto también se relaciona al consumo y crecimiento compensatorio, es decir, animales que pasaron por un período de subnutrición comen más por unidad de peso vivo que animales que estuvieron bien alimentados previamente mencionan Mejia (2002).

- **Suplementación.**

Generalmente se ha observado que la adición de carbohidratos de fácil digestión provoca una disminución en el consumo voluntario de forraje; pero en cambio la suplementación proteica favorece la actividad microbiana, incrementando la digestibilidad y la velocidad de pasaje de la digesta y por ende el consumo mencionan Mejia (2002).

- **Palatabilidad.**

El sabor juega un papel biológico fundamental ayuda a regular, el consumo de lo agradable y a rechazar lo inapetecible. Los animales posee receptores en la lengua, mediante estos pueden distinguir cuatro sabores básicos: salado, dulce, amargo y ácido. Las variaciones en la intensidad de sabores es informada en forma continua al control central de percepción según Araujo (2005).

- **Factores ambientales**

Cuando la temperatura ambiental está cerca o por encima del nivel crítico superior, comienza una reducción en el consumo según Araujo (2005).

- **Manejo**

El manejo es de suma importancia ya que depende de cómo, cuanto, a qué hora y cuantas veces se administra el alimento, esto dependerá para evaluar el comportamiento productivo del animal.

2.2.2.2. Ganancia de peso.

La ganancia de peso por parte del animal se debe a la capacidad de conversión del alimento fibroso en carne. En cunicultura la ganancia de peso diario en la etapa de cebo oscila entre 30 y 40 gr/día, siendo más frecuentes los valores de 35 a 38 gr/día. Lo cual depende de la raza y de las condiciones de alimentación según Méndez (2006).

2.2.2.3. Conversión Alimenticia.

El índice de conversión alimenticia, es un parámetro que puede medir la relación entre el alimento consumido y el crecimiento del animal en determinado tiempo, que normalmente se determina en la entrada a la etapa de cebo y la salida a sacrificio, cuyo índice de conversión debe de estar entre 3.35 y 3.45, el cual aumenta significativamente con la edad y el peso del animal según Chisag (2016).

2.2.3. Digestibilidad Aparente de Nutrientes.

Es un conjunto de fenómenos cuyo objetivo es proporcionar nutrimentos al animal. La combinación de los procesos de digestión y absorción es conocida como la digestibilidad de nutrimentos y está compuesto por el proceso como: ingestión de alimento, la secreción de ácido clorhídrico y de enzimas en el tracto gastrointestinal, la hidrólisis de macromoléculas, la absorción de nutrientes y la excreción de productos de desecho, todo

esto está íntimamente relacionada con el valor nutritivo de los alimentos según Parra & Gómez (2009).

Además Chisag (2016) señala que la digestibilidad constituye un indicador de la calidad de la materia prima que a veces varía notablemente, de una especie a otra; a priori se deberían esperar valores muy distintos en las especies carnívoras, herbívoras u omnívoras. Así mismo, si se estudia en una especie dada, la influencia de la edad del animal, su estado fisiológico, e incluso la salinidad y la temperatura, a menudo se encuentran diferencias insignificantes. Por ejemplo, aunque el tiempo de tránsito del bolo digestivo sea mucho más breve en los animales pequeños que en los grandes, la digestibilidad es la misma en los dos casos.

Parra & Gómez (2009)

$$Dig. Apte (\%) = \frac{\text{Consumo de nutrimento} - \text{Nutrimentos en las heces}}{\text{Consumo del Nutrimento}} * 100$$

2.2.4. CUY (*Cavia porcellus*)

Historia

El cuy fue domesticado hace 2500 a 3600 años. En los estudios estratigráficos hechos en el templo del Cerro Sechín (Perú), se encontraron abundantes depósitos de excretas de cuy en el período de la cultura Paracas denominado Cavernas (250 a 300 a.C.), ya se alimentaba con carne de cuy. Para el tercer período de esta cultura (1400 d.C.), casi todas las casas tenían un cuyero, esto muestra la importancia que tenía este animal en la alimentación humana manifiesta Veloz (2005).

Distribución y dispersión actual

El hábitat del cuy es muy extenso, Se han detectado numerosos grupos en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, noroeste de Argentina y norte de Chile, distribuidos a lo largo del eje de la cordillera andina. Posiblemente el área que ocupan el Perú y Bolivia

fue el hábitat nuclear del género *Cavia*. Este roedor vive por debajo de los 4 500 metros sobre el nivel del mar, y ocupa regiones de la costa y la selva alta menciona Veloz (2005).

Descripción zoológica.

Yupa & Vargas (2011) señalan la escala zoológica ubica al cuy dentro de la siguiente clasificación:

Orden: *Rodentia*

Suborden: *Hystricomorpha*

Familia: *Caviidae*

Género: *Cavia*

Especie: *Cavia aperea aperea Erxleben*

Cavia aperea aperea Lichtenstein

Cavia cutleri King

Cavia porcellus Linnaeus

Cavia cobaya

Características morfológicas

Chauca (2005) mencionan que los machos desarrollan más que las hembras, por su forma de caminar, no se pueden diferenciar el sexo sin coger y observar los genitales. La forma de su cuerpo es alargada y cubierto de pelos desde el nacimiento. Los machos adultos hacen morrillo.

La descripción de las partes del cuerpo:

La cabeza es relativamente grande en relación a su volumen corporal, de forma cónica y de longitud variable de acuerdo al tipo de animal. Las orejas por lo general son caídas, casi desnudas pero bastante irrigadas. Los ojos son redondos vivaces de color negro o rojo, con tonalidades de claro a oscuro. El hocico es cónico, con fosas nasales y ollares pequeños, el labio superior es partido, mientras que el inferior es entero, sus incisivos son alargados con curvatura hacia dentro, crecen continuamente, no tienen caninos y sus molares son amplios, la fórmula dentaria siguiente: $I = 1/1$, $C = 0/0$, $PM = 1/1$, $M = 3/3$ Total = 20. El cuello es grueso, musculoso y bien insertado al cuerpo, conformado por siete vértebras de las cuales el atlas y el axis están bien desarrollados. El tronco es de forma cilíndrica y está conformada por 13 vértebras dorsales que sujetan un par de costillas articulándose con el esternón, las 3 últimas son flotantes. El abdomen tiene como base anatómica con base 7 vértebras lumbares, es de gran volumen y capacidad.

Las extremidades son cortas, siendo los miembros anteriores más cortos que los posteriores. Ambos terminan en dedos, provistos de uñas cortas en los anteriores y grandes y gruesas en las posteriores. El número de dedos varía desde 3 para los miembros posteriores y 4 para los miembros anteriores. Las cañas de los posteriores lo usan para pararse, razón por la cual se presentan callosos y fuertes mencionan Yupa & Vargas (2011).

Anatomía y fisiología digestiva del cuy

El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post- gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego

Digestión gástrica: los cuyes, a diferencia de otros monogástricos, el estómago presenta una motricidad bastante reducida. Esta es influenciada por el número de ingestas, el tipo de alimento y la presencia o no de cecotrofos. Así, estos últimos permanecen un mayor tiempo en estómago y algunos autores indican que esta atonía parcial permite que en el interior de estos crotines blandos se sigan desarrollando fermentaciones bacterianas con producción de ácido láctico y ácidos volátiles (A.G.V.) el estímulo más importante que desencadena la actividad motriz del estómago es la ingesta de alimento, y su duración está

directamente relacionada a la cantidad de alimento ingerido. Así, el material que sale hacia intestino es reemplazado con alimento o cecotrofos, por lo cual siempre se encuentra con contenido en estado de semirrepleción. Se puede estimar que los tiempos de retención a nivel estomacal fluctúan entre 3 y 4 horas para los alimentos y de 6 a 7 horas para los cecotrofos mezclados con alimento. Presenta un pH ácido (valores entre 1 y 2) fruto de la secreción de ácido clorhídrico y debido a las continuas ingestiones de alimento, su secreción es intensa y continua. Además, las glándulas de la zona del fondo estomacal secretan pepsinógeno y según algunos autores también se produciría una lipasa gástrica (Nuñez, 2008)

Digestión Intestinal: El contenido estomacal (quimo) pasa a intestino delgado, donde es sometido, en primer lugar, a la acción de la secreción biliar (bilis) es excretada en las primeras porciones de duodeno, con un pH cercano a la neutralidad (pH 6,4 - 6,7) y junto a la secreción de las glándulas de la mucosa duodenal (pH 8 - 8,2) neutralizan la acidez del quimo. Que juega un rol importante en los procesos digestivos y posteriormente a la secreción pancreática (Chisag, 2016).

Digestión Cecal: El alimento que ingresa al ciego, proveniente de intestino delgado, ya ha sufrido una digestión gastroentérica por lo que uno de sus constituyentes principales son los productos celulósicos que no han sido afectados en las porciones anteriores. Sobre este sustrato actúa la microflora cecal densidad bacteriana menor que la del rumen y existe consenso en que hay predominancia de gérmenes anaeróbicos y especialmente bacilos no esporulados. Sólo una pequeña fracción se encuentra como aminoácidos factibles de ser absorbidos en ciego y colon por lo que la cecotrofia juega un rol fundamental en este reciclaje proteico. Las bacterias cecales producen ácidos grasos volátiles (AGV) que son absorbidos a nivel de ciego y colon proximal. El nivel de AGV fluctúa entre: 180 a 240 u moles/g M.S (Chisag, 2016).

Digestiva cólica

Como se señaló anteriormente el colon se puede dividir en dos porciones bastante definidas en las que se producen distintos procesos.

Colon proximal: Dada la continuidad anatómica existente entre esta porción y ciego, sus contenidos son muy similares por lo que también a este nivel hay producción y absorción de AGV; sin embargo dada esta actividad se comienzan a formar los crotines blandos y duros en forma alternada y según la fase en que se encuentre (fase cecotrófica) hay una abundante secreción de mucus y un activo intercambio de electrolitos (Gecele, 1986).

Colon distal: Esta porción tiene un rol activo en la formación de los cecotrofos y heces duras tanto desde el punto de vista de su forma física como de su contenido hídrico. A este nivel se absorbe alrededor de un 40% del agua que ingresa al colon distal (Gecele, 1986).

Necesidades nutritivas de cuyes

Conocer los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. Estos animales a igual que otros, requieren de nutrientes como: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza según Veloz (2005).

Tabla 3 Necesidades nutritivas de cuyes por etapas

Nutrientes	Productores	Crecimiento	Ración única
Proteínas totales %	19	18	18

Energía, Kcal/kg	2950	2800	2800
Fibra%	10-12	10	10-16
Calcio%	1,0	0,9	1,0
Fosforo%	0,78	0,75	0,7
Grasas totales %	3,0	3,0	3,0
Sodio %	0,2	0,2	0,2
Lisina %	0,9	0,84	0,8
Metionina%	0,38	0,38	0,37
Metionina+ cistina %	0,82	0,8	0,78
Ac. Ascórbico (mg/kg)	750	750	750

Fuente: Santos (2007).

El cuy responde bien a las raciones con 20 % de contenido proteico cuando éstas provienen de 2 o más fuentes; sin embargo se ha reportado raciones con 14 y 17 % de proteínas, que han logrado buenos incrementos de peso con raciones de alto contenido energético. La energía es uno de los factores esenciales para los procesos vitales necesarios de los cuyes. Una vez que estos requerimientos han sido satisfechos, el exceso de energía se almacena como grasa dentro del cuerpo. Las principales fuentes de calor y energía en las raciones son los hidratos de carbono y las grasas de los alimentos. La mezcla de carbohidratos de los forrajes contiene una combinación de azúcar, dextrina, almidón, hemicelulosa, celulosa y lignina. El contenido de carbohidratos en las raciones balanceadas debe variar entre 38-55 %, tratando siempre que el NDT sea de 65 a 70 %. La fibra de los forrajes es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través de tracto digestivo mencionan Nuñez (2008) y Paucar (2013).

En las raciones balanceadas recomendadas para cuyes deben contener un porcentaje de fibra no menor de 18%. El cuy tiene un requerimiento bien definido de grasa o ácidos grasos no saturados. Su carencia produce un retardo en el crecimiento, además de dermatitis, úlceras en la piel, pobre crecimiento del pelo, así como caída del mismo. Esta sintomatología es susceptible de corregirse agregando grasa que contenga ácidos grasos insaturados o ácido linoleico en una cantidad de 4 g/Kg de la ración. Estos animales está

acostumbrado a una elevada ingestión de minerales como: calcio, potasio, sodio, fósforo, magnesio y cloro. Son minerales que intervienen activamente en la fisiología de los seres vivos. Las vitaminas activan las funciones del cuerpo. Ayudan a los animales crecer rápido, mejoran su reproducción y los protegen contra varias enfermedades. El proporcionar forraje fresco al animal asegura una suficiente cantidad de vitamina C que es fundamental en estos animales además a requiere entre 50 y 100 ml de agua por día pudiendo incrementarse hasta más de 250 ml si no recibe forraje verde y el clima supera temperaturas de 30 °C mencionan Nuñez (2008) y Paucar (2013).

CAPITULO III.

HIPÓTESIS

El efecto de la inclusión de harina de *Canna edulis* en la alimentación de cuyes, *influye* sobre su comportamiento productivo, consumo voluntario y la digestibilidad aparente de nutrientes.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de la achira (*Canna edulis*) sobre el consumo voluntario y la digestibilidad aparente de nutrientes en cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de engorde.

OBJETIVO ESPECIFICO

- Evaluar los Parámetros Productivos aplicando diferentes dosis de harina de *Canna edulis* (0%, 8%, 16% 24%) en la dieta balanceada para los cuyes.
- Determinar el Consumo voluntario y la Digestibilidad Aparente de la Materia Seca, Materia Orgánica, Proteína Bruta, Fibra Detergente Neutra, Fibra Detergente Acida.

CAPITULO IV.

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El proceso investigativo se realizó en el campus de la Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTA. Ubicada en el sector Querochaca, en la parroquia La Matriz del Cantón Santiago de Cevallos provincia de Tungurahua. Coordenadas geográficas 1°25'20'' de latitud Sur, 78° 36'22'' de longitud Oeste, a una altitud de 2960 msnm y a 16 Km al Sur Oeste de la ciudad de Ambato (Sánchez & Mantilla 2015).

4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

Sanchez & Mantilla (2015) mencionan que las condiciones de Querochaca posee un clima templado con una temperatura promedio de 12 a 15 ° C, y una humedad relativa de 73 %, la temperatura relativa es de 76,1 %.

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1. MATERIALES

Materiales de campo.

Biológico:

- Cuyes Machos *Cavia porcellus* (criollos mejorados)
- Harina de *Canna edulis*.
- Dieta balanceada para engorde.

Físicos:

- Galpón.
- Balanza
- Cámara digital
- Comedero
- Bebederos
- Materiales de limpieza.
- Tanque de agua.
- Overol
- Jaulas metabólicas para recolección de heces

Químicos:

- Cal.
- Eterol
- Agua oxigenada
- Desinfectantes.

Materiales de Laboratorio.**Biológicos:**

- Harina de *Canna edulis*.
- Dieta balanceada para engorde.

Físicos:

- Balanza
- Crisoles.

- Mandil
- Cubre bocas
- Recipientes
- Escoba
- Recogedor
- Pala

Químicos:

- Vitaminas

Materiales de oficina

- Hojas de registro.
- Lápiz.
- Computadora.
- Material bibliográfico.
- Impresora

4.3.2. EQUIPOS

- Balanza digital.
- Balanza analítica.
- Estufa.
- Mufla.
- Moledora de maíz.
- Mescladora de balanceados.
- Peletisadora de balanceados.

4.4. FACTORES EN ESTUDIO

El factor de estudio de la investigación es la harina de achira (*Canna edulis*), adicionado en cuatro diferentes porcentajes de inclusión a las dietas. Esto utilizado como alimento único para cuyes en la etapa de engorde.

4.5. TRATAMIENTOS

Tabla 4 Tratamientos

N°	Símbolo	Descripción
1	T1	DIETA CON 0% de INCLUSIÓN de harina de <i>Canna edulis</i>
2	T2	DIETA CON 8% de INCLUSIÓN de harina de <i>Canna edulis</i>
3	T3	DIETA CON 16% de INCLUSIÓN de harina de <i>Canna edulis</i>
4	T4	DIETA CON 24% de INCLUSIÓN de harina de <i>Canna edulis</i>

Fuente: Autora

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar, con 4 tratamientos y 6 repeticiones. Todas las variables fueron analizadas mediante el Programa Estadístico SAS (2000), demostrando:

- La significancias con el Análisis de Varianza (ADEVA)
- La comparación de medias con la prueba de Tukey al 5%, para las pruebas de digestibilidad aparente de nutrientes, consumo voluntario y los parámetros productivos.

4.7. VARIABLES RESPUESTA

Procedimiento experimental.

El trabajo experimental se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuaria -UTA. Se inició con la limpieza y desinfección del galpón de cuyes, 15 días antes de la recepción de los animales. Para el trabajo de campo se utilizó 240 animales machos de 350g - 450 g de peso. Los cuyes fueron colocados en cuyeras o posas de 2m de largo por 1m de ancho y 0,50m de alto, distribuidos 10 cuyes por posa. Los animales pasaron por un periodo de adaptación que duro 10 días. En este tiempo los cuyes fueron alimentados con una dieta a base de:

Dieta de adaptación

Tabla 5 Dieta de adaptación

INGREDIENTES		PC	FDN	FDA	EM
Maíz	21,5	1,69205	4,59	0,98685	2,967
Soya	13,5	6,0615	2,736	0,66285	1,7955
Afrecho	20	2,6	23,1348	4,328	2,38
Alfarina	39	7,332	0,8454	12,051	3,315
Melaza	2	0,03	0	0	0,262
Aceite de palma	1	0	0	0	0,33
TOTAL	100	17,71555	31,3062	18,0287	11,0495

Fuente: Autora

El trabajo de campo se dividió en tres etapas.

Para que el trabajo experimental sea análogo en los resultados. Los cuyes fueron distribuidos desacuerdo a su peso, para esto se tomó los datos de los pesos de cada uno de los cuyes, y luego colocados en el programa de Microsoft Office Excel 2007 en el cual

sacamos la distribución lineal de los animales. Ya colocados los animales se sorteó los tratamientos:

Tabla 6 T1 Dieta con el 0% de Achira *Canna edulis*

T 1 (0%)					
INGREDIENTES		PC	FDN	FDA	EM
Maíz	21,5	1,69205	7,31	0,98685	2,967
Achira		0	0	0	0
Soya	13,5	6,0615	1,8468	0,66285	1,7955
Afrecho	20	2,6	11,864	4,328	2,38
Alfarina	39	7,332	16,4853	12,051	3,315
Melaza	2	0,03	0	0	0,262
Aceite de palma	1	0	0	0	0,33
TOTAL	100	17,71555	37,5061	18,0287	11,0495

Fuente: Autora

Tabla 7 T2 Dieta con el 8% de Achira *Canna edulis*

T 1 (8%)					
INGREDIENTES		PC	FDN	FDA	EM
Maíz	13	1,0231	4,42	0,5967	1,794
Achira	8	0,3432	2,236	1,0712	0,7712
Soya	13,5	6,0615	1,8468	0,66285	1,7955
Afrecho	20	2,6	11,864	4,328	2,38
Alfarina	39	7,332	16,4853	12,051	3,315
Melaza	2,5	0,0375	0	0	0,3275
Aceite de palma	1	0	0	0	0,33
TOTAL	100	17,3973	36,8521	18,70975	10,7132

Fuente: Autora

Tabla 8 T3. Dieta con el 8% de Haina de Achira *Canna edulis*

T 1 (16%)					
INGREDIENTES		PC	FDN	FDA	EM
Maíz	5,5	0,43285	1,87	0,25245	0,759
Achira	16	0,6864	4,472	2,1424	1,5424
Soya	13,5	6,0615	1,8468	0,66285	1,7955
Afrecho	20	2,6	11,864	4,328	2,38
AlFarina	39	7,332	16,4853	12,051	3,315
Melaza	2,5	0,0375	0	0	0,3275
Aceite de palma	1	0	0	0	0,33
Calcio	1	0	0	0	0
TOTAL	100	17,15025	36,5381	19,4367	10,4494

Fuente: Autora

Tabla 9 T4 Dieta con el 24% de Achira *Canna edulis*

T 1 (24%)					
INGREDIENTES		PC	FDN	FDA	EM
Maíz	0	0	0	0	0
Achira	24	1,0296	6,708	3,2136	2,3136
Soya	14,5	6,5105	1,9836	0,71195	1,9285
Afrecho	15	1,95	8,898	3,246	1,785
Alfarina	40	7,52	16,908	12,36	3,4
Melaza	2,5	0,0375	0	0	0,3275
Aceite de palma	1	0	0	0	0,33
TOTAL	100	17,0476	34,4976	19,53155	10,0846

Fuente: Autora

Durante todo el trabajo experimental, los cuyes consumieron las dietas balaceadas como alimento único, en una cantidad de 50g-80g por animal, esto dependió de la edad en la

que se encontraba el animal, además se administró en todas las dietas; aminoácidos, vitaminas y minerales.

Tabla 10 Aminoácidos, Vitaminas y Minerales.

Ingrediente	Cantidad
Calcio	1
Fosforo	0,55
Lisina	0,5
Metionina	0,3
Vitaminas + Minerales	0,15
SAL	0,5

Fuente: Autor

En las dos primeras etapas que duró 40 días, se evaluó el comportamiento productivo de los cuyes.

Ganancia de peso.

Se determinó empleando el peso con el que finalizaron el trabajo de campo, menos el peso con que iniciaron la misma etapa.

$$G.P = peso F - peso I$$

Conversión alimenticia.

La conversión alimenticia (C.A) se calculó mediante la relación que existe entre consumo de alimento y ganancia de peso, mediante la siguiente fórmula:

$$C. A. = \frac{\text{consumo promedio de alimento (gr/día)}}{\text{Incremento promedio peso (gr/día)}}$$

Mortalidad.

Se determinó mediante un método directo, contabilizando el número de cuyes muertos durante toda la fase de campo y se estableció en porcentaje.

Consumo voluntario.

Se determinó mediante un método directo, que consiste en pesar el alimento ofrecido menos el alimento rechazado cada 24 horas. Este procedimiento se realizó dos veces durante la fase de campo, en un intervalo de 20 días.

Digestibilidad aparente de nutrientes (MS, MO, PC, FDA y FDN).

La tercera etapa duro 5 días y se evaluó la digestibilidad aparente de nutrientes (MS, MO, PC, FDA y FDN). Para determinar digestibilidad, se seleccionó 24 cuyes uno por cada repetición y subidos individualmente a jaulas metabólicas, de estos se recogió las heces por separado durante seis días, las heces recogidas del día cuarto y sexto fueron analizadas en el laboratorio.

Trabajo de laboratorio

En el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias -UTA se analizó los cuatro tratamientos utilizados para la alimentación de los cuyes y las heces recolectadas del día cuarto y sexto determinando:

- La Materia Seca, Cenizas y Proteína Cruda siguiendo la metodología descrita por la AOAC, (1995).
- Para la determinación de la FDN y FDA se realizó por los métodos 12 y 13 respectivamente por el analizador de fibra ANKON Ankon Technology Corp., Fairport, NY, USA (2000).

Obtenido los datos del laboratorio se determinara digestibilidad utilizando la siguientes formulas.

$$Dig. Apte MS(\%) = \frac{(\text{Consumo de nutrimento}) - (\text{Nutrimentos en las heces})}{(\text{Consumo de nutrimento})} * 100$$

$$Dig. Apte MO(\%) = \frac{(\text{Consumo de nutrimento} * MO \text{ de la dieta}) - (\text{Nutrimentos en las heces} * MO \text{ de las heces})}{(\text{Consumo de nutrimento} * MO \text{ de la dieta})} * 100$$

$$Dig. Apte PC(\%) = \frac{(\text{Consumo de nutrimento} * PC \text{ de la dieta}) - (\text{Nutrimentos en las heces} * PC \text{ de las heces})}{(\text{Consumo de nutrimento} * PC \text{ de la dieta})} * 100$$

$$Dig. Apte FDN(\%) = \frac{(\text{Consumo de nutrimento} * FDN \text{ de la dieta}) - (\text{Nutrimentos en las heces} * FDN \text{ de las heces})}{(\text{Consumo de nutrimento} * FDN \text{ de la dieta})} * 100$$

$$Dig. Apte FDA(\%) = \frac{(\text{Consumo de nutrimento} * FDA \text{ de la dieta}) - (\text{Nutrimentos en las heces} * FDA \text{ de las heces})}{(\text{Consumo de nutrimento} * FDA \text{ de la dieta})} * 100$$

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5. 1. RESULTADOS

5.1.1. Consumo voluntario de nutrientes (MS, MO, PC, FDN, FDA)

En la Tabla 11 se observa que el consumo voluntario de los nutrientes mostró diferencia entre tratamientos para los siguientes nutrientes: materia seca (P= 0.0570) con 62,670 g/día en el T2 siendo su valor más alto entre tratamientos; materia orgánica (P= 0.0377) para T2 con 64.933 g/día; fibra detergente neutra (P=0.0214) para T2 con 24.440 g/día y fibra detergente ácido (P=0.0346) para T2 con 11.6583 g/día. Mientras que para proteína es altamente significativo (P= <.0001) entre tratamientos siendo el mayor consumo para el T2 con 17.4567 g/día.

Tabla 11 Consumo voluntario de nutrientes (MS, MO, PC, FDN, FDA)

	T1	T2	T3	T4	ESM	Valor de P
CVMS	54.867 ab	62.670 a	55.962 ab	52.565 b	2.52	0.0570
CVMO	56.297 ab	64.933 a	57.302 ab	53.795 b	2.60	0.0377
CVPC	11.9267 b	15.050a	17.4567a	12.156b	0.61	<.0001
CVFDN	21.583 ab	24.440 a	22.945 ab	19.815 b	0.98	0.0214
CVFDA	9.593 b	11.6583 a	11.283ab	10.686ab	0.48	0.0346

a,b, Medias con letras diferentes en las filas difieren significativamente (P<0.05). ESM: error estándar de la media. CVMS: consumo voluntario de materia seca. CVMO: consumo voluntario de materia orgánica. CVPC: consumo voluntario de proteína cruda. CVFDN: consumo voluntario de fibra detergente neutra. CVFDA: consumo voluntario de fibra detergente acida. T1: 0% de achira T2: 8% de achira T3: 16% de achira T4: 24% de achira

5.1.2. Comportamiento productivo

En la Tabla 12 se observa que el comportamiento productivo no mostró diferencia entre tratamientos para los siguientes parámetros: conversión alimenticia (P=0.8158) para T3 con 4.8, en ganancia de peso (P=0.1203), T2 siendo el mejor con 12.607 g/día.

Tabla 12 Comportamiento productivo

	T1	T2	T3	T4	ESM	Valor de P
PI	455.84 a	427.41 a	434.32 a	439.47 a	29.49	0.9163
PF	898.24 a	931.70 a	899.64 a	829.91 a	28.10	0.1055
GP DIA	11.060 a	12.607 a	11.633 a	9.761 a	0.802	0.1203
CA	5.3 a	5.04 a	4.8 a	5.5 a	0.503	0.8158

a,b Medias con letras diferentes en las filas difieren significativamente (P<0.05). ESM: error estándar de la media. PI: Peso inicial. PF: Peso final. GP: Ganancia de peso. CA: Conversión Alimenticia. T1: 0% de achira T2: 8% de achira T3: 16% de achira T4: 24% de achira

5.1.3. Digestibilidad aparente de nutrientes (MS, MO, PC, FDN, FDA)

En la Tabla 13 se observa que la digestibilidad aparente no mostró diferencia entre tratamientos para los siguientes nutrientes: materia seca (P= 0.7145) con 73.650 g/día en el T1 siendo su valor más alto entre tratamientos; materia orgánica (P= 0.8032) para T1 con 71.023g/día; fibra detergente neutra (P=0.4125) para T1 con 49.100 g/día y fibra detergente ácido (P=0.3217) para T1 39.057 g/día. Mientras que para proteína (P= 0.9625) el mayor consumo es para el T2 con 70.295 g/día.

Tabla 13 Digestibilidad aparente de nutrientes (MS, MO, PC, FDN, FDA)

	T1	T2	T3	T4	ESM	Valor de P
DAMS	73.650a	69.847a	69.187a	69.900a	2.99	0.7145
DAMO	71.023a	67.815a	67.570a	70.782a	3.23	0.8032
DAPC	65.877a	70.295a	68.298a	67.817a	5.91	0.9625
DAFDN	49.100a	39.603a	40.175a	34.275a	6.14	0.4125
DAFDA	39.057a	32.775a	27.080a	23.498a	6.11	0.3217

a,b Medias con letras diferentes en las filas difieren significativamente ($P < 0.05$). ESM: error estándar de la media. DAMS: Digestibilidad aparente de materia seca. DAMO: Digestibilidad aparente de materia orgánica. DAPC: Digestibilidad aparente de proteína cruda DAFDN: Digestibilidad aparente de fibra detergente neutra. DAFDA: Digestibilidad aparente de fibra detergente ácida. T1: 0% de achira T2: 8% de achira T3: 16% de achira T4: 24% de achira

5.2. DISCUSIÓN

El consumo voluntario de nutrientes (MS, MO, PC, FDN, FDA) fue mayor en el T2 al adicionar 8% de harina de achira a la dieta, debido a que este subproducto posee buenas características físico-químicas, la mismas que favorecen el consumo voluntario (Espín *et al.*, 2001). En este sentido, Moína, (2011) menciona que la harina de achira está constituido de gran cantidad energía metabolizable (3250 Kcal/Kg). La suplementación energética tiende a estimular el consumo hasta cubrir las necesidades energéticas de los semovientes, lo cual se aprecia en el T2; estos resultados son similares a los q reporta Quintana,(2009) cuando evaluó la inclusión de harina de cebada en los cuyes. Quien además menciona la importancia de la cecotofía en la absorción de nutrientes dietarios, que permite a los cuyes utilizar de mejor manera los minerales como algunas vitaminas del complejo B y aminoácidos sintetizados por la microflora del intestino.

La ganancia diaria de peso g/día es inversamente proporcional a la conversión alimenticia como se aprecia en la (Tabla 12), las cuales están relacionadas directamente con el consumo voluntario de nutrientes (Tabla 11) lo que favorece a la digestibilidad aparente

de los mismos. Las ganancias de peso obtenidas en esta investigación ($P= 0.1203$) es de 12.607 g/día siendo el mejor para el T2, de esta manera podemos deducir que el crecimiento de tejidos corporales manifiesta una mejor respuesta a mayor consumo de proteína cruda de la ración.

A pesar de no tener diferencia significativa entre tratamientos, se observa que la tasa de degradación de nutrientes: materia seca 87,247%, materia orgánica 89,64%, proteína cruda 21,8225%, fibra detergente neutra 34,256% y fibra detergente acida 16,696%; de las cuatro dietas son degradadas probablemente por las características del alimento y su contenido de carbohidratos estructurales, lo que favorece a la velocidad de degradación y por ende el pasaje de los nutrientes a través del tracto gastrointestinal, debido a la fermentación bacteriana con producción de ácido láctico y ácidos volátiles (acético propiónico y butírico) menciona Chisag (2016).

CAPITULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIÓN

El efecto de la inclusión de harina de *Canna edulis* en la alimentación de cuyes, estadísticamente mostro diferencia significativa en el consumo voluntario de nutrientes, mostrando un valor de 62,670 g/día de consumo de materia seca, siendo el valor más alto entre tratamientos; el consumo de materia orgánica con 64.933 g/día; el consumo de fibra detergente neutra con 24.440 g/día; el consumo de fibra detergente ácida con 11.6583 g/día, mientras que para el consumo de proteína cruda ($P= <.0001$) con un valor de 15.050g/día siendo altamente significativo entre tratamientos para el T2. De acuerdo a los resultados señalamos como mejor tratamiento al T2 con 12.607 g/día de ganancia de peso por animal y una conversión alimenticia de 5.04.

6.2. BIBLIOGRAFIA

- AOAC, (1995). Métodos oficiales de análisis. 16a Ed. Asociación de Químicos Analíticos Oficiales; Washington,
- Araujo, O. (2005). Factores Que Afectan El Consumo Voluntario En Bovinos a Pastoreo En Condiciones Tropicales. Retrieved from http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Consumo_a_pastoreo_II.pdf
- Calderón, H. (2015). “ Determinación de la energía metabolizable y digestible del gluten de maíz , hominy feed y subproducto de trigo en cuyes (cavia porcellus).” retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/unalm/1831/102.v34-t.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Carrera, C. (2012). La achira y su aplicación en la cocina de tendencia vanguardista. el escorial, 5(proyecto), 34,56.
- Chauca, L. (2005). Producción de cuyes (Cavia porcellus). Instituto Nacional de Investigación Agraria., 8–93. Retrieved from www.fao.org/docrep/w6562s04.htm#TopOfPage
- Chisag, M. (2016). Comportamiento productivo y rendimiento a la canal en conejos alimentados con forrajes arbóreos. Retrieved from http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23815/1/Tesis_63_Medicina_Veterinaria_y_Zootecnia_-CD_423.pdf
- Espín, S., Brito, B., Villacrés, E., Rubio, A., Nieto, C., & Grijalva, J. (2001). Composición química, valor nutricional y usos potenciales de siete especies de raíces y tubérculos andinos. En Acta Científica Ecuatoriana. Retrieved from <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/1045>
- Espín, S., Villacrés, E., & Brito, B. (2004). Caracterización Físico - Química , Nutricional y Funcional de Raíces y Tubérculos Andinos. Raíces Y Tubérculos Andinos:

- Alternativas Para La Conservación Y Uso Sostenible En El Ecuador, 3(Estudio), 91–116. Retrieved from <http://www.monitoreoyevaluacion.info/biblioteca/files/original/f1ce784ad56186d4fbec1a60f9e8e757.pdf#page=102>
- Gecele, P. (1986). Fisiología digestiva del conejo adulto. *Monografías de Medicina Veterinaria*, 8(2).
- Gómez, M. (2011). Comparación de dietas balanceadas para cuyes en crecimiento y engorde utilizando harina de yuca en diferentes porcentajes.
- Hagen, K., Tschudin, A., Liesegang, A., Hatt, J. M., & Clauss, M. (2015). Organic matter and macromineral digestibility in domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) as compared to other hindgut fermenters. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 99(6), 1197–1209. <https://doi.org/10.1111/jpn.12323>
- Jun, H., Jo, I., Hwangbo, S., Lee, J., & Imai, K. (2006). Feeding Value and In situ Digestibility of Edible Canna for Silage. *Plant Production Science*, 9(4), 408–414. <https://doi.org/10.1626/pps.9.408>
- Knowles, M., Pabón, M., & Carulla, J.(2012). Use of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and other starchy non-conventional sources in ruminant feeding. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(Estudio), 488–499. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v25n3/v25n3a16.pdf>
- Mejia, J. (2002). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41612204>. *Acta Universitaria*, 12(Estudios).
- Méndez, S. (2006). Conversión y eficiencia en la ganancia de peso con el uso de seis fuentes diferentes de ácido graso en conejos Nueva Zelanda, 16–21.
- Moína, A. (2011). Escuela Superior Politecnica De Chimborazo. *Infoplc.Net*, 9(ughu), 2–145. Retrieved from http://www.infoplc.net/files/descargas/schneider/infoplc_net_18t00436.pdf
- Nuñez, F. (2008). Evaluacion de cuatro relaciones de energia digestible , proteina en crecimiento y engorde de cuyes.

- Parra, J., & Gómez, A. (2009). Importance of the use of different digestibility techniques in pig nutrition and food formulation. *Revista MVZ Cordoba*, 14(1), 1633–1641. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-77953838797&partnerID=40&md5=924ab9ef34acebb9329e99e17cf95671>
- Paucar, P. (2013). Evaluación del efecto del uso de bloques nutricionales como dieta suplementaria en la alimentación de cuyes destetados, 90.
- Puncha-arnon, S., Puttanlek, C., Rungsardthong, V., Pathipanawat, W., & Uttapap, D. (2007). Changes in physicochemical properties and morphology of canna starches during rhizomal development. *Carbohydrate Polymers*, 70(2), 206–217. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.03.020>
- Quintana, E. (2009). Suplementación de dietas abase de alfalfa verdecon harina de cebada más una mezcla mineral y su efecto sobre el rendimiento y eficiencia productiva de cuye en crecimiento en el Valle del Mantaro. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 4, 74.
- Ribera, J. (2006). Extraccion de almidon de achira (*canna edulis.*) y modificacion por acetilacion y doble derivatizacion, 1(Estudio), 10. Retrieved from <http://es.slideshare.net/Andysebas1/domotica-42887798>
- Sanchez, C., & Mantilla, D. (2015). *Boletín Meteorológico Trimestral de Tungurahua*, 23. Retrieved from file:///C:/Users/Impoony/Downloads/boletin_meteorologico_3.pdf
- Santos, V. (2007). Grupo 6 Cuyes. *Revista APPA- Cusco-Perú*, 15, 215–232. Retrieved from http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch 15 Supl/s_cuyes.pdf
- Thitipraphunkul, K., Uttapap, D., Piyachomkwan, K., & Takeda, Y. (2003). A comparative study of edible canna (*Canna edulis*) starch from different cultivars. Part II. Molecular structure of amylose and amylopectin. *Carbohydrate Polymers*, 54(4), 489–498. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2003.08.003>
- Valverde, M. (2011). Comparación de dietas balanceadas para cuyes en crecimiento y

engorde utilizando harina de yuca en diferentes porcentajes.

Veloz, R. (2005). Evaluación del efecto del laurato de nandrolona (laurabolin) en el crecimiento y engorde de cuyes machos (*Cavia porcellus*), 84.

Ylla, H. (2012). Universidad nacional de san juan, 1–2. Retrieved from file:///C:/Users/Impoony/Downloads/253T20120072.pdf

Yupa, S., & Elizabeth, Y. (2011). Determinación de la ganancia de peso en cuyes(*cavia porcellus*), con dos tipos de alimento balanceado. Tesis de Grado; Universidad de Cuenca; Facultad de Ciencias Agropecuarias; Escuela de medicina veterinaria., 1–66. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3319/1/TESIS.pdf>

Zhang, Wang, Z.-W., & Shi, X.-M. (2010). *Canna edulis* Ker by-product: chemical composition and characteristics of the dietary fiber. *Food Science and Technology International = Ciencia Y Tecnología de Los Alimentos Internacional*, 16(4), 305–13. <https://doi.org/10.1177/1082013209353832>

6.3. ANEXOS

Anexo 1 Dieta para adaptación

INGREDIENTES		PC	FDN	FDA	EM
Maíz	21,5	1,69205	4,59	0,98685	2,967
Soya	13,5	6,0615	2,736	0,66285	1,7955
Afrecho	20	2,6	23,1348	4,328	2,38
Alfarina	39	7,332	0,8454	12,051	3,315
Melaza	2	0,03	0	0	0,262
Aceite de palma	1	0	0	0	0,33
TOTAL	100	17,71555	31,3062	18,0287	11,0495

Anexo 2 Dieta con el 0% de Achira *Canna edulis*

T 1 (0%)					
INGREDIENTES		PC	FDN	FDA	EM
Maíz	21,5	1,69205	7,31	0,98685	2,967
Achira		0	0	0	0
Soya	13,5	6,0615	1,8468	0,66285	1,7955
Afrecho	20	2,6	11,864	4,328	2,38
Alfarina	39	7,332	16,4853	12,051	3,315
Melasa	2	0,03	0	0	0,262
Aceite de palma	1	0	0	0	0,33
TOTAL	100	17,71555	37,5061	18,0287	11,0495

Anexo 3 Dieta con el 8% de Achira Canna edulis

		T 1 (8%)			
INGREDIENTES		PC	FDN	FDA	EM
Maíz	13	1,0231	4,42	0,5967	1,794
Achira	8	0,3432	2,236	1,0712	0,7712
Soya	13,5	6,0615	1,8468	0,66285	1,7955
Afrecho	20	2,6	11,864	4,328	2,38
Alfarina	39	7,332	16,4853	12,051	3,315
Melasa	2,5	0,0375	0	0	0,3275
Aceite de palma	1	0	0	0	0,33
TOTAL	100	17,3973	36,8521	18,70975	10,7132

Anexo 4 Dieta con el 16% de Achira Canna edulis

		T 1 (16%)			
INGREDIENTES		PC	FDN	FDA	EM
Maíz	5,5	0,43285	1,87	0,25245	0,759
Achira	16	0,6864	4,472	2,1424	1,5424
Soya	13,5	6,0615	1,8468	0,66285	1,7955
Afrecho	20	2,6	11,864	4,328	2,38
AlFarina	39	7,332	16,4853	12,051	3,315
Melasa	2,5	0,0375	0	0	0,3275
Aceite de palma	1	0	0	0	0,33
TOTAL	100,5	17,15025	36,5381	19,4367	10,4494

Anexo 5 Dieta con el 24% de Achira Canna edulis

T 1 (24%)					
INGREDIENTES		PC	FDN	FDA	EM
Maíz	0	0	0	0	0
Achira	24	1,0296	6,708	3,2136	2,3136
Soya	14,5	6,5105	1,9836	0,71195	1,9285
Afrecho	15	1,95	8,898	3,246	1,785
Alfarina	40	7,52	16,908	12,36	3,4
Melasa	2,5	0,0375	0	0	0,3275
Aceite de palma	1	0	0	0	0,33
	100	17,0476	34,4976	19,53155	10,0846

Anexo 6 Aminoácidos, Vitaminas y Minerales

Ingrediente	Cantidad
Calcio	1
Fosforo	0,55
Lisina	0,5
Metionina	0,3
Vitaminas + Minerales	0,15
SAL	0,5

Anexo 7 Análisis de Varianza de Consumo Voluntario g/día MS F.V.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
Modelo	3	339.058217	113.019406	2.96	0.0570
Error	20	763.956367	38.197818		
Total	23	1103.014583			

F.V: Fuente de variación, **S.C:** Suma de cuadrados, **G.L:** Grados de libertad, **C.M:** Cuadrado Medio, **F:** “Fisher” calculado **P:** valor de significancia al (0.05 %)

Coeficiente de variación: 10.93 R- cuadrado: 0.3

Anexo 8 Prueba de significación de Tukey al 5% para consumo voluntario g/día MS

Tratamiento	Medias	Número de repeticiones	de Rango
T1	54.867	6	AB
T2	62.670	6	A
T3	55.962	6	AB
T4	52.565	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 9 Análisis de Varianza de Consumo Voluntario g/día MO F.V.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
Modelo	3	414.692833	138.230944	3.40	0.0377
Error	20	812.717500	40.635875		
Total	23	1227.410333			

F.V: Fuente de variación, S.C: Suma de cuadrados, G.L: Grados de libertad, C.M: Cuadrado Medio, F: “Fisher” calculado P: valor de significancia al (0.05 %)

Coefficiente de variación: 10.97528 % R- cuadrado: 0.337860%

Anexo 10 Prueba de significación de Tukey al 5% para consumo voluntario g/día MO

Tratamiento	Medias	Número de repeticiones	de Rango
T1	56.297	6	AB
T2	64.933	6	A
T3	57.302	6	AB
T4	53.795	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 11 Análisis de Varianza de Consumo Voluntario g/día PC F.V.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
------------	------------	------------	------------	----------	----------

Modelo	3	123.9636500	41.3212167	18.27	0.0001
Error	20	45.2312000	2.2615600		
Total	23	169.1948500			

F.V: Fuente de variación, S.C: Suma de cuadrados, G.L: Grados de libertad, C.M: Cuadrado Medio, F: “Fisher” calculado P: valor de significancia al (0.05 %)

Coefficiente de variación: 10.62978% R- cuadrado: 0.732668%

Anexo 12 Prueba de significación de Tukey al 5% para consumo voluntario g/día PC

Tratamiento	Medias	Número de repeticiones	de Rango
T1	11.9267	6	B
T2	15.0500	6	A
T3	17.4567	6	A
T4	12.1567	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 13 Análisis de Varianza de Consumo Voluntario g/día FDN F.V.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
Modelo	3	69.8463500	23.2821167	4.04	0.0214
Error	20	115.3994333	5.7699717		
Total	23	185.2457833			

F.V: Fuente de variación, S.C: Suma de cuadrados, G.L: Grados de libertad, C.M: Cuadrado Medio, F: “Fisher” calculado P: valor de significancia al (0.05 %)

Coefficiente de variación: 10.82220% R- cuadrado: 0.377047%

Anexo 14 Prueba de significación Tukey al 5% para consumo voluntario g/día FDN

Tratamiento	Medias	Número de repeticiones	Rango
T1	21.583	6	AB
T2	24.440	6	A
T3	22.945	6	AB
T4	19.815	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 15 Análisis de Varianza de Consumo Voluntario g/día FDA F.V.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
Modelo	3	14.63471250	4.87823750	3.50	0.0346
Error	20	27.89468333	1.39473417		
Total	23	42.52939583			

F.V: Fuente de variación, S.C: Suma de cuadrados, G.L: Grados de libertad, C.M: Cuadrado Medio, F: “Fisher” calculado P: valor de significancia al (0.05 %)

Coefficiente de variación: 10.92960% R- cuadrado: 0.344108%

Anexo 16 Prueba de significación Tukey al 5% para consumo voluntario g/día FDA

Tratamiento	Medias	Número de repeticiones	Rango
T1	9.5933	6	B
T2	11.6583	6	A
T3	11.2833	6	AB
T4	10.6867	6	BA

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 17 Análisis de Varianza de Ganancia de Peso g/día F.V.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
Modelo	3	25.4425725	8.4808575	2.19	0.1203
Error	20	77.2922280	3.8646114		
Total	23	102.7348005			

F.V: Fuente de variación, S.C: Suma de cuadrados, G.L: Grados de libertad, C.M: Cuadrado Medio, F: “Fisher” calculado P: valor de significancia al (0.05 %)

Coefficiente de variación: 17.45067% R- cuadrado: 0.247653%

Anexo 18 Prueba de significación de Tukey al 5% para Ganancia de Peso g/día

Tratamiento	Medias	Número de repeticiones	de Rango
T1	11.060	6	A
T2	12.607	6	A
T3	11.633	6	A
T4	9.761	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 19 Análisis de Varianza de Conversión Alimenticia F.V.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
Modelo	3	1.42891250	0.47630417	0.31	0.8158
Error	20	30.43455000	1.52172750		
Total	23	31.86346250			

F.V: Fuente de variación, S.C: Suma de cuadrados, G.L: Grados de libertad, C.M: Cuadrado Medio, F: “Fisher” calculado P: valor de significancia al (0.05 %)

Coefficiente de variación: 23.77419% R- cuadrado: 0.044845%

Anexo 20 Prueba de significación de Tukey al 5% para Conversión Alimenticia

Tratamiento	Medias	Número de repeticiones	de Rango
T1	5.3117	6	A
T2	5.0467	6	A
T3	4.8800	6	A
T4	5.5167	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 21 Análisis de Varianza de Digestibilidad Aparente MS

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
Modelo	3	74.094717	24.698239	0.46	0.7145
Error	20	1078.104067	53.905203		
Total	23	1152.198783			

F.V: Fuente de variación, S.C: Suma de cuadrados, G.L: Grados de libertad, C.M: Cuadrado Medio, F: “Fisher” calculado P: valor de significancia al (0.05 %)

Coefficiente de variación: 10.39271% R- cuadrado: 0.064307%

Anexo 22 Prueba de significación de Tukey al 5% para Digestibilidad Aparente MS

Tratamiento	Medias	Número de repeticiones	de Rango
T1	73.650	6	A
T2	69.847	6	A
T3	69.187	6	A
T4	69.900	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 23 Análisis de Varianza de Digestibilidad Aparente MO

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
Modelo	3	62.179883	20.726628	0.33	0.8032
Error	20	1253.510167	62.675508		
Total	23	1315.690050			

F.V: Fuente de variación, S.C: Suma de cuadrados, G.L: Grados de libertad, C.M: Cuadrado Medio, F: “Fisher” calculado P: valor de significancia al (0.05 %)

Coeficiente de variación: 11.42435% R- cuadrado: 0.047260%

Anexo 24 Prueba de significación de Tukey al 5% para Digestibilidad Aparente MO

Tratamiento	Medias	Número de repeticiones	de Rango
T1	71.023	6	A
T2	67.815	6	A
T3	67.570	6	A
T4	70.782	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 25 Análisis de Varianza de Digestibilidad Aparente PC

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
Modelo	3	59.265833	19.755278	0.09	0.9625
Error	20	4201.753100	210.087655		
Total	23	4261.018933			

F.V: Fuente de variación, S.C: Suma de cuadrados, G.L: Grados de libertad, C.M: Cuadrado Medio, F: “Fisher” calculado P: valor de significancia al (0.05 %)

Coeficiente de variación: 21.29285% R- cuadrado: 0.013909%

Anexo 26 Prueba de significación de Tukey al 5% para Digestibilidad Aparente PC

Tratamiento	Medias	Número de repeticiones	de Rango
T1	65.877	6	A
T2	70.295	6	A
T3	68.298	6	A
T4	67.817	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 27 Análisis de Varianza de Digestibilidad Aparente FDN.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
Modelo	3	679.726300	226.575433	1.00	0.4125
Error	20	4523.971033	226.198552		
Total	23	5203.697333			

F.V: Fuente de variación, S.C: Suma de cuadrados, G.L: Grados de libertad, C.M: Cuadrado Medio, F: “Fisher” calculado P: valor de significancia al (0.05 %)

Coefficiente de variación: 36.87304% R- cuadrado: 0.130624%

Anexo 28 Prueba de significación de Tukey al 5% para Digestibilidad Aparente FDN

Tratamiento	Medias	Número de repeticiones	de Rango
T1	49.100	6	A
T2	39.603	6	A
T3	40.175	6	A
T4	34.275	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Anexo 29 Análisis de Varianza de Digestibilidad Aparente FDA

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P
Modelo	3	834.419283	278.139761	1.24	0.3217
Error	20	4487.413767	224.370688		
Total	23	5321.833050			

F.V: Fuente de variación, S.C: Suma de cuadrados, G.L: Grados de libertad, C.M: Cuadrado Medio, F: “Fisher” calculado P: valor de significancia al (0.05 %)

Coeficiente de variación: 48.94701% R- cuadrado: 0.156792%

Anexo 30 Prueba de significación de Tukey al 5% para Digestibilidad Aparente FDA

Tratamiento	Medias	Número de repeticiones	Rango
T1	39.057	6	A
T2	32.775	6	A
T3	27.080	6	A
T4	23.498	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

CAPITULO VII

PROPUESTA

“Inclusión de un 8% de harina de *Canna edulis* en la alimentación de cuyes”.

7.1. DATOS INFORMATIVOS

Las instituciones involucradas en la presente propuesta será la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, los pequeños productores y criadores de cuyes de la provincia de Tungurahua.

7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El cuy es un pequeño roedor originario de los Andes, utilizado como alimento en una extensa región comprendida por Chile, Argentina, Bolivia, Peru, Ecuador y Colombia. Su crianza es generalizada en el ámbito rural como un animal de carne para autoconsumo, constituyéndose en una excelente alternativa para diversificar la dieta.

Al igual que en otros animales, los nutrientes requeridos por el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza Veloz (2005).

7.3. JUSTIFICACIÓN

Los cuyes, son una especie animal de origen andino que, gracias a sus buenas cualidades de prolificidad, rusticidad y precocidad, se ha convertido en una fuente alimenticia muy importante para la humanidad, porque a través de su carne proporciona un alto nivel proteico (20,3%), un bajo nivel graso (7,8%) y minerales (0,8%), de manera que contribuye a la seguridad alimentaria del consumidor. Además, la crianza de este animal bajo un manejo técnico eficiente genera ingresos económicos importantes para la economía del productor Gomez, (2011). Por esta razón he visto conveniente realizar una dieta balanceada acorde con los requerimientos nutricionales del cuy utilizando como materia prima, a los residuos de la extracción del almidón de la achira en forma de harina, administrando un 8% a la dieta, ya que la harina de achira contiene 3,77 a 4,09kcal/g de materia seca Humedad 81,69% Proteína 4,29% Fibra 5,33% Ceniza 7,53% Zhang *et al.*,(2010), esto favorece a la desintegración en el tracto digestivo y la absorción de nutrientes y por ende ganancia de peso.

7.4. OBJETIVOS

7.4.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento productivo de los cuyes en etapa de engorde, incorporando un 8% de harina de achira en la dieta.

7.4.2. Objetivo específico

- Evaluar el efecto del 8% de harina de achira sobre el consumo voluntario de nutrientes en cuyes.
- Determinar la ganancia de peso diario en los cuyes alimentados con 8% de harina de achira.

7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Este proyecto es factible, ambientalmente y social, ya que se va a utilizar la achira que es un tubérculo andino, existentes en la zona, estos no son utilizados para el consumo humano y animal, muchas de las veces estos recursos son desaprovechados, además la achira pose excelentes propiedades nutrimentales para la alimentación de monogástrico.

7.6. FUNDAMENTACIÓN

La demanda de alimentos ha venido incrementándose desde hace varios años. El problema de utilizar solo forrajes y residuos de cosecha es que la cantidad de nutrientes que estos alimentos aportan es variable, y en algunos casos no son suficientes para satisfacer la demanda de los cuyes, principalmente energía y fósforo.

La deficiencia de energía puede corregirse mediante la suplementación de insumos de mejor densidad energética. Por lo cual es necesario desarrollar dietas que mejoren la calidad del alimento para promover el incremento de la ganancia de peso en menor tiempo, orientándose a ser económicamente sustentables y ecológicamente sostenibles.

7.7. METODOLOGÍA

- Inclusión del 8% de harina de achira a la dieta balanceada.
- Evaluación del consumo de Materia seca.
- Evaluación del consumo de Materia orgánica de la dieta
- Determinación de la ganancia de peso diaria del animal.

7.8. ADMINISTRACIÓN

La administración de esta investigación estará a cargo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.

7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Se recomienda realizar la evaluación del proyecto para que los resultados sean confiables, y los mismos publicados en beneficio de los productores de nuestro país.